

B10.T 520

UNIVERSITAT DE VALENCIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ECONOMICO

**CAPITAL Y DEPRECIACION:
UNA APROXIMACION ENDOGENA**



TESIS DOCTORAL

Presentada por:

José Ramón Ruiz Tamarit

Dirigida por:

Dr. D. Javier Escribá Pérez

Vº Bº

El Director

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Fecha de Entrada 29-MAYO-1.992
Fecha de Lectura 10-JULIO-1.992
Calificación APTO. "CUM LAUDE" POR UNANIMIDAD

UMI Number: U607618

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607618

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC
789 East Eisenhower Parkway
P.O. Box 1346
Ann Arbor, MI 48106-1346

N°-Dobit 796981
N: Libri 796992

INDICE TEMATICO.

	Página
I. INTRODUCCION.	5
II. CAPITAL, INVERSION Y DEPRECIACION: REFLEXIONES CONCEPTUALES PREVIAS.	19
2.1 Introducción.	20
2.2 Equilibrio Económico y Concepto de Capital.	22
2.3 Medidas Alternativas del Stock de Capital y su relación con la Depreciación.	28
2.4 La Inversión y sus Componentes.	46
2.5 Los Modelos de Producción y la Demanda de Inversión.	55
III. LOS MODELOS DE PRODUCCION, LA TECNOLOGIA PUTTY-CLAY, EL CAPITAL Y LA DEPRECIACION.	66
3.1 Introducción.	67
3.2 Un Modelo Putty-Putty a Largo Plazo con Irreversibilidad en el Corto Plazo.	70
3.2.1 El Modelo.	74
3.2.2 Rentabilidad, Depreciación y Valor del Capital en un Modelo Putty-Putty.	93

3.3	Un Modelo Putty-Clay con Generaciones de Bienes de Capital.	99
3.3.1	El Modelo.	105
IV.	ESTIMACION DEL STOCK DE CAPITAL Y LA DEPRECIACION EN EL SECTOR ENDOGENO DE LA ECONOMIA ESPAÑOLA.	120
4.1	Introducción.	121
4.2	Q-Tobin y Stock de Capital en el Sector Endógeno de la Economía Española: 1964-1990.	122
4.3	Distintas Mediciones del Stock de Capital a partir de diferentes valores del Ratio Q-Tobin existentes en España.	144
V.	UN ESTUDIO MACROECONOMICO SOBRE LA DEPRECIACION EN ESPAÑA DURANTE EL PERIODO 1964-1990.	159
5.1	Introducción.	160
5.2	Variabilidad de la Depreciación.	163
5.3	Los Determinantes de la Depreciación.	173
5.4	Resultados Econométricos.	190
	Apéndice A.	223
	Apéndice B.	248

VI.	EMPLEO, CAMBIO TECNICO Y ESTRUCTURA DE LA INVERSION.	261
6.1	Introducción.	262
6.2	Una visión Renovada de los Hechos Estilizados del Crecimiento Español.	265
6.3	Estructura de la Inversión: Repercusiones sobre la Capacidad Productiva y el Empleo.	276
6.4	El Marco Analítico.	287
6.5	Aplicación a la Economía Española.	297
	Apéndice Econométrico. Estimación del Modelo.	321
VII.	CONCLUSIONES.	347
VIII.	BIBLIOGRAFIA.	357

AGRADECIMIENTOS

Aunque resulte atípico por estar referido al propio director del trabajo que a continuación se presenta, mi principal agradecimiento va dirigido a la persona sin la cual esta Tesis Doctoral no hubiese podido ver la luz. El agradecimiento a Javier Escribá Pérez va más allá del mero reconocimiento de su labor como director, pues en el plazo de los últimos seis años me ha transmitido conocimientos y método, y ha ejercido de verdadero "maestro", poniendo a mi disposición todo su bagaje intelectual y vital para que yo me sirviese de él en la medida de mis propias necesidades y capacidad de asimilación con absoluta libertad. Además de todo esto, en los momentos más difíciles de mi propia trayectoria vital, ha sido fundamentalmente un compañero y un amigo.

Esta Tesis ha sido elaborada en base a las investigaciones conjuntas que iniciamos con mi trabajo de investigación correspondiente a los cursos de doctorado, y se fundamenta en una serie de ideas desarrolladas en una discusión continua y permanente, en el transcurso de la cual he ido dando forma a los distintos capítulos que la componen. Asimismo, esta investigación sigue su curso en estrecha colaboración, y en un breve plazo de tiempo dará nuevos frutos que se sumarán a los dos papeles que hasta el momento hemos presentado en los seminarios del Ministerio de Economía y Hacienda y en el Banco de España respectivamente.

También quiero agradecer de una manera especial la labor desarrollada por Javier Andrés que me ha proporcionado ideas y comentarios de gran ayuda, y ha contribuido junto con Javier Escribá a evitar mi desfallecimiento en los momentos más difíciles.

Agradezco a David Taguas el haberme proporcionado algunos de los datos sin los cuales no hubiese sido posible completar los ejercicios empíricos. A Manolo Sanchez por el apoyo incondicional que más de una vez ha mostrado en la discusión de los puntos más conflictivos de algunos de los capítulos. Y quiero hacer extensivos mis agradecimientos a Dulce Contreras, Vicente Orts, Antonio Cutanda, Vicente Calabuig y Javier de Castro que me han soportado periódicamente en el Seminario de Macroeconomía del departamento donde he ido exponiendo los distintos capítulos de la Tesis.

Finalmente, y no por ello menos importante, deseo expresar mi agradecimiento y gratitud a mi Madre y a Xelo por la paciencia y estoicismo con que han sabido llevar la carga de mi convivencia durante el tiempo dedicado a la realización de esta Tesis.

CAPITULO I

I. INTRODUCCION.

Durante la pasada década, el análisis económico se ha tenido que enfrentar al reto de ofrecer una explicación satisfactoria del fenómeno de la ralentización de la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo, que según los registros estadísticos macroeconómicos de los distintos países se detecta a partir de los primeros años setenta. El caso de Estados Unidos, con una disminución de dos puntos porcentuales en dicha tasa de crecimiento en relación a los niveles que venía registrando durante la década de los sesenta, y en general durante todo el periodo posterior a la segunda guerra mundial hasta el año 1973, pronto se convierte en el paradigma de este fenómeno, que a su vez es experimentado por la mayoría de los países de la OCDE.

Además de éste, otros grandes retos de la macroeconomía aplicada, tales como el estudio de las demandas de factores, el análisis del desempleo, la demanda de inversión, el progreso técnico, y la depreciación, se han planteado en repetidas ocasiones el problema que ahora nos ocupa: la disponibilidad de una medida del capital.

Una de las deficiencias estadísticas que más negativamente ha afectado al desarrollo en el terreno aplicado de los temas apuntados en los párrafos anteriores, ha sido precisamente la no disponibilidad de una serie del stock de capital con el suficiente grado de aceptación entre los distintos miembros de la comunidad científica. Esta deficiencia básica ha estado acompañada en todo momento de una serie de problemas teóricos planteados en torno a la medición del capital, que en los momentos de mayores desavenencias ha contribuido a la desmembración de la comunidad y a crear un cisma importante en el pensamiento económico de muy difícil superación.

A pesar de ello, en el transcurso de los últimos treinta años, la opinión más generalizada con respecto a la medición del capital ha convenido en aceptar como válidos dos métodos alternativos: la medición directa del stock de bienes de capital y el método del inventario perpetuo (MIP). La primera de estas alternativas ha tenido una aplicación bastante limitada debido fundamentalmente a la incompletitud de los datos existentes y a los problemas que uno encuentra en la valoración particular de los activos. Así pues, la tradición dominante en este área de la economía ha venido caracterizándose fundamentalmente por la aplicación de las técnicas correspondientes al método del inventario perpetuo.

Estas mediciones obtenidas a partir de las series de inversión y determinados supuestos acerca del periodo medio de vida de los equipos productivos, han servido para terciar en problemas como el del desempleo, en donde los distintos investigadores se disputan la hegemonía de explicaciones alternativas del desempleo involuntario tales como la insuficiencia de la demanda y la escasez de capital. Pero donde mayor impacto han tenido ha sido en el análisis de la productividad del factor trabajo.

En este campo, una vez detectado el problema de la ralentización que señalábamos más arriba, la literatura económica que directa o indirectamente se relacionaba con el mismo experimentó un crecimiento excepcional. Sin embargo, en toda esta literatura es posible identificar una serie de constantes entre las que cabe destacar la continua referencia al trabajo de Solow del año 1957 *Technical Change and the Aggregate Production Function*, así como a algunos otros que con posterioridad vienen a criticar¹, o alternativamente a apuntalar², los puntos de vista defendidos por aquel. En cualquier caso, tomando como referencia el esquema de la función de producción neoclásica, parece que la productividad del factor trabajo (Y/L) ha de venir explicada por el grado de intensidad capitalista (K/L) y un término que, recogiendo residualmente todo aquello que no explica el anterior, es comúnmente denominado productividad total de los factores (PTF),

¹ E. Domar (1961) "On the Measurement of Technological Change", *The Economic Journal*, 71, pp. 709-729.

² D. Jorgenson y Z. Griliches (1967) "The Explanation of Productivity Change", *Review of Economic Studies*, 34, pp. 249-283.

y para el cual algunos autores han pretendido, aunque de una manera bastante impropia, el papel de indicador del progreso técnico. Otros, quizás más comedidos, se han contentado con señalar que esta variable residual puede constituir un indicador aproximado de la eficiencia productiva, entendida ésta como un cajón de sastre al cual van a parar elementos tan importantes como el propio progreso técnico, pero también otros con una significancia algo menor.

La búsqueda de causas que expliquen la ralentización de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo ha llevado a los diferentes investigadores a tomar posiciones en cuanto a la importancia relativa de la productividad total de los factores y del stock de capital, es decir del progreso técnico y de la intensificación del capital respectivamente, en la descripción de los hechos estilizados de la crisis de los setenta. Mientras que la mayor parte de estos investigadores se alinean con las opiniones de Solow y aceptan los datos del stock de capital oficiales, reconociendo por tanto que la explicación de la evolución temporal de la productividad del factor trabajo corre a cargo del así denominado *residuo de Solow*, otros atribuyen a la trayectoria de la relación capital-trabajo un papel mucho más activo y rechazan las medidas disponibles de la misma, especialmente las del stock de capital. Los primeros orientan sus investigaciones hacia el objetivo de obtener una descripción detallada de los múltiples fenómenos que de alguna manera pueden estar influyendo en la PTF (progreso técnico no incorporado, economías a escala, mejoras cualitativas en los factores productivos, externalidades, etc.), reduciendo el residuo al mínimo posible desde un punto de vista estadístico. Los segundos, en cambio, se concentran en los distintos motivos por los cuales el stock de capital puede no haber crecido a las tasas que oficialmente se le atribuyen.

La opinión de estos últimos, que constituyen minoría, padece una serie de deficiencias entre las que destaca el escaso éxito en la obtención de medidas alternativas del capital y la dificultad encontrada para replicar la opinión de los primeros cuando afirman que la causa fundamental de la ralentización reside en el menor dinamismo innovador y las menores tasas de progreso técnico que en esas fechas se han experimentado, aportando como evidencia el hecho de que la inversión bruta sufre un parón espectacular a

principios de los años setenta, del cual sólo parece recuperarse en la segunda mitad de la década de los ochenta. Aún cuando más adelante volveremos sobre estas cuestiones, ahora lo que queremos señalar es que toda esta polémica ha servido para reavivar la discusión en torno al problema de la medición del capital, pero haciéndose extensiva también a otros agregados macroeconómicos tales como el output y el empleo.

Ligado con este problema que acabamos de comentar se encuentra la cuestión referente a la importancia de la destrucción de capital y el papel que los shocks de oferta juegan en la determinación de la misma. En concreto, muchos son los autores que apuntan el fenómeno del *premature scrapping* como fenómeno característico de la década de los setenta. La razón que aportan es que con las nuevas coordenadas de la crisis de los años setenta, gran parte de los equipos instalados experimentaron una mayor obsolescencia que obligó a retirarlos mucho antes de lo que se tenía previsto cuando fueron instalados. En caso de confirmarse esta hipótesis tendríamos una posible explicación de las menores tasas de crecimiento de la productividad del trabajo, alternativa en cierta medida a las conclusiones que se derivan de la utilización del residuo de Solow; pero también se pondría bajo sospecha gran parte de los postulados que han dominado la escena económica en relación a la demanda de inversión y la de trabajo, así como algunas interpretaciones del fenómeno del desempleo, todos ellos justificados por una batería de contrastes empíricos llevados a cabo con series del stock de capital que fueron elaboradas sin tener en consideración esta posible aceleración de la depreciación.

Entre las múltiples repercusiones que han tenido los desarrollos llevados a cabo en esta línea, la más importante es la que afecta a la medición de la depreciación. Frente a la alternativa de la medición contable consistente en aplicar tasas de depreciación constantes a los distintos tipos de bienes de equipo, o estructuras preestablecidas de depreciación diferenciadas temporalmente, las cuales encajan perfectamente en el método del inventario perpétuo, se encuentran las mediciones económicas de la misma. La utilización de las valoraciones económicas y los precios de los bienes de equipo para medir la depreciación tiene dos implicaciones de máximo relieve. Por una parte se abre la puerta a la posibilidad de trabajar con tasas de depreciación variables elegidas óptimamente por la empresa; y por otra se

pone en cuestión la filosofía misma del método del inventario perpétuo que trata de medir el capital por su coste de reposición.

En cuanto al tema de la variabilidad de la depreciación y su aproximación desde las valoraciones económicas, los trabajos de Hulten, Wykoff, y Baily, constituyen una referencia ya clásica aún cuando los resultados empíricos obtenidos por los dos primeros no permiten rechazar la hipótesis de la tasa de depreciación constante. Por su parte Baily insiste en el problema del retiro acelerado de bienes de equipo como consecuencia de la obsolescencia estructural provocada por la elevación de los precios de las materias primas energéticas. Tanto unos como otros conectan con una corriente de la literatura económica que desde los años setenta ha contribuido a clarificar el panorama en cuanto a las causas de la depreciación, y de la cual destacan los trabajos de Feldstein y Rothschild (1974), Nickell (1975) y el propio Baily (1981). El recurso a las valoraciones económicas que se ha suscitado como consecuencia de los intentos de medir la depreciación en toda su dimensión, ha abierto las puertas del análisis económico a las diferentes causas que la pueden provocar más allá del estricto deterioro físico de los equipos que se deriva del envejecimiento y el uso de los mismos. Tradicionalmente los modelos teóricos se han alineado alrededor de dos polos radicalmente opuestos, unos trabajando con la hipótesis putty-putty han contextualizado la depreciación que se deriva del deterioro físico, mientras que otros que adoptan la hipótesis clay-clay, han dado cuenta fundamentalmente de la obsolescencia tecnológica. En la actualidad, estas dos fuentes de depreciación del capital, han sido ampliadas para dar cabida a dos fenómenos adicionales: el deterioro económico y la obsolescencia estructural. En conjunto estas cuatro causas de la depreciación constituyen el mejor punto de apoyo para trabajar con la hipótesis de unas tasas de depreciación variables y decididas óptimamente por la empresa, así como para medir la propia depreciación endógenamente, a partir de las valoraciones económicas y los precios de los bienes de equipo.

Por otra parte y en relación a lo que apuntábamos anteriormente, una consecuencia inmediata del fenómeno del premature scrapping, o en general de la obsolescencia acelerada del capital para con la metodología que generalmente se usa en la obtención de medidas del capital es la siguiente:

el método del inventario perpetuo y las series oficiales del stock de capital están sobrevalorando el capital productivo realmente existente. Ante esta situación, y dado que la causa del problema reside en lo inapropiado del tratamiento que en él se hace de la depreciación del capital, las vías de solución que se han propuesto, mayoritariamente se circunscriben al ámbito de lo que hemos denominado mediciones del capital por el lado de los costes de reposición. Los trabajos seminales en esta dirección, Wadhvani y Wall (1986) y Bond y Devereux (1990), abogan por que el método del inventario perpetuo y sus fuentes básicas de información sean sustituidos por la información contable que proporcionan las propias empresas en sus balances y otras cuentas; pero todo ello mediatizado por la voluntad de obtener aproximaciones, con el mayor grado de fiabilidad posible, a los valores de reposición que en la contabilidad aparecen generalmente recogidos por los valores históricos. En general, este intento de sustituir el método del inventario perpetuo por el método contable, pretende ser una vía de escape ante los problemas suscitados, que se orienta todavía en la más firme tradición del pensamiento neoclásico.

Ahora bien, en el análisis económico como en la historia, las cosas ya no pueden volver a ser igual que en el pasado tras la apertura de determinadas líneas de investigación. Por consiguiente, centrándonos en el trabajo de Baily al que nos referíamos anteriormente, encontramos en él un esfuerzo por realizar una sustitución de mayor envergadura. Este autor presenta lo que hasta el momento puede constituir el intento más serio de abandonar las mediciones del capital por la vía de los costes de reposición, ofreciendo como contrapartida un esquema interpretativo con el cual aproximar la medida del capital por la vía de las valoraciones económicas. Consideramos que en lo sustancial, la propuesta de Baily constituye una lectura renovada de los postulados de la Sr. Robinson con respecto a la medición del capital en términos de valor.

En opinión de la Sr. Robinson existen tres formas de medir el capital, y las tres coinciden cuando analizamos situaciones de equilibrio. Estas tres alternativas son el coste de producción real de los bienes de equipo, la productividad y el valor económico. Si incorporamos al análisis la variable Q-Tobin como hace Baily, en equilibrio ésta toma valores iguales a la unidad

y consiguientemente las distintas formas de medir el capital ofrecen el mismo resultado. En tales circunstancias resulta también válida la aproximación al valor del capital que hace Baily por medio del valor de mercado de la empresa. Dado que la inversión es un fenómeno propio del desequilibrio y al mismo tiempo es una variable fundamental en la determinación del capital, la fragilidad de las condiciones de equilibrio que acarrea valores del ratio Q distintos a la unidad, lleva a estos dos autores a concluir de una forma divergente. Mientras Baily sigue proponiendo como medida aproximativa del valor del capital en las situaciones de desequilibrio, el valor de mercado de la empresa en cada periodo, la Sr. Robinson apostó por la imposibilidad de medir el capital en términos de valor, dejando como única salida la de la lista de los bienes de equipo existentes y su aproximación por el coste de reposición de los mismos, sin ningún tipo de vínculo con el concepto de valor económico. Ante esta situación consideramos que la clave se encuentra en instrumentalizar un esquema operativo que teniendo en cuenta los valores del ratio Q iguales o distintos a la unidad, no ignore el proceso de acumulación que se experimenta fuera del equilibrio. De esta forma, haciendo uso de valoraciones de mercado, será posible obtener el valor del capital con la ventaja de que el proceso de depreciación que realmente haya existido, y no solamente el que contablemente ha sido registrado, aparecerá debidamente valorado por los agentes económicos en el correspondiente valor del ratio Q . En otras palabras, se trata de sustituir un método de análisis basado en los ejercicios de estática comparativa por otro mucho más apropiado que se fundamenta en la metodología del control óptimo y de los correspondientes ajustes dinámicos.

Teniendo en cuenta la perspectiva que le damos a este trabajo en su vertiente empírica, y dejando un poco de lado las cuestiones más de tipo teórico, ahora nos debemos de preguntar sobre cual es el panorama que se le ofrece al investigador español en relación a todas las cuestiones suscitadas con anterioridad.

En primer lugar, el hecho más significativo es la ausencia total de una serie oficial del stock de capital, deficiencia que generalmente se ha venido paliando con la iniciativa particular de determinados investigadores o instituciones privadas, que han llevado a cabo un esfuerzo por captar la

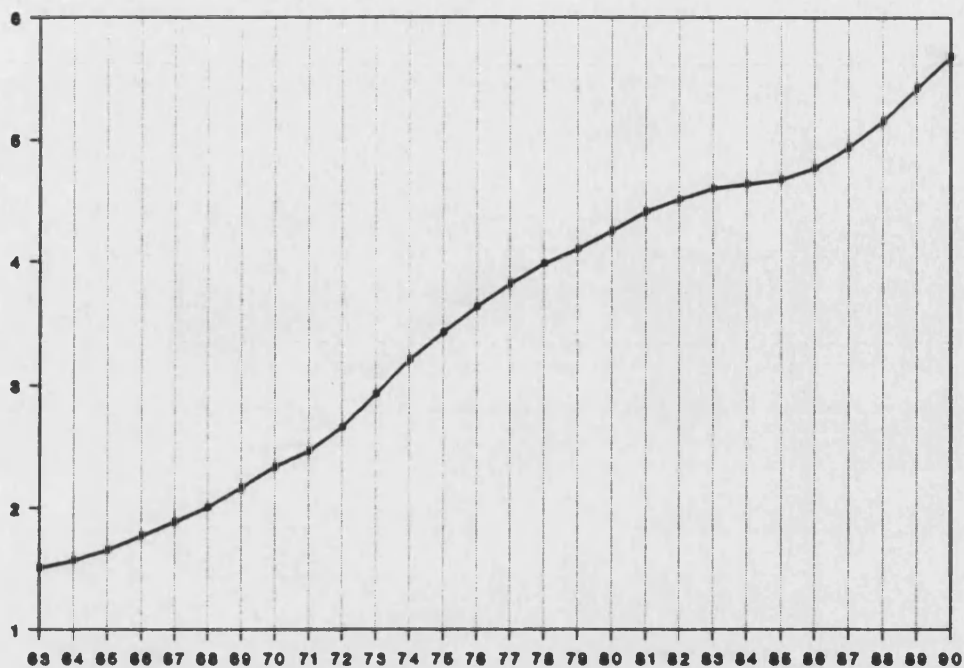
magnitud del acervo de bienes de equipo existente en la economía española por medio de alguno de los dos procedimientos más aceptados: el método del inventario perpétuo y el método contable.

En segundo lugar, se pueden identificar una serie de hechos estilizados correspondientes a los últimos veintisiete años de la economía española que viene caracterizada por la enorme destrucción de empleo acaecida entre 1974 y 1985, la atenuación del esfuerzo inversor durante este mismo periodo de tiempo, y el mantenimiento de unas tasas de crecimiento de la productividad del factor trabajo hasta la segunda mitad de la década de los ochenta, en unos niveles extremadamente elevados.

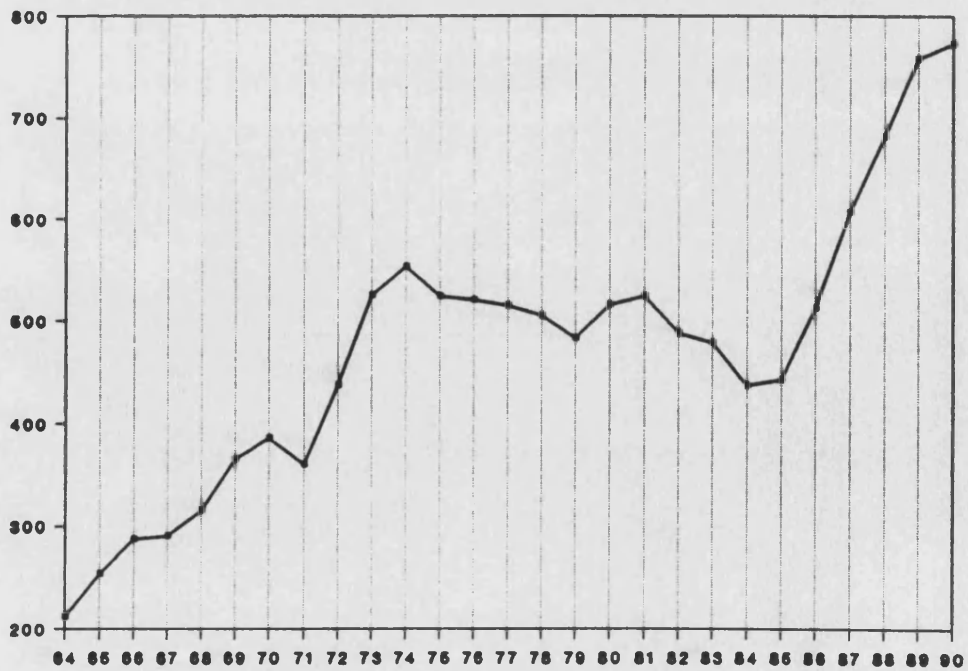
Con este estado de cosas la duda que se nos plantea es relativamente obvia. ¿Es posible ofrecer una interpretación satisfactoria de todos los fenómenos señalados en el párrafo anterior haciendo uso de la serie del stock de capital que se obtiene al aplicar el método del inventario perpétuo?.

Aún cuando la mayor parte de los esfuerzos realizados en este país para explicar la demanda de trabajo y el desempleo, la demanda de inversión, y la productividad del factor trabajo, parece ser que indirectamente responden de manera afirmativa a la pregunta anterior, puesto que de una forma u otra se han servido de las series existentes del stock de capital calculadas con el método del inventario perpétuo, la duda de los investigadores ha surgido de inmediato al plantear la escasa credibilidad de una serie como la del consumo de capital fijo de la Contabilidad Nacional, que tan directamente contribuye a la determinación del capital. Así las cosas, ante la falta absoluta de alternativa, la serie del stock de capital que se ha utilizado en los diferentes trabajos aplicados a la economía española, presenta un perfil temporal como el del gráfico superior de la página siguiente. En él se recoge la serie del stock de capital productivo para el sector endógeno de la economía española, obtenido a partir de nuestra propia base de datos al aplicar el procedimiento del método del inventario perpétuo con las series de inversión bruta y de consumo de capital fijo que se desprenden de las que ofrece la Contabilidad Nacional para el conjunto de la economía y para los sectores institucionales. En la parte inferior se recoge precisamente el perfil temporal de la inversión bruta para el conjunto del sector endógeno.

**STOCK DE CAPITAL.
MEDICION MIP DATOS INE.**



**INVERSION BRUTA.
DATOS INE.**



Cualquier explicación de conjunto de los hechos estilizados apuntados más arriba, necesariamente debe dar cuenta de un serie de características relativas a la evolución del stock de capital compatibles con los propios hechos y con lo que de ellos se desprende en relación al empleo, la producción y la inversión.

Si nos ceñimos a las diversas interpretaciones que se circunscriben a la esfera del análisis neoclásico con una función de producción bien comportada como eje vertebrador de su instrumental analítico, y a la utilización del residuo de Solow para explicar la evolución de la productividad del factor trabajo, considerándolo a aquel como una aproximación válida de la tasa de progreso técnico, entonces la imagen de la economía española que se obtiene no es capaz de integrar debidamente todos los elementos que estamos analizando.

En estos dos gráficos se pueden comprobar las dos características que más arriba atribuíamos a esta corriente dominante; por una parte la imposibilidad de que una evolución como la mostrada en el gráfico superior para el stock de capital pueda contribuir a explicar ralentización alguna en la productividad del trabajo; y por otra, el perfil de la inversión bruta que con los valores que toma durante el periodo comprendido entre 1974 y 1985, muy fácilmente puede hacer pensar en una fuerte atonía del proceso de incorporación del progreso técnico a la economía.

El problema estriba en que los datos disponibles para el sector endógeno de la economía española sobre empleo y producción señalan hacia una relativa estabilidad en la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo entre 1965 y 1985. Así pues, con los gráficos anteriores y la interpretación convencional que de ellos se desprende, no parece que sea posible aproximarnos a la realidad de los procesos que se desencadenan en la economía española durante el periodo de la crisis.

Si aceptamos como válidos los valores del stock de capital, entonces el enfoque de la productividad total de los factores que apunta hacia una disminución en las tasas de progreso técnico, correspondiente a la

disminución experimentada en la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores y apoyada sobre la base del parón tan espectacular experimentado por la inversión bruta, no parece casar bien con las tasas tan elevadas de crecimiento de la productividad del factor trabajo que se experimentan en España durante ese mismo periodo de tiempo. Si bien es cierto que durante estos años en la economía española se destruye una cantidad muy importante de puestos de trabajo, también lo es que esta disminución de la población ocupada no se ve acompañada por tasas de crecimiento de la producción negativas, sino por tasas que aún cuando son mucho menores que en periodos precedentes, todavía mantienen su signo positivo.

En cambio, si rechazamos la serie "oficial" del stock de capital porque consideramos que lo está sobrevalorando, habremos de ser capaces de explicar las elevadas tasas de progreso técnico que requiere una situación como la que se desprende del crecimiento tan significativo que experimenta la productividad del trabajo y una no tan significativa intensificación del capital, y sobre todo habremos de conseguir integrarlas en un escenario caracterizado por la debilidad de la inversión bruta. Desde este punto de vista todo parece indicar que aún cuando el volumen de inversión bruta ha permanecido estancado durante todo el periodo de crisis, no por ello se ha dejado de incorporar el progreso técnico a unas tasas dignas de toda consideración. Evidentemente esta visión alternativa, además de ofrecer una interpretación satisfactoria con respecto a la evolución de la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo, permite comprender la evolución particular del empleo y la producción; pero en cambio, a simple vista no parece cuadrar con el perfil que sigue la inversión bruta y por supuesto con el del stock de capital.

Cualquier intento de ofrecer una respuesta satisfactoria a estas y otras preguntas pasa irremisiblemente por abordar el tema de la medición del capital y la depreciación. Así pues, aún cuando en esta Tesis no se pretenda lógicamente contestar a todas ellas, se avanza en la línea de obtener una aproximación endógena al stock de capital y la depreciación que difieren sustancialmente de las aproximaciones más convencionales, aportando simultáneamente las imprescindibles modelizaciones teoricas que justifican paso a paso el camino que se ha ido abriendo en la esfera de la investigación

empírica.

En el capítulo siguiente el lector se encontrará con una discusión general sobre todas las cuestiones que posteriormente se pasa a desarrollar con mayor detalle. Se aborda el concepto de Capital en conexión con la idea del equilibrio económico, se analizan las distintas conceptualizaciones propuestas por Joan Robinson en situaciones caracterizadas por el desequilibrio, se incorpora al esquema interpretativo la variable ratio Q-Tobin, y después de analizar los distintos métodos al uso (método del inventario perpetuo y método contable fundamentalmente) se presenta una forma alternativa de medir el capital en términos de valor económico. Esta nueva forma de abordar el reto de medir el capital descansa sobre una serie de postulados acerca del concepto de Depreciación, las distintas formas de medirla, y la relación que existe entre ésta y las distintas hipótesis tecnológicas, que son analizadas con todo detalle a lo largo del capítulo. Finalmente, como consecuencia de la elección que hacemos de la hipótesis putty-clay por considerarla la más apropiada para integrar las distintas opiniones acerca del capital y la depreciación en un marco analítico caracterizado por la falta de maleabilidad del capital, se aborda la Inversión desde una doble perspectiva, por una parte tratamos de identificar el esquema de descomposición que más fielmente responda a las necesidades impuestas por la hipótesis putty-clay, y por otra se analizan los distintos escenarios en los cuales la literatura económica ha situado la toma de decisiones por parte de la empresa con respecto a la demanda de inversión.

En el capítulo III se plantean dos modelizaciones teóricas sobre la toma de decisiones por parte de la empresa o modelos de producción, que se caracterizan por la endogeneización de la tasa de depreciación en un contexto dominado por la irreversibilidad de las decisiones y la incertidumbre sobre la demanda. Las variables de decisión, contrariamente al procedimiento más habitual, son la inversión bruta y la depreciación. La primera de estas modelizaciones adopta la hipótesis tecnológica putty-putty y además de obtener una demanda de inversión explícita al considerar costes de ajuste, deriva una regla óptima de retiros fundamentada sobre la existencia de costes de adaptación de las estructuras productivas a la técnica óptima o costes de mantenimiento de los equipos deteriorados. Al mismo tiempo, en este primer

ejercicio que permite la maleabilidad del capital con los correspondientes costes, se establece un marco interpretativo sencillo para obtener la valoración económica simultánea del capital y la depreciación a partir de los valores del ratio de valoración empresarial Q . La consideración que en este modelo se hace de las diferentes causas de la depreciación, lo convierte en soporte analítico del esquema que proponíamos en el capítulo anterior para valorar el capital.

Por otra parte y como consecuencia de la imposibilidad de contextualizar la obsolescencia en un modelo con tecnología putty-putty, nos planteamos la posibilidad de abordar todas las cuestiones anteriores desde el marco de un modelo de producción con tecnología putty-clay que se fundamenta sobre la existencia de distintas generaciones de bienes de equipo. El objetivo en este caso es la obtención de una regla endógena de depreciación y la correspondiente regla de obsolescencia de los equipos.

En el capítulo IV se procede a la medición del capital del sector endógeno de la economía española aplicando el esquema de cálculo económico presentado en el capítulo II y que se justificaba analíticamente en el capítulo III. Como paso previo, se realiza la adaptación del esquema básico para convertirlo en operativo mediante la secuencialización continuada entre el valor del capital de un periodo y la tasa de depreciación, de forma que dado el capital de referencia del año base, sea suficiente la información derivada de las variables precio para la obtención de una serie completa del valor del capital desde 1964 hasta 1990. La serie del ratio Q que utilizamos es la de Espitia (1987), consolidada para 77 empresas no financieras. A continuación se desarrolla un ejercicio consistente en unas pruebas de sensibilidad de los resultados obtenidos en el apartado anterior. Tomando diferentes series de valores del ratio Q se procede a reestimar el capital y la depreciación para cada una de ellas.

En el capítulo V se plantea un ejercicio encaminado a la obtención de evidencia acerca de los determinantes de la depreciación calculada en el capítulo anterior. Se presenta de una forma sistemática las distintas causas de la depreciación que se han ido discutiendo en capítulos anteriores. Se discuten los distintos puntos de vista de la literatura acerca de los

diferentes determinantes. Se plantea un modelo empírico para explicar la tasa de depreciación y se procede a estimar la significatividad de cada una de las variables que previamente se ha intentado asociar de la forma más nítida posible con cada una de las causas. Es en este capítulo en el cual se fundamenta la existencia de cuatro causas fundamentales que provocan la depreciación: el deterioro físico, el deterioro económico, la obsolescencia tecnológica y la obsolescencia estructural.

Los resultados empíricos del apartado 5.4, obtenidos aplicando las técnicas de la cointegración, se complementan con dos apéndices econométricos en los cuales se desarrollan los contrastes de integrabilidad y el ajuste dinámico respectivamente.

Finalmente, el capítulo VI constituye uno de los posibles desarrollos a que da pie el marco de análisis hilvanado a lo largo de los capítulos anteriores. Los desarrollos que se incluyen en este capítulo se superponen a todo lo analizado a lo largo de esta Tesis y constituye el mejor de los ejemplos posibles para demostrar la utilidad del mismo. Conectando las variables Inversión, Capital y Depreciación con la evolución del empleo y la capacidad productiva, en primer lugar se estudian los hechos estilizados del crecimiento que se desprenden de la nueva imagen cuantitativa que de la economía española obtenemos en esta Tesis. En segundo lugar retomamos la discusión del capítulo II acerca de la mejor descomposición de la inversión bruta compatible con la tecnología putty-clay en términos de inversión de expansión, inversión de sustitución e inversión de productividad. En tercer lugar se plantea un modelo de crecimiento que permita las consideraciones tecnológicas de un contexto putty-clay mediante la diferenciación entre dos tipos de bienes de inversión entre los que elige la empresa para llevar a cabo el reemplazamiento. Finalmente, la aplicación a la economía española nos ofrece la oportunidad de contrastar los distintos supuestos del modelo teórico, obteniendo una serie de coeficientes tecnológicos de máximo relieve tales como el coste de creación de un empleo y un indicador del progreso técnico inducido que solamente tendría sentido en un contexto putty-clay como el descrito. Este apartado se complementa con un apéndice econométrico en donde se detallan todos los pasos seguidos para estimar el modelo.

CAPITULO II

II. CAPITAL, INVERSION Y DEPRECIACION: REFLEXIONES CONCEPTUALES PREVIAS.

2.1 INTRODUCCION.

Repetidamente, en la literatura económica se pueden encontrar reflexiones sobre estos tres conceptos fundamentales: Capital, Inversión, y Depreciación. En algunas de ellas, además, se ofrece una descripción entrelazada de los mismos. Pero el lugar común, allí donde se hace ineludible un tratamiento globalizador que considere las relaciones entre las tres variables, es el de la medición del capital. En este capítulo se pretende ofrecer una visión crítica de los diferentes conceptos de capital así como de los distintos métodos al uso que se le ofrecen al investigador para tratar de medirlo.

La existencia de deterioro económico y obsolescencia del capital, nos delimita un espacio analítico en el cual no parecen tener cabida muchas de las opiniones más generalmente extendidas en la literatura con respecto a la inversión y la depreciación. Por el mismo motivo, algunos de los métodos más utilizados para medir el capital están siendo cuestionados en la actualidad. Si además tenemos en cuenta la incertidumbre y la irreversibilidad inherentes a las decisiones empresariales, nos encontramos con que sólo es posible hablar de la obsolescencia del capital en el marco de las tecnologías con un componente clay ex-post. En otras palabras, la obsolescencia sólo puede ser conceptualizada fuera del supuesto de maleabilidad perfecta del capital. Una vez aceptadas estas premisas, el panorama que se le ofrece al investigador es radicalmente distinto del que generalmente se puede encontrar en los múltiples estudios parciales sobre alguno de los tres conceptos anteriores. Nuestra voluntad es ofrecer un marco de análisis global, perfectamente integrado, y coherente en cada uno de sus apartados con las propiedades que acabamos de describir.

En primer lugar, en el apartado 2.2, discutiremos el concepto de Capital en conexión con la idea de equilibrio económico, concluyendo sobre la conveniencia de trasladar los problemas de medición al ámbito del desequilibrio para dar cabida en el análisis al complejo fenómeno de la acumulación. Las dificultades aparecen cuando una vez abandonado el cómodo escenario de las situaciones de equilibrio, lo más característico es la discrepancia entre las distintas conceptualizaciones del capital.

El apartado 2.3 se centra en el estudio de la depreciación analizando las distintas categorías que el término engloba. En este apartado estudiamos los distintos métodos al uso para medir el capital en términos de su coste de reposición. El contenido y la forma de tratar la depreciación resultan fundamentales en el proceso de discriminación entre distintos métodos. Al final del apartado presentamos, detalladamente, una forma alternativa de abordar el problema de la medición, según la cual el recurso a la valoración económica de los distintos conceptos implicados, además de superar algunas de las dificultades a las que se enfrentan los métodos previamente discutidos, establece sugerentes relaciones entre las aproximaciones operativas actuales a la medición del capital y las controversias teóricas como la desatada por J. Robinson en la década de los sesenta.

El capítulo finaliza con dos apartados, dedicado uno a la reflexión sobre la importancia de la estructura de la inversión, y el otro a repasar brevemente los principales modelos de producción al uso, haciendo especial hincapié en las posibilidades manifiestas de obtener una función de inversión. También en este punto se ofrecen una serie de consideraciones de tipo normativo sobre las características que deben reunir los modelos de producción y la función de inversión, para dar cabida en su seno a los complejos fenómenos que se desencadenan como consecuencia del deterioro económico y la obsolescencia del capital. A lo largo de estos dos últimos apartados, la línea argumental persigue un único objetivo: establecer los límites en los cuales debe ser abordado el estudio de la inversión cuando el marco tecnológico obedece a una configuración de tipo putty-clay.

2.2 EQUILIBRIO ECONOMICO Y CONCEPTO DE CAPITAL.

Si nos remitimos a los tópicos, una pala es una pala y un abrigo es un abrigo, pero ¿que es el Capital?. La manera más sencilla de responder a esta pregunta, que tanta discordia ha sembrado a lo largo del tiempo en el ámbito del análisis económico, consiste en indicar que bajo el calificativo de capital se suele denominar al conjunto de todos los medios de producción tangibles y reproducibles que han sido, a su vez, producidos con anterioridad. Ahora bien, creo que a estas alturas estamos en condiciones de dar un paso adelante -o quizás fuéase más apropiado decir hacia atrás, de acuerdo con una perspectiva histórica- y afirmar que *"...Los bienes de capital en existencia en un momento dado son todos los bienes existentes en ese momento. No son todas las cosas que existen... La característica que especifica a los "bienes" es que tienen valor, o sea, poder de compra sobre otros bienes. En consecuencia, en el país Alfa no es un "bien" una lata de petróleo vacía, mientras que sí lo es en Gamma, donde las latas viejas son una fuente de valiosas materias primas industriales"*¹.

El acervo de bienes de capital específicos y heterogéneos existentes en un momento del tiempo, considerados por tanto bajo la forma de un stock o fondo, puede ser inventariado para dar cuenta de cual es el "capital" que, combinado con el trabajo, contribuye a la obtención de un determinado flujo de producto. No obstante, lo que necesitamos no es una relación detallada pero heterogénea, sino una cantidad que mida el capital global reduciendo a una magnitud homogénea aquello que por naturaleza no lo es. La manera más natural de resolver este problema, cualquiera que sea la variable económica a la que nos refiramos y por consiguiente también para el conjunto de bienes de equipo que denominamos capital, consiste en calcular dicha variable haciendo uso de los precios y representarla por medio de un determinado poder de compra sobre el conjunto de bienes producidos en la economía.

¹ El enunciado de estas líneas resaltadas en cursiva, junto con algunas de las ideas que se plantean a continuación, se han tomado de Robinson (1978).

De acuerdo con la opinión de la señora Joan Robinson sobre el concepto de capital, existen a priori tres formas de medirlo, y las tres coinciden cuando analizamos situaciones de equilibrio. Una primera es la que mide el capital por el coste de producción real de los bienes de equipo. Una buena aproximación al coste, y la vez la más directa, se obtiene de la contabilidad empresarial, midiendo el inmovilizado al coste de reposición actual. La segunda es la que mide el capital por lo que podríamos denominar su valor social o económico. El valor económico de un bien de equipo está determinado por el valor presente del flujo de beneficios (cuasi-rentas) que se espera genere en el futuro. Finalmente, también se puede medir el capital de acuerdo con su productividad, es decir, por la parte proporcional en la cual contribuye a incrementar el flujo de bienes futuro. Razonando en los términos de una función de producción neoclásica como $Q=F(N,K)$, ésta productividad se corresponde con la primera derivada respecto al capital.

En un situación de equilibrio caracterizada por el cumplimiento de las expectativas, en donde los agentes ante la falta de acontecimientos imprevistos en el pasado inmediato esperan que la situación presente se repita en el futuro, cualquiera de las tres medidas nos ofrecerá el mismo resultado. Esto se puede comprobar de una forma sencilla si introducimos el ratio q de valoración empresarial, derivado de los trabajos de Tobin y que tan extendido está en la literatura sobre la inversión, el cual se define como el cociente entre el valor de la empresa y el coste de reposición del capital.

$$[2.1] \quad q = \frac{PV}{p_k K}$$

La continua reproducción del esquema inicial con expectativas estáticas en el estado de equilibrio, nos llevaría a observar un valor de q igual a la unidad. Si el beneficio presente se espera que se repita en años sucesivos, el valor de la empresa quedará determinado sencillamente por el cociente entre el beneficio actual y la tasa de interés². De esta forma podemos

² Más adelante, en el capítulo cuarto, se presenta un análisis detallado de todas estas cuestiones en un intento de medir el stock de capital del sector endógeno de la economía española, de acuerdo con lo que aquí denominamos su valoración económica.

establecer la siguiente relación que confirma la idea sugerida por Robinson: coste de reposición igual a valor del capital.

$$[2.2] \quad p_k K = PV = (pQ - wN) / r$$

Por otra parte, bajo el supuesto de equilibrio estacionario de largo plazo, la conceptualización neoclásica de una función de producción de buen comportamiento, además del conglomerado de supuestos tan heterogéneos que utiliza³, establece una regla óptima para retribuir a los factores, y por añadidura al capital, de acuerdo con su productividad marginal.

En estas circunstancias, la manera más sencilla de medir el capital es la segunda de las comentadas anteriormente, por medio de su valor de mercado calculado con las series de beneficios y de tipo de interés. Esta identificación entre el acervo físico de bienes de capital y su valor de mercado esconde una idea que ha tenido especial relevancia en el campo de la Teoría del Capital durante las últimas décadas y que resulta fundamental para la correcta interpretación de los postulados que se desarrollan a continuación en este trabajo: El valor del capital depende de los beneficios futuros esperados, y en consecuencia de la distribución social de la renta.

Dada esta premisa, no vamos a entrar en la discusión sobre si un mismo acervo físico de bienes de equipo puede ser valorado económicamente de forma muy distinta en función de cual sea la distribución de la renta. Evidentemente, tanto la estructura de precios de los factores productivos como la de los bienes económicos depende, incluso en una visión estática del sistema económico, de la distribución; y de aquí es inmediata la asociación de ésta con la medida del capital. En cambio, nos fijaremos en lo que ocurre con las distintas medidas del capital descritas con anterioridad, fundamentalmente las que toman el coste de reposición y los valores económicos respectivamente como referencia, cuando comparamos una situación de equilibrio inicial con otra situación de equilibrio en la cual el acervo de bienes de equipo es distinto.

³ Pasinetti (1974), pag.149-150; Pasinetti (1981), cap.1.

Antes de seguir debemos señalar que el principal problema en la teoría del capital surgió cuando la corriente neoclásica pretendió agregar los bienes heterogéneos de capital en todas las direcciones posibles, tanto transversal (por tipos de bienes) como longitudinal (en el tiempo), y medir el capital en términos de su propia unidad técnica. De este modo los argumentos de una función de producción como la descrita más arriba aparecerían todos ellos en términos físicos, como en principio debería corresponder a lo que se consideraba como una mera relación técnica entre cantidades de inputs y output. El supuesto básico para tal construcción fue el de la maleabilidad del capital.

No obstante, al comparar situaciones de equilibrio nos podemos encontrar cualquier valoración económica del capital, con la única restricción establecida por la relación que éste debe guardar con el beneficio corriente y el tipo de interés vigentes en cada una de las situaciones estacionarias que se comparan. De acuerdo con la ecuación 2.2, esta opinión es fundamentalmente cierta, y además, la elección de valores w - r determina el valor del capital. La principal implicación que se deriva de interpretar la ecuación 2.2 aisladamente, es que el valor del capital en un momento determinado nada tiene que ver con su pasado inmediato. Dado que las variables w y r son no predeterminadas, si el valor del capital sólo depende de estas variables, también él será no predeterminado. Como es lógico esta apreciación no es del todo correcta, no se pueden extraer conclusiones con una dimensionalidad temporal de un ejercicio consistente, sencillamente, en comparar situaciones de equilibrio. En este tipo de comparaciones, la distinción Robinsoniana entre tiempo lógico e histórico adquiere todo su significado, y como consecuencia la noción de causalidad es puesta en entredicho. Si consideramos dos situaciones de equilibrio, una históricamente posterior a la otra, el ejercicio a realizar no debe consistir en una superflua comparación de estados estacionarios, sino en un análisis profundo del proceso dinámico que conecta ambas situaciones, es decir, una profundización en el estudio de la acumulación.

Una situación de estado estacionario supone que el esquema inicial se reproduce a sí mismo, pero ello no implica que tal situación se haya de interpretar en términos de niveles que permanecen constantes ni que, en lo

referente a la acumulación, la inversión sea nula. Muy al contrario, el estado estacionario puede ser concebido como una sucesión dinámica de equilibrios. Dicha senda quedaría garantizada por los valores concretos y constantes que toman las tasas de crecimiento de las variables implicadas en el esquema inicial, y no por otros.

El análisis del proceso de acumulación implícito en la senda que determina el estado estacionario revela cierto interés, pero como es lógico, el lugar común del proceso de acumulación, allí donde encuentra su máximo sentido el estudio del proceso de creación-destrucción de bienes de equipo, está constituido por las situaciones de desequilibrio. Podríamos incluso afirmar que la acumulación es un fenómeno propio del desequilibrio, y que aquella parte de la acumulación que puede integrarse en el estudio del equilibrio es irrelevante desde el punto de vista analítico.

Ahora bien, una vez roto el equilibrio, queda rota también la identificación precedente entre el capital medido en términos de valor y el capital medido por el coste de reposición. En relación a las ecuaciones anteriores 2.1 y 2.2, esto supone que ninguna de las dos se satisface en términos de igualdad, o lo que es lo mismo, el ratio q deja de ser igual a la unidad. Una consecuencia inmediata es que la ecuación 2.2 ya no puede ofrecernos, por sí sola, el valor económico del stock de capital. En palabras de la propia Joan Robinson *"...volvemos a la lista de los bienes (de equipo) en existencia, y la "cantidad de capital" deja de tener cualquier otro significado. Entonces sólo parte de la teoría del valor que se ocupa del periodo corto, donde el acervo físico del equipo de capital está dado, tiene alguna aplicación"*⁴.

⁴ El objeto de esta afirmación, que se recoge en Robinson (1978), va dirigido al corazón del análisis neoclásico, y es uno más de sus múltiples ataques furibundos al concepto de función de producción. Lógicamente este no es el tema que nos ocupa en estos momentos, y para lo que debe servirnos dicha reflexión es para resaltar el convencimiento por parte de la autora de que en una situación de desequilibrio y ante la imposibilidad (?) de obtener el valor económico del capital, sólo queda el recurso de medirlo por el coste de reposición de los equipos instalados.

La tradición dominante en la literatura económica de los últimos años, ha centrado su objetivo en medir el capital por el coste de reposición de los equipos productivos, ofreciendo una visión integrada del proceso de acumulación en la polémica sobre la medición del capital. Pero además, se ha aceptado como válido el supuesto de maleabilidad perfecta del capital, que va a ser crucial para el análisis neoclásico. Este supuesto fundamental identifica el acervo de "capital-gelatina" con el coste de reposición de los activos físicos de las empresas⁵.

Ahora nuestro objetivo es perfilar una serie de ideas que serán desarrolladas posteriormente en otros capítulos. Creemos que es posible ofrecer todavía una visión integrada de la medición económica del capital y la depreciación con el proceso de acumulación, pero que sólo es realista desde una contextualización tecnológica del tipo putty-clay. La perspectiva de un modelo de producción con tecnología putty-clay, que obliga a los agentes a tener en cuenta el futuro y no dejarse guiar exclusivamente por el presente, establece unas relaciones bastante nítidas entre la rentabilidad de la empresa, el capital, la inversión y la depreciación. Son precisamente estos vínculos entre la rentabilidad y las variables objeto de nuestro estudio lo que vamos a explorar, pero la estrategia que adoptamos en los siguientes apartados consiste en ofrecer una visión crítica de la literatura existente en torno a los distintos conceptos, para acabar haciendo propuestas concretas sobre cual sería la manera correcta de proceder en el supuesto de una tecnología putty-clay. Empezaremos hablando de la medición del capital y la depreciación, y analizaremos después la inversión. El análisis de ésta última variable se plantea desde dos ópticas diferenciadas, una primera descriptiva y de contenido, en la cual se discuten propuestas alternativas de descomposición de la inversión bruta agregada, y otra analítica que trata de la demanda de inversión y sus determinantes fundamentales.

⁵ Un buen ejemplo de ello se puede encontrar en Mairesse y Pescheux (1980), estos autores integran la medida del stock de capital obtenido con datos contables en un análisis más general de la función de producción neoclásica.

2.3 MEDIDAS ALTERNATIVAS DEL STOCK DE CAPITAL Y SU RELACION CON LA DEPRECIACION.

El esquema interpretativo utilizado en las diferentes aproximaciones a la medida del capital por el correspondiente coste de reposición de los equipos, es muy sencillo y se circunscribe al análisis de las tres variables fundamentales: la inversión bruta, las minoraciones de capital y el stock de capital propiamente dicho. La primera de estas variables recoge las realizaciones de los planes empresariales encaminados a mantener y acrecentar en su globalidad el equipo productivo. En segundo lugar, el stock de capital existente en cada momento depende no sólo de la inversión bruta, sino que también depende de la magnitud en la cual esas mismas empresas han decidido minorar el capital instalado. Esta minoración se manifiesta por medio de la depreciación total (retiros) o parcial de los equipos productivos instalados. Como consecuencia de las dos decisiones anteriores, se establece una senda para el capital que nos permite determinar la inversión neta. Esta relación entre inversión y minoraciones requiere todavía de un tercer elemento para ofrecer una visión integrada de los distintos fenómenos que van a permitir la obtención de una medida del capital, el volumen de capital que se toma como referencia y sobre el cual repercute el proceso de acumulación.

Los equipos productivos instalados se retiran por haber finalizado su vida útil o porque se han depreciado en el 100% de su valor, pero las implicaciones para la medición del capital al coste de reposición que se derivan de descontar a la inversión corriente, los retiros o alternativamente la depreciación de cada año, son lo suficientemente importantes como para diferenciar entre las mediciones que se obtienen en cada caso. Así pues, se hablará de stock de capital bruto o neto en función de que lo que se esté descontando sea los retiros o la depreciación, respectivamente. En términos analíticos podemos escribir:

$$[2.3] \quad K_t^g = K_{t-1}^g + I_t^B - I_{t-u}^B$$

$$[2.4] \quad K_t^n = K_{t-1}^n + I_t^B - D_t$$



En la ecuación 2.3 se recoge la dinámica del capital bruto, y la variable u representa el periodo medio de vida de los equipos retirados. En la ecuación 2.4, ligeramente diferente de la anterior, se recoge la dinámica del capital neto, por lo que la variable D_t representa la depreciación corriente. En el primer caso la variable I_{t-u}^B sólo recoge los retiros completos de equipos productivos al final de su vida útil, o periodo transcurrido entre el momento en que fueron adquiridos los equipos y el momento t en que se están retirando. En el segundo, el volumen de depreciación D_t se suele representar como un porcentaje del stock de capital del periodo anterior. Así pues, podemos reescribir la anterior ecuación 2.4, representando dicha tasa por la variable m_t , de la siguiente forma:

$$[2.5] \quad K_t^n = I_t^B + (1 - m_t) K_{t-1}^n$$

Las variables de las ecuaciones 2.3 y 2.4 vienen expresadas como sumas monetarias en términos reales, previa deflactación de los valores nominales con el correspondiente índice de precios.

La ecuación dinámica del capital que acabamos de plantear para cada una de las concepciones, bruta o neta, puede muy bien servir de referencia para los distintos métodos al uso en la aproximación al stock de capital por el lado de los costes. De hecho, la medición del capital al coste de reposición puede acometerse tanto en términos agregados como desagregados, diferenciando por tipos de bienes de equipo y por sectores y ramas de producción. En este último caso, las ecuaciones 2.3 y 2.5 habrían de desdoblarse cada una de ellas en otras tantas ixj ecuaciones, donde el subíndice i recogiese los distintos grupos de bienes de equipo considerados, y el subíndice j los múltiples sectores o ramas de producción analizados.

El método más generalizado para el cálculo del stock de capital es el denominado Método del Inventario Perpetuo (MIP). Las estimaciones "oficiales", de ahí la denominación de **capital oficial**, cuando existen se centran en el cálculo del stock de capital bruto haciendo uso de este método. La peculiaridad que lo diferencia de los demás es que precisa de series de inversión (formación bruta de capital fijo) muy largas, pero fundamentalmente lo más característico es que atribuye esquemas preestablecidos de duraciones

medias de vida a los diferentes grupos de bienes de equipo. Se basa en estimaciones de la vida útil de los equipos (la variable u en la ecuación 2.3) bajo la forma de funciones teóricas de supervivencia o de distribución de los retiros con parámetros fijos (normal, logística, geométrica, etc.), aunque en realidad la forma habitual de tratar esta variable en los trabajos empíricos depende de la disponibilidad de una mínima información contable relativa a los valores de la dotación anual a la amortización (A_t) y la amortización acumulada (AA_t), y en caso contrario se recurre a fijar, de una manera totalmente arbitraria, los valores de u para cada tipo de bienes de equipo. En el caso más favorable en que se disponga de información, son distintas las alternativas disponibles para calcular el periodo medio de vida de los equipos retirados; entre las más comunes tenemos:

$$[2.6] \quad u1_t = AA_t / A_t$$

$$[2.7] \quad u2_t = K_{t-1} / A_t$$

El método del inventario perpétuo también permite el cálculo del stock neto de capital. En este caso los supuestos se han de realizar sobre la variable m_t en la ecuación 2.5, y el más común (y a la vez el más apropiado en el contexto definido por el MIP) es suponer una tasa de depreciación constante. Sustituyendo en la ecuación 2.5 la variable m_t por una tasa δ constante, obtenemos la forma más generalizada en la literatura, de la ecuación dinámica del capital:

$$[2.8] \quad K_t^n = I_t^B + (1 - \delta) K_{t-1}^n$$

En 2.8, si la magnitud agregada se ha obtenido mediante la composición de ixj tipos de bienes y sectores, cada uno de ellos con su correspondiente esquema de mortalidad, la tasa δ agregada variará con la composición del stock de capital a lo largo del tiempo.

Esta forma de proceder, añadido a que siempre es posible establecer un vínculo estrecho entre el esquema de duraciones medias de vida elegido para determinar los retiros de capital y la tasa de depreciación, pone en entredicho la medida del stock de capital neto que se obtiene con el método

del inventario perpétuo⁶. La medida de la depreciación que se genera, sólo puede servir para captar el deterioro físico de los equipos⁷.

Para finalizar con el método del inventario perpétuo diremos que existe una versión modificada del mismo que trata de integrar los dos conceptos de capital, bruto y neto⁸. Para ello se requiere de la información contable a que antes aludíamos, amortizaciones acumuladas y dotaciones a la amortización corriente. Ahora, de acuerdo con esta versión modificada, la amortización acumulada constituye una especie de reservas ocultas que no disminuyen la capacidad de producción y que por tanto debe añadirse al capital neto para determinar el capital bruto, de tal forma que la dinámica de éste último estará determinada, conjuntamente por la inversión y la depreciación que experimentan periódicamente las reservas ocultas.

La depreciación, como acabamos de ver, se constituye en variable fundamental para la determinación del stock de capital. Esta variable recoge el conjunto de las minoraciones, en valor, cantidad o calidad, del acervo productivo de una empresa o, incluso a nivel agregado, de una economía nacional, durante un determinado periodo de tiempo. Las minoraciones pueden manifestarse tanto en la forma de abandonos completos y definitivos de equipos productivos, como en la pérdida parcial de los mismos o de su

⁶ Un buen ejemplo de la relación que existe entre el periodo medio de vida de los equipos retirados y los esquemas de depreciación estrictamente física del capital lo tenemos en el caso más extremo, en el cual un valor constante de u nos conduce a una tasa de depreciación constante δ , y a la inversa. En el caso de la depreciación lineal tenemos que $u=1/\delta$, mientras que en el caso de la depreciación exponencial la relación es $u=2/\delta$.

⁷ Así ocurre por ejemplo con el sistema de cuentas de la Contabilidad Nacional de España (CNE), cuya serie de consumo de capital fijo se obtiene aplicando el método del inventario perpétuo para diferentes tipos de bienes de equipo. Las implicaciones que se derivan de utilizar esta fuente de información se pueden analizar en Escribá y Ruiz (1988; 1991c) en donde se construye una serie de capital bruto para el sector endógeno de la economía española, así como la tasa de depreciación agregada que de él se desprende. Otros ejemplos de aplicación del método MIP para el caso de España, en términos agregados, los tenemos en Baiges y otros (1987), y Taguas y Corrales (1988), mientras que desagregando por grupos de bienes de equipo y ramas de producción están los trabajos de Myro (1983) y Gomez Villegas (1988).

⁸ El método del inventario perpétuo modificado de C. Almon es objeto de una detallada exposición en Hahn y Schmoranz (1984). En este trabajo, además, se estima el stock de capital bruto para 19 sectores de la economía austríaca.

capacidad de producir bienes económicos. Los bienes de capital, en tanto que bienes duraderos, prestan un servicio a la empresa durante un gran número de años y por lo tanto, aún cuando en el transcurso de cualquiera de estos periodos una máquina puede ser apartada de la producción, lo bien cierto es que su potencialidad productiva va mermando de forma paulatina a lo largo de los años de vida útil.

Las causas de la depreciación las podemos agrupar en torno a dos categorías fundamentales: el **deterioro** y la **obsolescencia**. Mientras que el deterioro es una característica inherente a los bienes de equipo, y en general a todos los bienes duraderos, vinculada al envejecimiento y desgaste de los equipos, la obsolescencia sobreviene como consecuencia de circunstancias ajenas a los propios equipos productivos que la experimentan.

El deterioro puede presentarse bajo dos formas distintas: por una parte, cuando los bienes de equipo envejecen sólo son capaces de producir un output menor; y por otra, las máquinas viejas absorben mayores cantidades de materias primas y factor trabajo. Esta última obliga a las empresas a realizar unos servicios de mantenimiento (costes de mantenimiento) sobre su equipo capital para mantener constante su nivel de productividad inicial. El primero se conoce como **output decay** y aproxima el deterioro estrictamente físico, mientras que el segundo se conoce como **input decay** y aproxima el deterioro económico.

En cuanto a la obsolescencia, en la literatura de los años sesenta ya quedó establecido que la regla para retirar equipos productivos, consiste en apartar de la producción aquellos que no sean capaces de cubrir los costes variables que generan, es decir, la obsolescencia tiene su origen en el hecho de que los equipos viejos ven desaparecer las cuasi-rentas que hasta ese momento generaban⁹. En un planteamiento donde los únicos costes variables correspondan a la contratación del factor trabajo y la única causa de que se deprecie el capital sea la obsolescencia, bajo el supuesto de competencia tanto en los mercados de factores como en el de producto, sólomente se

⁹ Johansen (1959); Phelps (1963); Solow, Tobin, Weizsacker and Yaari (1966) y Bliss (1968).

retirarán máquinas cuando los ingresos que de ellas se obtienen no cubran los costes de la mano de obra. La aparición de generaciones de bienes de capital más productivas (progreso técnico incorporado) que llevan a una elevación de los salarios, provoca la desaparición, en términos absolutos, de las cuasi-rentas más bajas obtenidas en los límites del margen extensivo. Otras causas de la desaparición de cuasi-rentas pueden ser tanto el incremento de los precios de las materias primas, como la alteración de la estructura de precios relativos provocada por cambios en los patrones de la demanda. Estos diferentes motivos por los cuales pueden desaparecer las cuasi-rentas de los equipos marginales nos permiten hablar de dos tipos de obsolescencia, la tecnológica y la estructural¹⁰.

Estas últimas cuestiones relativas a la depreciación, así como una desconfianza, del todo lógica, respecto a la capacidad del método del inventario perpétuo para captar los cambios tecnológicos y estructurales experimentados por el sistema económico en su globalidad a lo largo del tiempo, llevaron a los investigadores a desechar las mediciones del capital que se obtenían mediante la adopción de rígidos supuestos sobre los parámetros de las funciones de retiros o mortalidad de los equipos.

Ahora bien, asumir que la depreciación pueda estar causada por los distintos factores apuntados más arriba conlleva, inevitablemente, la aceptación de una tasa de depreciación variable. Tan es así, que la

¹⁰ Como destacan Feldstein y Rothschild (1974), no hay en la literatura una utilización rigurosa de los términos, muy al contrario, existe una gran ambigüedad en el uso de los mismos. Por ejemplo, estos autores proponen denominar deterioro al incremento en el coste real de los inputs por unidad de output, depreciación a la disminución en el precio de los bienes de equipo, mientras que los retiros se referirán al apartamiento completo y definitivo de un equipo productivo. El deterioro se puede experimentar bajo dos formas distintas, como output decay o como input decay, según que disminuya el output por unidad de capital o que aumenten las necesidades de input por unidad producida. La depreciación, en ausencia de costes de instalación e incertidumbre, refleja conjuntamente el deterioro y la obsolescencia tecnológica. Los retiros reflejan simultáneamente deterioro, obsolescencia y una incompleta capacidad de reducir los requerimientos de input trabajo en el capital instalado. Más adelante, en el capítulo 5 se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las distintas causas de la depreciación, incidiendo sobre algunas de las cuestiones aquí planteadas, pero de una forma ligeramente diferente a como lo hacen Feldstein y Rothschild.

característica dominante en los trabajos que se desarrollaron durante los años setenta fue la de adjudicar al volumen de depreciación, y a la tasa de depreciación en particular, la condición de variable de decisión empresarial¹¹.

Las implicaciones para la medida del capital al coste de reposición que se derivan de considerar la depreciación como un fenómeno económico, más allá de la mera necesidad física que parecía desprenderse del método del inventario perpétuo, son inmediatas. Dado que la información obtenida por medio de encuestas permite una descomposición del volumen de gasto total en inversión I^B , entre inversión de expansión I^E , e inversión de reposición y modernización I^R (siendo la inversión de expansión aquella parte de la formación bruta de capital que el empresario destina fundamentalmente a la ampliación de la capacidad productiva, mientras que la inversión de reposición estaría constituida por aquellos equipos que se instalan con voluntad de reponer y modernizar el capital existente), podemos escribir:

$$[2.9] \quad K_t = K_{t-1} + I_t^B - I_t^R$$

La ecuación 2.9 nos describe lo que podríamos denominar Método de Descomposición de la Inversión (MDI). En la literatura se ha generalizado la

¹¹ A los trabajos pioneros en esta línea, tales como Feldstein y Foot (1971) y Eisner (1972), que desarrollaron los aspectos empíricos de dicho supuesto, les siguieron otros cuyo objetivo fundamental era modelizar las decisiones empresariales de tal forma que en las condiciones de primer orden apareciera la depreciación como variable endógena. Feldstein y Rothschild (1974) es el ejemplo más claro, pero a la vez el menos sistemático. En cambio, Nickell (1975) plantea un modelo de generaciones con explicitación únicamente del deterioro económico (input decay) y obtiene, entre otros resultados de interés para la teoría de la inversión, una regla de retiros en donde el periodo medio de vida, o vida útil de los equipos, figura como variable endógena a determinar simultáneamente con otras variables en la resolución de las ecuaciones de primer orden. Esta forma de tratar la depreciación le lleva a relacionar el periodo medio de vida del equipo capital con los costes de mantenimiento necesarios para sostener el nivel de productividad inicial. Otros modelos de generaciones tales como los que se encuentran en Mizon (1974), Malcomson (1975) y Malcomson y Prior (1979), teniendo en cuenta únicamente el progreso técnico incorporado en la nueva inversión, han insistido en el efecto obsolescencia sobre los equipos marginales y analizan la duración óptima del equipo productivo, explicitando una regla de scrapping que convierte a esta variable en endógena.

denominación de **capital derivado** para la serie de capital que se obtiene, en clara oposición al capital bruto oficial.

La tasa implícita de depreciación variable que se esconde tras la relación 2.9, se obtendría como cociente entre el valor de la inversión de reposición y el stock de capital.

$$[2.10] \quad m_t = I_t^R / K_{t-1}$$

La crítica más importante a la que tiene que hacer frente el método de descomposición de la inversión, es la enorme dificultad de disponer de encuestas empresariales de tipo cuantitativo, con suficiente perspectiva histórica y representatividad como para hacer operativa y fiable la serie de capital que con él se obtiene.

Más adelante, cuando se comente el papel de la inversión en la determinación del stock de capital, volveremos sobre algunas de las cuestiones que se han tratado en esta parte, tanto sobre la importancia de descomponer el volumen de inversión bruta como sobre la pertinencia de atribuir el rol de variables de decisión no al agregado I^B , sino a sus componentes I^E e I^R . Precisamente, a finales de los años setenta y principios de los ochenta encontramos toda una serie de trabajos que aún cuando vienen a apuntalar el principio de la depreciación económica y su correspondiente tasa de depreciación variable, se decantan por la medición del capital en términos brutos¹². Estos autores restituyen la condición de variable de decisión a la inversión bruta junto con la depreciación, y centran el objetivo de sus trabajos en los retiros de bienes de equipo, calculados a partir de la información contable de las empresas.

La consideración de los estados contables de las empresas como fuente de primer orden para extraer información sobre las variables que determinan el proceso de acumulación de capital, pone a disposición del investigador una tercera posibilidad de medir el capital en términos de coste de reposición.

¹² Bitros y Kelejian (1974 y 1977); Cowing y Smith (1977); Lioukas (1980 y 1982); Bosshardt y Mairesse (1980); y Driver (1986).

Los datos sobre adquisición de activos fijos, retiros y depreciación, tanto acumulada como la dotación anual, así como del inmovilizado, nos permiten utilizar las ecuaciones 2.3 y 2.4 de una forma más apropiada que en los dos casos comentados más arriba. Ahora, la posibilidad de ajustar las mediciones a los conceptos es mucho mayor dado que la disponibilidad de datos detallados, e incluso muchas veces individualizados, así lo establece.

Dada la fuente de información y el tipo de estadísticas manejadas, podemos denominar a este tercer método, Método Contable (MC), y al capital que se obtiene, **capital contable**, para diferenciarlo de las otras aproximaciones comentadas. Así pues, este método se concibe como un intento de recoger detalladamente las múltiples modificaciones que experimenta el inmovilizado a lo largo del ejercicio. De acuerdo con Bosshardt y Mairesse (1980), al inmovilizado bruto del año anterior se le añaden las inversiones, los incrementos en participaciones de otras sociedades, el saldo de transferencias de crédito al balance que afectan a los inmovilizados brutos y las operaciones de revaluación del periodo. Descontando las cesiones y traspasos de inmovilizado y las disminuciones en participaciones de otras sociedades, se obtiene el inmovilizado bruto del año en curso. Evidentemente, esta forma de operar nos conduciría a determinar el stock de capital en términos brutos, pero dada la profusión de datos que es posible obtener de los balances de la contabilidad empresarial, Wadhvani y Wall (1986), Bond y Deveraux (1990), y en España, Martín y Moreno (1991), especifican también los pasos a seguir para obtener una medición del capital en términos netos. Ahora bien, mientras que los retiros se pueden obtener directamente, comparando las partidas del balance correspondientes a la depreciación corriente y la variación en la amortización acumulada, no ocurre lo mismo con el cálculo de la depreciación, que depende de los supuestos que se establezcan sobre el esquema de depreciación elegido por la empresa.

No debemos pasar por alto la observación de que siempre que el cálculo de la depreciación contable corriente esté sometida a la arbitrariedad de una ley fiscal, o a la propia del investigador que, en cualquier caso, impondrá un esquema de depreciación preestablecido de acuerdo con alguna de las funciones de distribución más sencilla conocida (generalmente se utiliza el esquema de depreciación exponencial del cual se deriva una tasa de

depreciación proporcional constante), se estará sometiendo a la empresa a una rigidez que puede llevarle, en periodos de inestabilidad económica, a contabilizar una depreciación bastante alejada de la realidad, y que en poco o casi nada se parecerá a la depreciación que los equipos productivos puedan experimentar teniendo en cuenta las múltiples causas que actúan simultáneamente sobre la misma.

Por todo ello, reconociendo que es relativamente sencillo estimar correctamente los retiros de capital a partir de la contabilidad empresarial, aunque bastante complejo si se opta por realizar un seguimiento individualizado de los equipos a lo largo del tiempo, y dada la dificultad inherente al cálculo de la depreciación, consideramos que el método contable, por la conveniencia de sus múltiples propiedades, debe utilizarse fundamentalmente para el cálculo del capital bruto. La contabilidad empresarial, y con ella el método contable, ofrece una clara ventaja comparativa sobre las cuentas nacionales y el método del inventario perpétuo, al basarse directamente en los activos fijos instalados y no en una supuesta función de distribución de los retiros. Si denominamos R_t a los retiros, la ecuación dinámica del capital puede reescribirse como:

$$[2.11] \quad K_t^g = \int_{-\infty}^t [I_s^B - R_s] ds + I_t^B - R_t$$

Aún así, sigue existiendo un problema adicional en la aplicación del método contable derivado de que los valores consignados en los balances suelen ser los valores nominales históricos, valores de los inmovilizados a precios del año de adquisición, mientras que los valores que se han de utilizar en la aplicación de la ecuación 2.11 deben expresar valoraciones al coste de reposición. La conversión analítica de unos en otros exigiría un sencillo ajuste de los precios año a año¹³, pero la situación se complica si

¹³ Una característica común a los distintos trabajos citados en el texto como referencia indiscutida del método contable, es la de señalar como principales problemas de este método tanto la elección de la tasa de depreciación para calcular el stock neto, como el de los ajustes de precios que se precisa

no se conoce la distribución por edades de los equipos productivos, lo cual obligaría a adoptar algún tipo de supuesto sobre el periodo medio de vida, tanto de los activos retirados como de los que permanecen, en la línea de los supuestos de las ecuaciones 2.6 y 2.7.

Si en estos momentos tuviésemos que hacer una recapitulación, la cuestión fundamental que se debería señalar es la enorme dificultad que presentan los distintos métodos al uso, especialmente diseñados para medir el capital por su coste de reposición, para aproximar la depreciación. Sobre todo cuando ésta se concibe como lo venimos haciendo en este trabajo: variable y representativa del conjunto de minoraciones que puede experimentar el capital como consecuencia tanto del deterioro como de la obsolescencia.

Ahora bien, si lo que se pretende es obtener el stock de capital en términos netos, imprescindiblemente habremos de profundizar un poco más en el concepto de la depreciación. No en la depreciación contable ni la que se desprende de cualquier supuesto ad hoc sobre la estructura de los retiros o los esquemas de depreciación empresarial, sino en las posibilidades reales de obtener una medición económica de la misma. En esta línea, la literatura de los años ochenta ha sido bastante fructífera, y en estos momentos es posible identificar dos vías alternativas de estudio, una desarrollada a nivel microeconómico y otra fundamentada en el análisis agregado.

En la primera de ellas, Hulten y Wykoff (1980 y 1981), Wykoff (1989) y Jorgenson (1989) entre otros, han tratado de estimar la depreciación económica a partir de los precios de los distintos activos en los mercados de segunda mano. De acuerdo con las definiciones de Feldstein y Rothschild (1974) -véase más arriba la nota 10-, a medida que los activos envejecen su valor corregido por la inflación disminuye como consecuencia del deterioro y la obsolescencia. Así pues, si se toma en un corte transversal la relación precio-edad de los distintos bienes de equipo¹⁴, es posible ajustar una

realizar para pasar de la contabilización al coste histórico a la más apropiada contabilización al coste de reposición.

¹⁴ Es de suponer que en un año determinado existen diversos bienes de equipo de las mismas características técnicas y con la única diferencia establecida por la edad de cada uno de ellos, los precios de los cuales (precios que

función, generalmente no lineal, a partir de cuyas predicciones se puede estimar la depreciación económica como la tasa de variación del precio del activo con respecto a la edad, en un periodo determinado.

La lógica es muy sencilla, y como resultado se obtienen unas tasas de depreciación por tipos de activo que deberían aproximar, en principio, los efectos conjuntos del deterioro físico, el deterioro económico y la obsolescencia tecnológica, siempre de acuerdo con la definición de Feldstein y Rothschild. Lo curioso es que en la mayor parte de los trabajos empíricos que se han llevado a cabo, el esquema de depreciación que se obtiene no permite rechazar el supuesto de las tasas de depreciación constantes. Así pues, este procedimiento parece reforzar la opinión de aquellos que sugieren utilizar la ecuación 2.8 para generar la serie del stock de capital neto, bajo el supuesto de una tasa de depreciación, o estructura de tasas por categorías de bienes, constante a lo largo del tiempo.

La segunda vía se podría resumir en los trabajos de Baily (1981a, 1981b y 1982). El objetivo se establece en la obtención de una valoración económica agregada del stock de capital neto, a partir de las medidas preexistentes del capital valorado al coste de reposición. Frente a la mayor parte de la literatura que utiliza modelos de generaciones y que no se plantea la construcción de un índice agregado del stock de capital, Baily trata de obtener, de acuerdo con su propio desideratum, la gelatina de capital del modelo putty-putty de Solow (entiéndase como que el capital antiguo es equivalente a una cantidad algo más pequeña de capital nuevo), construida sobre bases menos arbitrarias a partir de la obtención de los denominados "servicios del capital" en términos de valor. Para comprender el procedimiento de Baily conviene recuperar la ecuación 2.1; en ella se pueden aproximar los servicios del capital por el valor de la empresa, PV, multiplicando los valores del ratio q por la medida del capital al coste de reposición. Evidentemente, en situaciones de equilibrio caracterizadas porque el ratio q toma el valor unidad, ambas medidas coincidirán.

registran en el mercado de segunda mano), están debidamente contabilizados en las estadísticas. De la misma forma, es posible tomar como referencia un determinado bien de equipo y realizar un seguimiento del mismo a lo largo del tiempo en los mercados de segunda mano.

La principal aportación de este autor a la discusión en torno a la depreciación consiste en la lectura particular que hace del esquema propuesto en Feldstein y Rothschild (1974), al cual añade una nueva variable, la **obsolescencia estructural**, como causa de la depreciación económica. Tal y como ya comentámos más arriba, la elevación de los precios de la energía, el cambio en los patrones del comercio internacional, la proliferación de programas de regulación tales como los de control de la contaminación, los cambios en los precios relativos debidos a alteraciones en la composición de la producción, etc., pueden acabar provocando la obsolescencia de una parte significativa del equipo de capital más antiguo. De esta forma, cualquier cambio experimentado por el sistema económico que acelere la depreciación por la vía de una mayor obsolescencia, tendrá una repercusión inmediata en los valores del ratio q y, de aquí, también en los servicios del capital SK , dado un valor (en su caso las estimaciones oficiales obtenidas con el MIP) del stock de capital al coste de reposición $p_k \cdot K^R$, que no se verá afectado por dichos cambios.

$$[2.12] \quad SK \equiv PV = q p_k K^R$$

La primera llamada de atención sobre esta forma de proceder es puesta de relieve por el propio autor, el cual prefiere hablar de una medida del índice de capital, IK , obtenida como una combinación del valor real de mercado y la serie convencional del stock de bienes de equipo¹⁵. Por otra parte, en Hulten, Robertson y Wykoff (1989) se cuestiona ampliamente la identificación entre el valor del capital y el valor financiero de la empresa, además de señalar que el declive del ratio q en el periodo de la crisis puede deberse a muchos otros factores además del incremento en la depreciación, en contra de lo que parece desprenderse del estudio de Baily.

Si bien es cierto que hay que tener en cuenta esta última crítica, no lo es menos el hecho de que la determinación del capital no puede obviar el

¹⁵ De una manera totalmente arbitraria, Baily propone la siguiente relación entre las variables de la ecuación 2.12 para construir su serie de capital:

$$IK = 1/3 SK + 2/3 p_k K^R.$$

proceso dinámico de creación-destrucción de capital que se esconde tras el fenómeno económico de la acumulación. Además, en el plano puramente analítico, el uso de la ecuación 2.12 por sí sola no permite el cálculo endógeno simultáneo de la depreciación económica y el capital. Se hace necesario pues, una revisión general del esquema de Baily para dar respuesta a todos estos problemas que se le plantean. Si se consigue esto, dispondremos de un método válido para aproximar el valor del capital desde un enfoque macroeconómico, con la consiguiente comodidad de trabajar con dato agregado.

Finalmente, aunque no menos importante, está la crítica al modelo teórico. El modelo desarrollado por Baily trata de encajar todos estos nuevos conceptos sobre la depreciación y la medición económica de los servicios del capital en la tradición neoclásica, lo cual le permite seguir hablando del capital como si de una gelatina maleable se tratase. Dos deficiencias fundamentales saltan a la vista, por una parte no considera costes de ajuste de ningún tipo y, por otra, supone una tecnología putty-putty con posibilidades de sustitución ex-post entre capital y trabajo. Bajo estas circunstancias nos debemos hacer las siguientes preguntas: ¿Existe una función de inversión teórica, más allá de un mero mecanismo empírico de ajuste del capital?, y todavía más importante, ¿Como es posible hablar de obsolescencias bajo el supuesto de capital maleable?. Evidentemente, sólo con tecnologías clay que conviertan el capital en no maleable será posible hablar con propiedad de la obsolescencia como determinante fundamental de la depreciación del capital. La supuesta maleabilidad del capital, implícita en las tecnologías putty-putty, limita la conceptualización de la depreciación al simple deterioro físico de los equipos instalados. Bajo las condiciones que se desprenden de este supuesto tecnológico, cualquier alteración de los precios relativos de los factores que incite a la empresa a desear una técnica productiva distinta a la que se venía utilizando, encuentra inmediatamente su reflejo en el ajuste global del capital instalado. El capital se acomoda a las nuevas circunstancias, sin ningún tipo de costes para la empresa, combinándose con el factor trabajo en la proporción óptima que surge de las mismas, independientemente de cual haya sido dicha proporción en el pasado inmediato. Evidentemente, un orden de cosas como el descrito hace difícil poder hablar del deterioro económico del capital e imposibilita, de una manera rotunda, la conceptualización de cualquier tipo

de obsolescencia. Más adelante desarrollaremos las implicaciones de trabajar con una tecnología que incorpora la parte clay en el modelo de producción, lo cual nos permitirá referirnos a la depreciación en su sentido más amplio que incluye tanto el deterioro como la obsolescencia, pero antes vamos a ver en que consiste básicamente esta nueva forma de afrontar el problema de la medición del capital, cuya principal virtud consiste en integrar en un mismo esquema valorativo tanto la depreciación como el capital, ambas en términos económicos, y por consiguiente reflejo claro de lo que ocurre con el deterioro y la obsolescencia de los equipos instalados. Esta forma de proceder la contraponemos a la práctica más generalizada, consistente en medir el acervo físico de bienes de equipo instalados en las empresas por su coste de reposición.

Desde esta nueva perspectiva tenemos, por una parte, que la información contable nos facilita una valoración del stock de capital medido al coste de reposición de los equipos, $p_k \cdot K^R$; y por otra disponemos de una valoración bursátil de los mismos, PV^B , fundamentada en los datos de su propia contabilidad que las empresas proporcionan al mercado de valores. Con ellos podemos generar los valores del ratio q de la siguiente forma:

$$[2.13] \quad q^A = \frac{PV^B}{p_k \cdot K^R}$$

También podemos establecer la siguiente relación entre valores teóricos de la empresa y del capital, es decir, los valores que surgirían como consecuencia de descontar el flujo de beneficios futuros esperados y el capital medido en términos de valor, valoraciones económicas ambas que realizan los agentes en el mercado cuando no solamente se tiene en cuenta la información contable que proveen las empresas, sino todo tipo de información y contingencias, presentes y futuras, que se es capaz de procesar en un momento determinado.

$$[2.14] \quad q^A = \frac{PV^*}{p_k \cdot K^*}$$

Si además suponemos que los agentes forman sus expectativas de manera estática, y esperan que los valores observados en el periodo se repitan en el futuro, seguirá siendo válida la relación que determina el valor de mercado de la empresa por el cociente entre el beneficio corriente y la tasa de interés. Evidentemente, se trata del beneficio económico, B^* , y no del contable, B .

$$[2.15] \quad PV^* = (pQ - wN) / r = B^* / r$$

Dado que todas las partidas constitutivas del beneficio contable son directamente valoradas por el mercado excepto la carga por depreciación del capital, se puede establecer la siguiente relación de ajuste entre ambas conceptualizaciones del beneficio:

$$[2.16] \quad B^* = B + \delta p_k K_{t-1} - m_t p_k K_{t-1}^*$$

En 2.16, δ representa la tasa constante de depreciación contable, y m_t la tasa variable de depreciación, que aproxima la valoración económica de todas las minoraciones que pueda experimentar el capital como consecuencia directa del deterioro, tanto físico (output decay) como económico (input decay), y la obsolescencia, tanto tecnológica como estructural. La suma de los dos primeros términos de la parte derecha constituye el beneficio bruto contable, BB^{16} . Reconsiderando las cuatro ecuaciones anteriores podemos escribir la siguiente relación:

$$[2.17] \quad q^A = \frac{BB - m_t p_k K_{t-1}^*}{r p_k K^*}$$

¹⁶ Curiosamente, en Baily (1981b) se plantea una relación entre beneficio bruto (correspondiente a nuestra definición de beneficio contable) y neto (semejante a nuestro beneficio económico) básicamente correcta. El beneficio neto se obtendría como diferencia entre el beneficio bruto y la depreciación, calculada ésta última como el producto de la tasa "económica" de depreciación (incluyendo los efectos de la obsolescencia) y el stock de capital convencional. A partir de aquí es fácil observar que un incremento en la obsolescencia provoca de inmediato una reducción del beneficio neto.

La ecuación 2.17 pone de manifiesto la inviabilidad del procedimiento apuntado por Baily, pero también contribuye a especificar de una forma analíticamente correcta las relaciones existentes entre los valores del ratio q , la depreciación y el valor del capital. Dados los valores del ratio q , el valor del capital depende directamente del flujo de beneficios futuros, y estos, a su vez, de la percepción que el mercado tiene de la depreciación "económica".

Una característica general de las modernas economías capitalistas es que la distribución no experimenta saltos significativos, sino que más bien se mueve a lo largo de una cierta tendencia, suave en su perfil y sin grandes altibajos a corto plazo. La estabilidad social dominante en estas economías así lo determina, incluso en periodos en los cuales la regla es el desajuste macroeconómico. En estos periodos de fuerte desajuste económico (principalmente durante las crisis) no se experimentan revalorizaciones o desvalorizaciones globales del capital, sino que más bien, lo corriente es que éstas sean bastante parciales, limitandose a la parte vinculada a los equipos que incorporan unas condiciones técnicas obsoletas. La inversión por una parte, el deterioro y la obsolescencia por otra, y los cambios en las condiciones económicas imperantes (cambios en la distribución), van a determinar la evolución del valor del capital a lo largo del tiempo. Considerando que ésta última se manifiesta por medio de las dos primeras, y que la inversión, en tanto que incorporación de equipos nuevos, recoge directamente la valoración de mercado de acuerdo con las condiciones del momento, podemos escribir la siguiente relación en términos de valor:

$$[2.18] \quad K^* = I^B + (1 - m) K^*_{-1}$$

Las ecuaciones 2.17 y 2.18 nos muestran cuales son las repercusiones de los distintos fenómenos económicos, en especial el progreso técnico y el cambio estructural, que provocan obsolescencia e incrementan la depreciación, sobre los beneficios, la depreciación y el valor del capital. Simultáneamente, también establecen el marco apropiado para obtener endógenamente las valoraciones económicas de la depreciación y el capital, dado un valor del capital inicial que se podría corresponder con el coste de reposición de los equipos instalados si buscamos un año en que el ratio q sea

igual a la unidad. Así pues, la utilización secuencializada de las dos ecuaciones anteriores nos permite generar los valores de la depreciación y el capital en términos de valor, cuando los agentes descuentan los efectos del deterioro y la obsolescencia sobre los beneficios y sobre el capital. De alguna manera, esta forma de proceder nos devuelve al inicio del problema presentando una forma alternativa de medir el capital por su valor económico. La principal virtud es que hace mención explícita del proceso de acumulación, pero esto mismo nos obliga a continuar adelante nuestra investigación, ahora de la mano de la variable inversión.

A lo largo de todo el desarrollo anterior, no se han tratado para nada los fundamentos conceptuales y teóricos de la inversión, sencillamente se han propuesto diferentes formas de medir el capital, considerando que los registros estadísticos disponibles sobre la inversión, ya sea en términos de formación de capital fijo (tal y como lo hace la Contabilidad Nacional y demás registros macroeconómicos con mayor o menor grado de agregación), o bajo la forma de adquisición de activos fijos por parte de las empresas (recogidos directamente de sus respectivas contabilidades), se corresponden, o cuando menos están relacionados, con los planes empresariales que en cada caso el modelo teórico elegido establece como óptimos a partir de las condiciones de primer orden.

Ahora nos proponemos profundizar en el análisis de esta variable, y para ello empezaremos con un análisis descriptivo del concepto de inversión, sobre la base de su posible descomposición en distintos subagregados con la suficiente entidad, cada uno de ellos, como para enriquecer el marco de análisis en el cual se inserta. Posteriormente, analizaremos las distintas modelizaciones del proceso de optimización que han sido referencia obligada en el estudio del proceso de acumulación y, más concretamente, de los determinantes de la inversión. De esta forma, veremos que la evolución histórica del esquema teórico en el cual se ha llevado a cabo el estudio de la inversión y del cual se pretende extraer continuamente evidencia (lógica, que no empírica) respecto a la existencia de una Función de Inversión y sus determinantes fundamentales, no es ajena a la evolución paralela que han experimentado los conceptos de depreciación y capital.

2.4 LA INVERSION Y SUS COMPONENTES.

Tradicionalmente, la descomposición macroeconómica de la inversión bruta se ha llevado a cabo separando entre depreciación, por una parte, e inversión neta por otra. Planteada en sus orígenes como una mera descomposición estadística en la cual la depreciación se obtiene sencillamente como el producto de una tasa constante por el stock de capital del año anterior, la inversión neta se asoció con el concepto de inversión de capacidad, $I^N \equiv I^C$, mientras que la depreciación quedó vinculada al concepto de inversión de reposición, $\delta \cdot K_{t-1} \equiv I^{REP}$.

$$[2.19] \quad I_t^B = I_t^N + \delta K_{t-1} = I_t^C + I_t^{REP}$$

A lo largo de la década de los setenta, y tomando como referencia el trabajo de Feldstein y Foot (1971), se derivó hacia una caracterización de la inversión bruta que, en función del objetivo establecido por la empresa sobre la evolución futura de la capacidad productiva, reconocía dos componentes diferenciados por su motivación, uno dirigido a la expansión y otro cuyo fin último era reemplazar y modernizar la parte de la misma que se había depreciado.

Con este nuevo marco conceptual que pone el acento en los efectos de la inversión sobre la capacidad productiva, se pasa a hablar de inversión de expansión I^E por una parte, e inversión de reemplazamiento I^R , asociada a la depreciación, por otra. Además, se pretendía dar carta de naturaleza a una nueva forma de afrontar los problemas decisoriales de la empresa. Es decir, ahora la empresa, junto con otras variables, decidiría el volumen de inversión de expansión y el de reemplazamiento, simultáneamente y por separado. En otras palabras, la inversión de expansión quedaba establecida como sinónimo de inversión de capacidad en tanto en cuanto la inversión de reemplazamiento se identificaba con la depreciación. En términos de la conceptualización que se abandonaba, esto implica que la empresa toma decisiones sobre la inversión neta antes que sobre la inversión bruta.

$$[2.20] \quad I_t^B = I_t^E + I_t^R$$

En esos momentos, la discusión con respecto al reemplazamiento de los equipos productivos, incluyendo la modernización de los mismos, pasó a ocupar un lugar preponderante en las reflexiones sobre la inversión. Entre otras razones, por constituir cuantitativamente la parte más significativa de la inversión bruta total, pero más importante que esta razón cuantitativa, está la polémica abierta en torno a la cuestión de la no proporcionalidad de la depreciación respecto al stock de capital, y la que se refiere al carácter complementario versus sustitutivo de la inversión de reemplazamiento respecto a la inversión de expansión¹⁷.

Abandonado el supuesto de una tasa de depreciación constante, se postula que la inversión de reemplazamiento y modernización tiene como objetivo restañar las pérdidas sufridas en el equipo capital como consecuencia de la actuación simultánea de dos fuerzas básicas: el deterioro y la obsolescencia. En consecuencia, la situación que queda tras el reconocimiento de tantas y tan variadas causas de la depreciación, algunas de ellas bajo el control directo de los agentes económicos, en este caso las empresas, recibe un tratamiento más apropiado y de acuerdo con las líneas causales que se nos muestran en este cuadro más complejo, si se devuelve a la inversión bruta el estatuto inicial de variable de decisión, junto con la no menos importante decisión empresarial sobre la depreciación de los equipos productivos. En otras palabras, la empresa decide el volumen de inversión bruta y la magnitud de las minoraciones del stock de capital productivo. Evidentemente, este enfoque lleva asociadas dos implicaciones importantes; por una parte la depreciación deja de estar representada por una tasa constante y exógena, y por otra, la inversión neta se determina residualmente como diferencia entre las dos variables de decisión: inversión bruta y depreciación.

¹⁷ El nuevo marco conceptual se empieza a configurar en Feldstein y Foot (1971). Los postulados que aparecen en Feldstein y Rothschild (1974) y Nickell (1975) constituyen un punto de referencia, a partir de los años setenta, para aquellos que pretenden abordar el problema de la depreciación, sus causas y su relación con el reemplazamiento. En Eisner (1972), además, se discute la relación apuntada en el primero de los trabajos citados, sobre el papel estabilizador que la inversión de expansión y la de reemplazamiento juegan en el ciclo de la inversión.

$$[2.21] \quad I_t^B - M_t = I_t^N$$

Ahora bien, considerar el volumen de inversión bruta como un agregado informe y homogéneo, constituye un supuesto excesivamente simplificador que poco o nada aporta a la discusión. El mayor grado de complejidad introducido en el análisis de la depreciación nos lleva, en una primera aproximación, a ver que la inversión bruta comprende finalidades tan diversas como la ampliación de la capacidad productiva, la reposición o simple sustitución de los equipos, la mejora y remodelación de los métodos de producción existentes, la reducción de los costes de fabricación, y la introducción de nuevas técnicas así como la reestructuración del capital.

Hasta el momento se ha considerado que las decisiones que toma la empresa sobre la variable inversión, y cualquier desagregación relevante de la misma, se hace en función únicamente del objetivo establecido por la empresa respecto a la evolución futura de la capacidad productiva. A partir de ahora introduciremos en nuestro análisis el supuesto de que estas decisiones también se encuentran mediatizadas por el objetivo que se establece la propia empresa en términos de evolución futura del empleo, preocupación ésta directamente relacionada con el intento de mejorar la rentabilidad por medio de la reducción de costes. La diferenciación generacional de los bienes de equipo de acuerdo con la técnica que incorporan (relación empleo-capital), constituye una clave fundamental a la hora de comprender la forma en que las empresas se plantean la decisión de invertir.

En primer lugar fueron los modelos de generaciones de bienes de capital los que abordaron esta nueva contextualización de la inversión¹⁸. En estos modelos se sigue diferenciando entre inversión de capacidad e inversión de reemplazamiento. Las decisiones se siguen tomando en términos de inversión bruta por una parte, y retiros o depreciación por otra. La inversión bruta es técnicamente homogénea, todos los bienes de equipo de nueva generación

¹⁸ Los modelos de generaciones han sido además los que han tratado de endogeneizar la depreciación, incorporando explícitamente en el análisis el fenómeno de la obsolescencia tecnológica y/o el deterioro económico del capital. Consecuentemente, han constituido el marco apropiado para trabajar con el supuesto de una tasa de depreciación variable.

incorporan la misma relación empleo-capital; y contribuyen a la creación de capacidad productiva a la misma tasa, que es a su vez la misma a la cual la destruyen los equipos retirados. Ligado al hecho de que el reemplazamiento de equipos que se han vuelto obsoletos no altera para nada la capacidad preexistente, se ha convenido en diferenciar la inversión agregada en dos componentes: la inversión de capacidad I^C y la de reemplazamiento I^R . La inversión de capacidad se tiende a identificar con la neta (residual) y con la de expansión. Sus propiedades son las de crear capacidad y empleo a las tasas tecnológicamente vigentes en el momento de realizar la inversión, es decir, las correspondientes a la última generación. La inversión de reemplazamiento, identificada con la depreciación económica y los retiros, genera dos efectos de signo opuesto sobre el empleo, mientras deja inalterada la capacidad productiva. Por una parte, en tanto que inversión, crea empleos a la tasa correspondiente a la última generación, mientras que por otra, en el curso de reemplazar los equipos deteriorados u obsoletos, provoca una destrucción de empleos a la tasa correspondiente al año en que aquellos se instalaron. El resultado neto de la inversión de reemplazamiento sobre el empleo depende, pues, de las condiciones económicas dominantes, aunque la realidad de las economías occidentales, en la actualidad, se caracteriza por una continuada intensificación capitalista de las nuevas generaciones de bienes de equipo, de la cual se deriva una destrucción neta de empleos. La inversión de reemplazamiento es pues, fundamentalmente, economizadora de trabajo. En general, podríamos escribir:

$$[2.22] \quad I_t^B - I_t^R = I_t^C$$

Bajo tecnologías clay-clay, para las cuales parece especialmente indicada la anterior diferenciación de la inversión bruta, la sustitución entre los factores capital y trabajo y la evolución del empleo global, se manifiestan a través de reemplazamientos acelerados o ralentizados de los equipos productivos, de tal forma que si la inversión de reemplazamiento es preponderante, se acelera la sustitución de trabajo por capital, mientras que esta sustitución se ve ralentizada si es la inversión de capacidad la que predomina porcentualmente en el volumen de inversión bruta total¹⁹. El

¹⁹ Véase Bernard (1977) y Fayolle (1980).

reemplazamiento de equipos productivos afecta negativamente al empleo bajo supuestos relativos a la regularidad de la senda temporal que siguen ciertas magnitudes económicas. Si como es de esperar, de acuerdo con este tipo de modelos, la productividad del capital no muestra tendencia alguna y la productividad del trabajo crece a una tasa constante, el empleo destruido retirando equipos antiguos es proporcionalmente mayor, por unidad de inversión, que el empleo repuesto por los equipos nuevos.

La inversión de reemplazamiento, bajo tecnologías de tipo clay-clay, incorpora de una manera "normal" relaciones más intensas capital-trabajo, a un ritmo predeterminado de eficiencia relativa de los factores, y por consiguiente el mantenimiento del nivel de empleo exigirá una tasa determinada de crecimiento de la inversión de capacidad (neta), por debajo de la cual, el nivel de empleo se vería reducido.

Nuestra preocupación por ofrecer un esquema integrado nos lleva a formularnos la siguiente pregunta: ¿cual sería la descomposición de la inversión bruta más apropiada para trabajar con el supuesto de una tecnología putty-clay?. Hemos visto que la descomposición anterior se fundamenta en el supuesto de que todos los bienes de equipo de nueva generación incorporan la misma relación empleo-capital, y que ésta viene determinada a lo largo del tiempo por la tasa de crecimiento de la eficiencia del factor trabajo. Las posibilidades de sustitución entre los factores se ven así limitadas tanto ex-ante como ex-post. Sólomente con el paso del tiempo y el correspondiente reemplazamiento de equipos viejos con una intensidad capitalista menor, por equipos de las nuevas generaciones que incorporan una menor relación empleo-capital, permite adaptar muy lentamente la relación técnica utilizada por la empresa, a la que se correspondería óptimamente con las nuevas circunstancias económicas.

La tecnología putty-clay, por el contrario, se caracteriza por las mayores posibilidades que ofrece a la empresa para sustituir entre los distintos factores productivos, aún cuando ésta se concentre en el periodo en que se está planeando la inversión, viéndose radicalmente reducida una vez los equipos ya han sido instalados en las empresas. Resulta conveniente, por ello, diferenciar entre dos tipos de bienes de equipo de nueva generación en

función de cual sea la intensidad capitalísta que incorporan. Por una parte, existen equipos que se adaptan a la pauta "normal", antes aludida, de reducción sistemática de la relación empleo-capital (la mayor parte de ellos). Por otra, consideraremos que la empresa tiene la posibilidad de recurrir, ex-ante, a un tipo de bienes de equipo diferenciados tecnológicamente de los anteriores, en tanto en cuanto incorporan una relación empleo-capital diferente a la que les correspondería en el punto concreto en que se encuentran de la senda temporal "normal" de dicha relación técnica.

Al tratar de integrar esta diferenciación técnica entre los bienes de equipo con la anterior dicotomía entre objetivos que persigue la empresa (capacidad productiva y empleo), nos aparece un esquema de descomposición de la inversión bruta que, según nuestro parecer, se acomoda perfectamente a las circunstancias de una tecnología putty-clay. Por una parte, cuando la empresa decida invertir haciendo uso de estos bienes de equipo que no se rigen por la regla técnica dominante, hablaremos de inversión de productividad (I^P). Esta inversión irá encaminada fundamentalmente al reemplazamiento de equipos deteriorados u obsoletos. Pero además, la incorporación al análisis de estos bienes de capital que transmiten una alteración en el devenir tecnológico "normal", si bien supone una racionalización de los procesos productivos que se materializa en cambios en la relación capital-trabajo, también puede provocar otros efectos tales como: causar la muerte prematura de ciertas plantas antiguas acelerando los retiros (fenómeno éste que ya aparecería recogido en la depreciación económica); disminuir la producción de plantas antiguas; o encontrarse con problemas de capacitación de la mano de obra, de suministro de otros inputs, o de mercados, en la plantas nuevas, suficientes como para que estas hayan de mantenerse funcionando por debajo del nivel de plena capacidad. Existe por lo tanto en ésta inversión de productividad, un coste que hay que asumir por reducir los requerimientos del factor trabajo: una cierta reducción de capacidad productiva. No parece concebible que puedan reducirse diferencialmente los costes de fabricación en aras de aumentar la competitividad sin incurrir en mermas diferenciales en el volumen de ingresos. Además, la inversión de productividad está muy relacionada con la depreciación. Tanto es así que podemos afirmar que provoca los retiros puros y simples de determinados equipos productivos, disminuyendo simultáneamente

tanto el empleo como la capacidad productiva.

Por otra parte, cuando la empresa se decida por el otro tipo de bienes de equipo de nueva generación que obedecen a una norma técnico-temporal preestablecida, todavía cabrá hablar de dos conceptualizaciones diferentes de la inversión: inversión de sustitución (I^S) e inversión de expansión o neta de capacidad (I^E). La inversión de sustitución es también una parte fundamental del reemplazamiento, y su característica fundamental es que deja inalterada la capacidad productiva. Los efectos de la inversión de sustitución sobre el empleo dependen de las condiciones económicas ambientales, aunque de acuerdo con lo señalado más arriba, la creación de puestos de trabajo no alcanzará a los destruidos, experimentándose una destrucción neta. La inversión de expansión, obtenida de forma residual (inversión neta), incrementa directamente la capacidad productiva y el empleo a la tasa "normal" correspondiente a la última generación de bienes de equipo. El esquema interpretativo que proponemos se puede resumir en las ecuaciones siguientes:

$$[2.23] \quad I_t^B = I_t^N + M_t$$

$$[2.24] \quad I_t^N = I_t^E$$

$$[2.25] \quad M_t = I_t^S + I_t^P$$

$$[2.26] \quad I_t^B = I_t^E + I_t^S + I_t^P$$

Las empresas deciden el volumen de inversión bruta (I^B) y las minoraciones del stock de capital o depreciación económica (M). Residualmente, como diferencia entre ambas, se obtiene una inversión neta o de expansión ($I^N \equiv I^E$). A posteriori, solo en función de sus efectos sobre la capacidad y el empleo, es posible discriminar entre inversión de sustitución

e inversión de capacidad. Esta clasificación rompe con los esquemas más convencionales, antes mencionados, que identificaban la inversión de expansión con la de capacidad. La inversión de expansión es idéntica a la inversión neta, pero éstas no son equivalentes a la inversión de capacidad. En realidad, la inversión de capacidad no existe como tal inversión, sino que más bien hay que considerar que tanto la inversión de expansión como la de productividad tienen efectos sobre la capacidad productiva. Como es lógico, si no existiese inversión de productividad seguiría siendo válida la vieja asociación entre inversión de expansión o neta e inversión de capacidad. Por otra parte, podemos afirmar que tampoco existe una inversión de reemplazamiento como tal, y que, en realidad, lo que observamos es que el reemplazamiento efectivo de los equipos depreciados (M) se lleva a cabo por medio de la inversión de sustitución (I^S) y/o la inversión de productividad (I^P)²⁰.

La inversión de productividad obedece a la persecución de objetivos relacionados con la mejora de los métodos de producción existentes, el abaratamiento de los costes de fabricación e introducción de nuevas técnicas. Dado que ya la inversión de sustitución implica una introducción "normal" o autónoma de nuevas técnicas, la inversión de productividad no puede ser concebida sino como alteraciones directas o endógenas de la relación capital-trabajo, a un ritmo distinto al que nos viene impuesto en los modelos con tecnología clay-clay por el simple recambio generacional en los equipos reemplazados. En realidad, esto es lo mismo que decir que la inversión de productividad nos traslada desde el ámbito de los modelos clay-clay al de los

20 Queremos dejar muy claro que la división entre inversión de capacidad e inversión de reemplazamiento se corresponde con un orden de cosas en el cual la empresa, maximizadora de beneficios, decide en función de los efectos que la inversión tiene sobre la capacidad productiva. En el momento en que introducimos la posibilidad de que la persecución del beneficio máximo se realice en términos de actuaciones discrecionales tanto sobre la capacidad productiva como sobre el empleo, más allá del estrecho margen que establecen unas relaciones tecnológicas de tipo clay-clay, dicha división entre inversión de capacidad y de reemplazamiento deja de tener sentido. En nuestro esquema interpretativo, típico de una tecnología putty-clay, los distintos tipos de inversión se configuran en función de sus efectos diferenciados sobre ingresos y costes. Se supone pues, que la empresa se plantea objetivos tales como la ampliación de la capacidad productiva, la reposición de equipos y el abaratamiento de costes laborales.

modelos con un tecnología putty-clay, al permitir que la empresa pueda elegir, ex-ante, entre distintos tipos de bienes de equipo con intensidades capitalistas diferenciadas.

La estructura de la inversión bruta y las finalidades que con ella se persiguen son muy diversas. La inversión es el vehículo principal de introducción de innovaciones, de output y de procesos, y no parece muy apropiado suponer, ex-ante, coeficientes fijos determinados exclusivamente por el progreso técnico exógeno, aunque incorporado, aumentativo de la eficiencia del trabajo. Esta introducción de nuevas técnicas, determinadas endógenamente por alteraciones importantes en los precios relativos, el ahorro de energía o los cambios en la estructura productiva, entre otros, apunta hacia la utilidad de desagregar, como lo hemos hecho más arriba, entre los distintos tipos de inversión.

2.5 LOS MODELOS DE PRODUCCION Y LA DEMANDA DE INVERSION.

El estudio de la inversión, más allá de las demandas óptimas de los factores que se derivan de las situaciones de equilibrio de estado estacionario, nos traslada a un escenario caracterizado por el desequilibrio. Un precio de demanda mayor que el correspondiente precio de oferta de los equipos constituirá un claro incentivo a la acumulación; de la misma forma que si el coste de oportunidad de retirar una máquina es menor que el beneficio que de ello se desprende, se observarán movimientos consistentes en retirar equipos, con el consiguiente efecto negativo sobre el empleo y la capacidad productiva. La inversión y la depreciación, como fenómenos propios del desequilibrio, delimitan una senda para el "capital" que sólo en ese mismo marco de desequilibrio tiene sentido analizar.

Por otra parte, a pesar de todo lo dicho con respecto a la conceptualización de la inversión en el apartado anterior, y que consideramos de máximo interés dado el papel tan fundamental que adopta esta variable en el análisis económico, sin una **Función de Inversión** no es posible llevar a cabo un estudio de la misma que, trascendiendo el más simple ejercicio estadístico-descriptivo, se sitúe en el ámbito de las líneas de causalidad y de las fuerzas que subyacen a las decisiones de inversión.

La conclusión que se puede extraer de los dos párrafos anteriores es clara e inmediata: el modelo de producción de acuerdo con el cual la empresa optimizadora toma decisiones, y en el cual debemos centrar nuestro estudio, ha de ofrecer entre sus principales resultados sendas reglas para invertir y depreciar, de manera que el proceso encaminado a la consecución del equilibrio quede recogido explícita y detalladamente por la senda que conjuntamente las dos determinan.

En la literatura se ha combinado el desarrollo de modelos de decisión empresarial, de donde es posible derivar una función explícita de inversión (teórica), con otros desarrollos en donde la función de inversión no es más que un simple argumento empírico en el cual la intuición económica del investigador juega un papel primordial para establecer las líneas de

causalidad. Curiosamente, el estudio de la inversión se ha caracterizado más por este segundo tipo de desarrollos que por el primero. La constante de acudir a la demanda de "capital", que se determina óptimamente en el equilibrio, para extraer evidencia respecto a la demanda de inversión, nos obliga a plantear en este apartado una breve revisión de los antecedentes en cuanto a procedimientos y metodología que se han seguido en el estudio del proceso de acumulación. Aún cuando no está en nuestro ánimo ni en el objetivo de este trabajo ser exhaustivos, trataremos de orientar esta panorámica hacia una conceptualización coherente con el contexto que hemos ido perfilando, paso a paso, en los apartados anteriores.

Hasta fechas muy recientes, el esquema básico resulta de la composición de una serie de conceptos analizados en compartimentos estancos, e integrados después a fuerza de supuestos bastante arbitrarios y al coste de perder una visión global de los problemas que se relacionan con el proceso de acumulación. La elección de un modelo para la inversión neta, consistente en decidir el mecanismo de ajuste al capital deseado; La especificación de un modelo independiente para la inversión de reposición; La demanda óptima de capital con sus determinantes; el mecanismo de formación de las expectativas; y la estructura temporal de los retardos, son las partes que componen ese todo heterogéneo que se dió en denominar teoría de la inversión.

Los primeros intentos de acercamiento al estudio de la inversión²¹, se hicieron en base a dos tipos de mecanismo: el acelerador y el acelerador flexible. Según estos, la inversión neta corrige los desajustes entre niveles deseados y observados del stock de capital. En el primer caso, nivel deseado (K_t^+) y realizado (K_t) coinciden.

$$[2.27] \quad I_t^N \equiv K_t - K_{t-1} = K_t^+ - K_{t-1}^+$$

$$[2.28] \quad I_t^N \equiv K_t - K_{t-1} = (1-\tau) [K_t^+ - K_{t-1}^+]$$

²¹ Se puede hacer un seguimiento de los múltiples trabajos -fundamentalmente empíricos- anteriores a la década de los setenta en Jorgenson (1971), Elliot (1973) y Klein (1974).

El paso siguiente consistía en especificar un modelo para la inversión de reposición que, generalmente, se determinaba como una proporción constante δ del capital del periodo anterior. Con todo ello, y dado que 2.27 es un caso especial de 2.28 para $\tau=0$, podemos escribir el modelo de inversión como sigue:

$$[2.29] \quad I_t^B = (1-\tau) [K_t^+ - K_{t-1}] + \delta K_{t-1}$$

Con respecto a la determinación del stock de capital óptimo se probaron distintos modelos, tanto separada como conjuntamente, entre los que cabe destacar el modelo de liquidez, en el cual el capital deseado es proporcional al flujo de fondos internos disponibles para invertir (L); el modelo de beneficios esperados, según el cual el capital deseado es proporcional al valor de mercado de la empresa (V); y el modelo del acelerador que determina un stock de capital deseado proporcional al output o las ventas (Q). Todas estas variables representan valores esperados por la empresa, que los diversos investigadores aproximaron mediante el mecanismo de formación de expectativas adaptativas.

$$[2.30] \quad K_t^+ = \alpha \cdot L$$

$$[2.31] \quad K_t^+ = \beta \cdot V$$

$$[2.32] \quad K_t^+ = \gamma \cdot Q$$

Jorgenson (1963) y Jorgenson y Siebert (1968) probaron el que ellos denominaban modelo neoclásico, haciendo depender el capital deseado del cociente entre el output (Q) y el coste de uso del capital en términos reales (c/p).

$$[2.33] \quad K_t^+ = \lambda (p \cdot Q / c)$$

Finalmente, para completar el cuadro analítico, se consideraba que el desajuste entre demanda y oferta de bienes de equipo podía quedar recogido mediante una determinada estructura temporal de retardos distribuidos afectando al proceso de inversión, a la manera del esquema geométrico de

Koyck u otros esquemas más sencillos, pero siempre tan arbitrarios como éste.

Aún cuando las diferencias entre los tres primeros modelos comentados apenas resultan significativas, y se considera que entre todos ellos existen vínculos y superposiciones muy significativos, las estimaciones llevaron a elegir el modelo "neoclásico" de Jorgenson como el modelo más apropiado. Ahora bien, la fundamentación microeconómica que justificaría cada una de las dos ecuaciones alternativas 2.32 y 2.33 sí que plantea una diferencia fundamental en cuanto al modelo de producción subyacente, el modelo del acelerador incorpora una hipótesis tecnológica adicional, la existencia de proporciones fijas entre los distintos factores productivos, mientras que el modelo de Jorgenson nos introduce en el mundo más complejo de la sustituibilidad entre los factores.

Una consecuencia inmediata que se desprende de esta opción por el modelo de Jorgenson, ha sido el tradicional olvido de los beneficios en cuanto a su papel como posible determinante explícito de la inversión, hasta que ya en los años ochenta, se formularon distintos modelos de producción en los cuales el ratio Q-Tobin se convierte en la variable fundamental para la determinación de la inversión.

Los desarrollos que siguieron a Jorgenson en el plano teórico, llevaron a profundizar en las especificaciones concretas del modelo de producción, incidiendo en las distintas posibilidades en cuanto al grado de perfección de los mercados y formas de la función de producción. Estos desarrollos tenían como único objetivo la obtención, en un planteamiento estático, de la demanda de capital. Por lo tanto, sigue siendo aplicable el anterior esquema de componentes independientes, como referencia de lo que se entendía por teoría de la inversión. La novedad surgió de la contraposición entre los dos enfoques en cuanto a las posibilidades de sustitución entre los factores. Mientras unos ponían el énfasis en el efecto acelerador que la actividad productiva provoca sobre la dinámica inversora, otros incidían más en el efecto de las variaciones en los precios relativos de los factores y el correspondiente incentivo a la sustitución entre ambos. Como consecuencia del esfuerzo por establecer vínculos estrechos entre la teoría de la inversión y la teoría de la empresa, a la cual se le supone un comportamiento

optimizador, se desarrollaron dos programas alternativos que dieron lugar a especificaciones distintas de la demanda de capital según el escenario en el que se inserta la empresa optimizadora; y también como consecuencia de ello, lo primero que se puso en entredicho fue la propia especificación debida a Jorgenson de la demanda óptima de capital (ecuación 2.33).

El esquema básico de referencia lo constituye el caso de la empresa no restringida, precio aceptante, con una tecnología putty-putty y rendimientos decrecientes a escala, de cuyo programa de optimización se deriva la **demanda nocial** de capital.

$$[2.34] \quad K_t^+ = K(c/p, w/p)$$

Alternativamente, también se pueden considerar otros ambientes económicos tales como el de la empresa con restricciones de liquidez o la restricción de ventas futuras, conocida de antemano sin incertidumbre. En este último caso, el programa de optimización nos ofrece la **demanda efectiva** de capital²².

$$[2.35] \quad K_t^+ = K(c/w, Q)$$

Como se puede ver en la ecuación 2.35, la demanda efectiva de capital recupera el efecto acelerador y lo combina con el efecto precios relativos que expresa la posible sustituibilidad entre los factores. Estas dos últimas ecuaciones, así como la forma funcional concreta que tomará, en cada una de ellas, la función de producción (las distintas alternativas lo són en tanto que establecen diferentes grados de sustituibilidad entre los factores de producción), nos completan el cuadro por lo que respecta a la determinación del stock de capital deseado, pero todavía sigue abierto el flanco correspondiente al modelo de reposición y al tipo de ajuste dinámico de la inversión.

22 Como primera aproximación se supone también perfecta maleabilidad del capital, que junto a la certidumbre sobre la restricción de ventas futuras nos mantiene en la esfera de la tecnología putty-putty. En cambio, dado que el output viene determinado por la restricción, ya no es necesario el supuesto de rendimientos decrecientes a escala.

Una gran parte de la literatura sobre la inversión ha tomado como referencia alguno de los dos casos anteriores, ha supuesto que la depreciación es proporcional al capital, y se ha centrado en el problema de las anticipaciones y retardos de la función de inversión entendida como proceso de ajuste al capital deseado, tratando de obtener la "mejor" especificación dinámica bajo el supuesto implícito de costes de ajuste externos a la empresa tales como los retrasos entre los pedidos, las entregas y la instalación²³. Algunos trabajos, como por ejemplo Muet (1979) y Catinat, Cawley, Ilzkovitz, Italianer et Mors (1987), tratan de estimar la función de inversión bajo el supuesto de que a un mismo tiempo coexisten empresas que se encuentran en alguno de los regímenes posibles (demanda nocional, demanda efectiva-restricción de output, y restricciones de liquidez) intentando contrastar el efecto global y periodificado de cada uno de los determinantes sobre el volumen de inversión.

Dos han sido las líneas de investigación desarrolladas al margen de lo comentado en los párrafos anteriores. Por una parte, y ya desde los años sesenta, se hizo un esfuerzo por acabar con la arbitrariedad en el tratamiento de los costes de ajuste del capital. Al mismo tiempo que se generalizaba el uso de modelos teóricos basados en la optimización intertemporal, se pasaba a considerar los costes de ajuste como una variable endógena que afectaba simultáneamente tanto a la función objetivo como a los valores concretos que toman las variables de elección empresarial.

La consideración explícita de los costes de ajuste vinculados a la inversión tiene un punto de partida en Eisner y Stroz (1963), y a partir de entonces muchos han sido los modelos de producción que han incorporado los costes de ajuste a la función objetivo de la empresa²⁴. Simultáneamente, la elección se decantaba por considerar costes internos interrelacionados con el proceso de producción (instalación, formación, planificación de inversiones, etc.) frente a la alternativa de los costes externos claramente apartados del

²³ Gould (1969); Eisner y Nadiri (1968 y 1970); Villa, Muet y Boutiller (1980), entre otros.

²⁴ Lucas (1967); Gould (1968); Treadway (1969 y 1972); Nickell (1975) y Brechling (1975).

proceso de producción (p.e. incrementos de precios de los factores provocados por la empresa monopsonista o por la avalancha de múltiples empresas competitivas).

El punto álgido de esta forma de proceder se consiguió en la década de los ochenta con la publicación de los trabajos de Yoshikawa (1980) y Hayashi (1982), los cuales integraron la teoría de la inversión neoclásica con los postulados de Tobin (1969) relativos al análisis financiero de la empresa. En general, se conseguía distinguir la demanda de inversión de la demanda de capital en un modelo de producción caracterizado por la perfecta maleabilidad del capital, que proporcionaba a la empresa la misma posibilidad de sustituir entre los factores de producción tanto ex-ante como ex-post. En los últimos años, la polémica ha girado en torno a la posible identificación entre la conceptualización marginal del ratio q y su equivalente en términos medios. Esta nueva forma de afrontar el estudio de la inversión ha desarrollado, a partir de los trabajos pioneros, técnicas que permiten la comparación entre situaciones alternativas tales como la de la empresa clásica que parte del supuesto competitivo en todos los mercados en los cuales interviene (output y factores productivos) y la empresa con restricciones de output que en la toma de decisiones, al maximizar su valor presente, debe tener en cuenta el valor de la restricción puesto que, cuando se analiza en un ambiente de perfecta certidumbre, éste determina el tamaño óptimo de la empresa²⁵. La dimensión dinámica-temporal, a su vez, ha permitido una mayor profundización en el estudio de los efectos de las distintas variables sobre la inversión. Así pues, podemos abordar dos tipos de diferenciación respecto a la forma en que responde la inversión a las alteraciones experimentadas por las variables exógenas (generalmente variables precio). Tales variaciones pueden diferenciarse en función de su propia naturaleza (permanentes/transitorias) y de la forma en que son percibidas por el agente decisor (anticipadas/no anticipadas). Finalmente, en el plano empírico se ha procedido a estimar la nueva teoría de la inversión (inversión dependiendo del ratio Q) tanto con dato de serie temporal como con dato de panel²⁶.

²⁵ Una buena panorámica de estas líneas de avance se pueden encontrar en Artus y Muet (1984) y Precious (1985).

²⁶ Estos intentos han resultado sistemáticamente infructuosos como lo prueba el trabajo de Bond y Deveraux (1990). En España, el estudio de Andrés y otros

Como indicábamos más arriba, este golpe de timón en la teoría de la inversión ha sido fundamental para poder reintegrar la variable beneficio en el análisis de los determinantes de la inversión. A pesar de ello, el tratamiento que recibe esta variable en los primeros trabajos sigue estando implícito en el ratio de valoración Q-Tobin. Unicamente con la especificación de irreversibilidad en las decisiones empresariales e incertidumbre, será posible tratar los beneficios como determinante fundamental de la inversión de una manera explícita; pero esto nos traslada definitivamente a otra esfera del análisis de la inversión.

La otra gran línea de investigación, consciente de la insatisfacción generada por la supuesta maleabilidad del capital, se dirigió hacia los supuestos tecnológicos, intentando llevar la teoría de la inversión desde el marco putty-putty al mucho más realista de la tecnología putty-clay. Es decir, romper con la supuesta maleabilidad del capital y limitar la sustituibilidad entre los factores al momento concreto en que se toman las decisiones, no más allá de su instalación. Las características básicas del modelo de producción con tecnología putty-clay son las de irreversibilidad e incertidumbre. Como consecuencia, las anticipaciones de las variables precio y los retardos en el ajuste del capital ante variaciones en los precios de los factores, se han tomado como justificación para identificar una función de inversión putty-clay en la cual el efecto acelerador (coeficientes fijos ex-post) debe dominar sobre el efecto precios relativos, siendo éste último significativo sólo con los inevitables desfases temporales²⁷.

En estos primeros intentos de estimar una función de inversión putty-clay, la especificación dinámica que se adoptó eliminaba la variable capital y la sustituía por la capacidad productiva en términos de output. De esta forma, se consideraba que mientras la elección de técnica bajo el

(1990) realizado con dato de serie temporal, es un claro ejemplo de cómo ante la imposibilidad de conseguir un buen ajuste con el ratio q, se pone el énfasis en la demanda de capital, generando una función de inversión empírica que combina el efecto acelerador y el motivo sustitución.

²⁷ Ando, Modigliani, Rasche y Turnovski (1974); Albarracín (1978); Muet (1979); Artus y Muet (1980); Abel (1981); Catinat, Cawley, Ilzkovitz, Italianer y Mors (1987).

supuesto putty-putty implicaba a todo el equipo capital y por consiguiente a toda la capacidad de producción, en el supuesto putty-clay solo afectaría al output neto de depreciación producido con la inversión corriente. En términos analíticos, estas dos alternativas las podemos especificar de la siguiente forma:

$$[2.36] \quad I_t^d = [k_t Q_t^* - k_{t-1}(1-\delta) Q_{t-1}^*]$$

$$[2.37] \quad I_t^d = k_t' [Q_t^* - (1-\delta) Q_{t-1}^*]$$

siendo k_t el coeficiente técnico del capital en términos medios (K/Q) y k_t' el coeficiente marginal.

En los últimos años, Malinvaud (1987) y Lambert y Mulkay (1987) han hecho un esfuerzo por integrar las características de la tecnología putty-clay en la formulación del problema de optimización empresarial. En estos trabajos, el peso de la explicitación ha recaído fundamentalmente sobre el concepto de irreversibilidad, considerando dos posibles escenarios productivos (uno ex-ante con sustituibilidad, y otro ex-post con coeficientes fijos), mientras que la incertidumbre se limita a un desconocimiento a priori sobre la demanda futura (puesto que se adopta un mecanismo de formación de expectativas estático que elimina la incertidumbre longitudinal relativa a los valores esperados de las variables precio).

La formulación recogida en los trabajos anteriores tiene todavía una serie de deficiencias que pasamos a comentar. Por una parte, se plantea el problema como un proceso de optimización estática²⁸; y por otra, el tratamiento de la depreciación no permite dar cabida a la conceptualización de la misma que hemos adoptado a lo largo de este trabajo. En cambio, la ventaja indiscutible es la de integrar el mayor realismo de la hipótesis putty-clay en la línea principal del desarrollo lógico de los modelos de

28 Tanto Malinvaud como Lambert y Mulkay remiten a un trabajo anterior como referente de lo que sería el programa de optimización intertemporal: Muet (1984). Este trabajo, que será tomado como referencia en el capítulo siguiente, presenta un problema desde el punto de vista del enfoque adoptado en este trabajo y es que se acomoda innecesariamente a la regla standard de la tasa de depreciación constante.

producción y optimización. Aún cuando no es posible la identificación de una función de inversión separada de la demanda de capital, por la naturaleza estática del planteamiento del problema, se consigue restaurar la variable beneficio en un primer plano de relevancia a la hora de explicar el comportamiento de la inversión. La tasa de beneficio de plena capacidad, ligada al ratio Q-Tobin, es ahora el determinante por excelencia del comportamiento inversor de las unidades empresariales.

Como hemos podido ver, grandes han sido los avances en el campo de la investigación ligada a los tres conceptos fundamentales: Capital, Depreciación e Inversión. Al mismo tiempo, el camino que hemos recorrido en el presente trabajo, además de ofrecer una panorámica de todos esos avances, se pretende constitutivo de una visión integrada de los mismos, tomando de cada uno aquello que mejor se adapta a los avances que se experimentan en los demás. En primer lugar, la conceptualización de todo tipo de deterioro y obsolescencias en los equipos productivos pone de manifiesto la necesidad de abandonar el método del inventario perpetuo como procedimiento para medir el capital. Aprovechando esta oportunidad presentamos una forma alternativa de medir el capital por su valor económico o de mercado. A continuación analizamos las implicaciones de trabajar con una tasa de depreciación variable, y las repercusiones sobre la conceptualización tecnológica del capital. La principal implicación la buscamos en la contextualización de la variable inversión, apuntando una descomposición alternativa del agregado en tres componentes diferenciados. La medición económica del capital, la tasa de depreciación variable, la tecnología putty-clay, y la descomposición de la inversión, delimitan el campo de investigación de una forma tan estricta que gran parte de las opiniones más generalizadas sobre los conceptos con que nos manejamos, dejan de tener validez.

Por lo que respecta a este último apartado, aún cuando se ha visto una panorámica de los distintos modelos de producción, con sus potencialidades y sus deficiencias respecto al marco conceptual que hemos ido perfilando, resulta del todo evidente que el modelo de Lambert y Mulkay no satisface los requisitos mínimos para convertirse en depositario último de todas las ideas

que hemos ido introduciendo. Es por ello por lo que en el capítulo próximo nos vemos obligados a formular un modelo de producción alternativo que sea compatible con las mismas. Para ello hemos de lograr la especificación de un modelo de decisión empresarial que reúna las siguientes características: a) análisis dinámico de optimización intertemporal, b) variables de decisión: la inversión bruta y la depreciación, c) endogeneidad de la depreciación, tasa de depreciación variable, d) capital no maleable, e) sustituibilidad ex-ante, f) coeficientes fijos ex-post, g) desequilibrio por racionamiento de output, y h) incertidumbre respecto a la demanda.

CAPITULO III

III. LOS MODELOS DE PRODUCCION, LA TECNOLOGIA PUTTY-CLAY, EL CAPITAL Y LA DEPRECIACION.

3.1 INTRODUCCION.

En este capítulo vamos a desarrollar algunas de las implicaciones a las que nos lleva la línea argumental planteada en el capítulo anterior. El objetivo final que perseguimos consiste en especificar un modelo de producción putty-clay caracterizado por la irreversibilidad de las decisiones empresariales y la **incertidumbre** inherente a las mismas. De entre los principales resultados que esperamos obtener, destaca la diferenciación nítida entre las decisiones de inversión y las correspondientes a la depreciación del "capital". El supuesto fundamental que considera a la empresa tomando decisiones, simultáneamente y por separado, sobre la **inversión bruta** y sobre la **depreciación**, requiere un esfuerzo especial encaminado a la justificación *in extremis* de esta diferenciación tan poco corriente en la literatura de los modelos de producción, exceptuando obviamente el caso de los modelos con tecnología clay-clay. La especificación de la **demanda de inversión** independientemente de la demanda de capital nos permitirá dar cuenta del proceso de acumulación, cuya propiedad más interesante es la de representar la dinámica de adaptación en situaciones de desequilibrio. Al mismo tiempo, la obtención de una **regla óptima de retiros** de los equipos productivos, como complemento imprescindible de la demanda de inversión en la tarea de registrar la dinámica del "capital", se plantea en términos de una **tasa de depreciación endógena** determinada por la empresa. Finalmente, como colofón a todas las cuestiones anteriores, pretendemos establecer un marco interpretativo sencillo que permita la **valoración económica simultánea** del "capital" y la depreciación.

Si nos atenemos a la literatura sobre los modelos de producción en los cuales se plantea la toma de decisiones por parte de la empresa optimizadora, existe una dicotomía fundamental establecida por el tipo de consideración tecnológica que se hace del capital. Por una parte nos encontramos los

modelos putty-putty con capital, considerado éste como un stock maleable homogéneo. Por otra, los modelos clay-clay que trabajan sin considerar explícitamente el capital, el cual es sustituido por una relación detallada de las distintas generaciones de inversión heterogéneas, muy claramente diferenciadas por los coeficientes técnicos incorporados en cada una de ellas. Los primeros suponen que, en cada momento, todo el "capital" existente puede adaptarse sin coste alguno y de una forma inmediata a las características que las condiciones económicas dominantes hacen deseable desde el punto de vista de la empresa. La historia tecnológica de la empresa y de la economía en general no hipoteca el presente, del mismo modo que la inversión no supone asumir riesgo alguno. Bajo este tipo de modelos no cabe el concepto de obsolescencia del capital, tan solo el deterioro puede recibir un tratamiento de acuerdo con la lógica impuesta por los mismos. No importa el futuro porque ante cualquier cambio inesperado, p.e. en los precios relativos de los factores, la perfecta maleabilidad del capital hace innecesario preocuparse hoy por dichos acontecimientos futuros. Los segundos, en cambio, se sitúan en el polo opuesto al suponer que existe una senda o un ritmo preestablecido de crecimiento de la eficiencia de los factores productivos que no puede ser alterada bajo ningún principio. Esto, por una parte, lleva de nuevo aunque por motivos distintos a que la empresa manifieste hoy un escaso interés por lo que pueda ocurrir mañana. Y, por otra, dada la senda de crecimiento de la productividad del factor trabajo, aparece en escena la obsolescencia de los equipos más antiguos que ven como desaparecen paulatinamente las cuasi-rentas que generaban.

La forma por la cual las expectativas sobre el futuro incierto han sido reconducidas hacia el marco de las decisiones empresariales ha sido bajo la consideración de la hipótesis putty-clay. La posibilidad, por una parte, de elegir técnica por lo que respecta a la producción de nueva generación, eligiendo el volumen de inversión y el empleo a él asociado de acuerdo con las condiciones económicas del momento y las expectativas sobre el futuro, así como la imposibilidad por otra de actuar sobre las condiciones técnicas que dominan a las generaciones antiguas de bienes de equipo, configuran el escenario en el cual es ineludible la responsabilidad de la empresa ante la incertidumbre que planea sobre la misma. La repercusión de los acontecimientos futuros sobre los planes de la empresa se pone de manifiesto

desde el momento en que se reconoce cierta capacidad empresarial para adaptarse a las vicisitudes cambiantes a las que deberá hacer frente, anticipándose a las mismas y evitando parte de los costes que le pueden acarrear. Por ello las previsiones que sobre dichos acontecimientos tenga la empresa en el momento de tomar determinadas decisiones como las de inversión y retiros de equipos productivos, resultan fundamentales cuando se acomete un estudio como el que ahora nos ocupa desde una perspectiva tecnológica caracterizada por el supuesto putty-clay. Además, este será el marco tecnológico desde el cual podremos seguir considerando la existencia simultánea del deterioro y la obsolescencia que contextualizan la depreciación económica del "capital" de la cual hablábamos en el capítulo anterior.

A diferencia de lo que ocurre con otro tipo de tecnologías, el modelo putty-clay se aproxima mucho más a la realidad. Ahora bien, esas altas dosis de realismo se acompañan de una gran complejidad analítica (¹). Las tecnologías putty-clay incorporan una dificultad mayúscula desde el punto de vista analítico en consonancia con la dicotomía que establecen entre la producción ex-ante con sustituibilidad entre los factores y la producción ex-post sujeta a los coeficientes tecnológicos del pasado. Eso ha llevado a evadir la utilización de los modelos de generaciones, y dos ejemplos de ello que más adelante comentaremos podrían serlo tanto el modelo de Artus (1984) como el de Lambert y Mulkay (1987). Todos ellos coinciden en la opinión de que del supuesto putty-clay no se deriva como una necesidad lógica, el tener que trabajar con los modelos de generaciones.

Dada la dificultad de operar con el supuesto putty-clay, la estrategia que proponemos es la del acercamiento tangencial. Desarrollamos en primer lugar las propiedades de un modelo con tecnología putty-putty y comprobamos el grado de cumplimiento de las premisas que hemos ido señalando en los párrafos anteriores. Después alteramos todo aquello que resulta insatisfactorio en el modelo putty-putty, y el resultado es un modelo putty-clay con todas las propiedades que podríamos considerar deseables desde nuestro punto de vista analítico.

¹ Una buena muestra de ello se puede encontrar en Wan (1971), capítulo 5.

3.2 UN MODELO PUTTY-PUTTY A LARGO PLAZO CON IRREVERSIBILIDAD EN EL CORTO PLAZO.

Si tomamos como referencia el modelo de Lambert y Mulkay (1987), nos encontraremos ante lo que se pretende un modelo de decisión empresarial con tecnología putty-clay. El enfoque estático que se adopta en el mismo hace que la no especificación del modelo en términos de generaciones de bienes de equipo, el uso de una función de producción ex-ante del tipo CES que recoge entre sus argumentos el empleo total y el capital total, la no consideración de costes de ajuste, y el supuesto de una tasa de depreciación constante, sólo puedan interpretarse, aún con muchas reservas, desde una óptica putty-clay al considerar que en el corto plazo la producción se realiza bajo unos supuestos coeficientes fijos. La lectura en términos putty-clay podría hacerse de la siguiente forma: al trabajar con un único periodo, la variable que allí se denomina capital muy bien puede interpretarse como la inversión corriente del periodo, de la misma forma que el empleo total sería de nueva contratación. Consiguientemente, toda la producción es de nueva generación, no existe pasado. Bajo estas premisas, el elemento clay se introduce en el periodo corriente, en el corto plazo, una vez que la técnica ya ha sido elegida. Al no continuar el análisis en periodos subsiguientes, los coeficientes fijos con los cuales queda instalada la inversión ("capital" en el modelo de Lambert y Mulkay) no tienen repercusiones analíticas ni económicas de ningún tipo. La conclusión que se impone es que el modelo desarrollado por Lambert y Mulkay no responde a las necesidades formales de una modelización de la toma de decisiones por parte de la empresa, que pueda tomarse como referente de los modelos putty-clay y utilizarla para desarrollar el esquema interpretativo que hemos planteado en el capítulo anterior.

Alternativamente, los modelos de producción con tecnología putty-clay deberán plantearse en términos dinámicos. A continuación presentaremos una versión dinámica intertemporal del modelo citado en el párrafo anterior, aferrándonos a determinadas características del mismo, para comprobar que en realidad se está trabajando con un modelo de producción putty-putty en el cual la maleabilidad del capital permite la adaptación ex-post a la técnica

óptimamente elegida en cada momento. La existencia de unos costes de mantenimiento de los bienes de capital, además de los costes de ajuste de la inversión bruta, si bien no alteran la naturaleza del modelo putty-putty, permitiendo la sustituibilidad ex-post, si que suponen una clara limitación a los modelos más tradicionales, en los cuales la adaptación se realiza sin coste alguno. Además se comprobará que la separación entre las decisiones sobre la inversión bruta y la depreciación depende, analíticamente, de la especificación de esos costes de mantenimiento de los equipos diferenciados de los costes de ajuste de la inversión. La diferenciación entre las decisiones de invertir y depreciar, sólo se justifican en un modelo putty-putty, en el cual no existen obsolescencias de ningún tipo, desde la perspectiva de obtener una tasa de depreciación variable como expresión de las decisiones empresariales ante la existencia de deterioro, tanto físico como económico, en los bienes de equipo instalados.

De acuerdo con lo que se indica en el título de este apartado, una de las características que mantenemos del trabajo de Lambert y Mulkay es el de la irreversibilidad, la otra es la de la incertidumbre respecto a la demanda que la empresa se encontrará en el mercado y que será constitutiva, en caso de no alcanzar el nivel de capacidad planeado por la empresa, de un racionamiento en el mercado de bienes.

La irreversibilidad de las decisiones sobre la inversión tiene dos implicaciones fundamentales. Por una parte, en el momento en que se decide el volumen de inversión, se puede elegir simultáneamente la intensidad capitalista y el tamaño de la capacidad productiva de la empresa. Por otra parte, una vez realizada la inversión las posibilidades de sustitución entre factores desaparecen y la empresa se ve obligada a producir con la técnica previamente elegida. Con el paso del tiempo dos son las oportunidades que se le ofrecen a la empresa para adaptar las condiciones técnicas bajo las que se encuentra produciendo, por una parte el retiro de los equipos antiguos que incorporaban técnicas obsoletas, y por otra la instalación de nuevos equipos que incorporan técnicas más eficientes. En esto consiste precisamente la tecnología putty-clay, la cual distingue entre la función de producción ex-ante, que ofrece una amplia gama de posibilidades de sustitución entre los factores en el largo plazo, y la función de producción ex-post, que limita

enormemente, e incluso puede llegar a eliminar, dichas posibilidades en el corto plazo. Pero como ya hemos indicado más arriba, la forma de tratar la irreversibilidad en este primer ejercicio no será suficiente para que podamos hablar de una verdadera tecnología putty-clay. Aún cuando en el corto plazo (a lo largo de cada ejercicio) se mantiene la idea de los coeficientes fijos, se sigue permitiendo que la empresa elija el volumen total de empleo y de capital, en cada periodo, de acuerdo con una función genérica de producción con sustituibilidad entre los factores de producción. La empresa actúa de una manera totalmente ajena e independiente de las decisiones tomadas en el pasado. La idea de irreversibilidad que manejamos no se corresponde con la anterior definición de "pleno contenido" propia de la tecnología putty-clay. Aquí sólo queremos remarcar el hecho de que, una vez decidida la combinación óptima de factores, en el corto plazo el capital será utilizado a una tasa determinada que deberá respetar las proporciones de la técnica elegida.

Las restricciones de output tienen como principal efecto el sacarnos del marco de la empresa clásica, en el cual las demandas de los factores se determinarían en ausencia de restricciones de cualquier tipo en los mercados en los que interviene la empresa. Además, una situación como la de racionamiento en el output tiene repercusiones sobre el enfoque teórico en tanto en cuanto ya no es imprescindible la existencia de rendimientos decrecientes para tener identificadas las variables del modelo (²). En este

² En la literatura neoclásica se ha pretendido solucionar el problema de la identificación del modelo con rendimientos constantes a escala, mediante la introducción de los costes de ajuste, Yoshikawa (1980) y Hayashi (1982). Se puede demostrar que esta conclusión depende de la forma que adopten los costes de ajuste. Si los costes de ajuste se introducen bajo la forma de una función de costes de instalación, como una función de pérdida de output (Lucas, 1967), la maximización de beneficios sin ningún tipo de restricciones adicionales permite, en un análisis intertemporal, identificar una función de inversión, pero deja sin identificar el tamaño de la empresa siempre y cuando exijamos, como hacen Yoshikawa y Hayashi, las condiciones de identificación entre el ratio q-Tobin marginal y medio. La conclusión general que sacamos de esto es muy clara: Para lograr la identificación de todas las variables en un modelo de decisión intertemporal, es necesario considerar simultáneamente costes de ajuste en la inversión y algún tipo de restricción en los mercados. Evidentemente, esta última consideración deja de ser una necesidad teórica impuesta por la evidencia empírica y pasa a convertirse en una necesidad analítica cuando se pretende trabajar bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala que es el que permite la sustitución del ratio de

trabajo, al igual que en Lambert y Mulkay (1987) y Malinvaud (1987) ³, supondremos que existe a priori incertidumbre sobre el valor de la demanda a la que tendrá que hacer frente la empresa. Ahora bien, nosotros proponemos un enfoque dinámico de elección intertemporal, en el cual la incertidumbre es limitada, quedando acotada en cada uno de los periodos (incertidumbre transversal) sin implicaciones a lo largo del tiempo (incertidumbre longitudinal). Esto es así dado que, en un momento determinado, antes de decidir sobre las variables de control, lo único que la empresa no conoce con certidumbre es el nivel de la restricción, la demanda es incierta en el momento de decidir la inversión, y por ello la empresa la aproxima por el valor esperado, obtenido a partir de una función de distribución de probabilidad subjetiva. Esta es la única fuente de incertidumbre que consideramos, puesto que dado que la empresa es precio aceptante y debe tener en cuenta la senda futura de las variables precio, además suponemos expectativas estáticas, de manera que la empresa esperará que los valores observados hoy se repitan en los periodos siguientes.

La principal fuente de discrepancia entre los resultados obtenidos en los dos trabajos antes citados y los que más adelante presentaremos, reside en la diferencia de enfoque respecto al tiempo. En concreto, el concepto de coste de uso del capital que para Lambert y Mulkay es determinado exógenamente, de acuerdo con la especificación standard debida a Hall y Jorgenson (1967), es derivado endógenamente por nuestro modelo a partir de las condiciones de primer orden, obteniéndose una especificación ligeramente diferente. Por una parte, dado que uno de los objetivos perseguidos es la endogeneización de la depreciación, el coste de uso deberá calcularse con la tasa de depreciación correspondiente. Por otra, la efectividad de las restricciones de output, que obligan a utilizar las capacidades de producción por debajo del nivel de plena capacidad, se manifestarán en dicha variable

valoración marginal por el más operativo calculado en términos medios.

³ Los trabajos de estos autores, así como los más generales de Sneesens, corresponden a una línea de trabajo mucho más general que la que aquí estamos considerando. En realidad constituyen modelos de desequilibrio de segunda generación, que utilizan la tecnología putty-clay para integrar o introducir las restricciones que sufre la empresa. La idea que intentan potenciar es que el desequilibrio puede tener su origen en las restricciones tecnológicas y no tanto en los precios.

mediante la necesidad de descontar, los valores que se obtendrían en el caso en que dichas restricciones no fuesen efectivas o no existiesen, por el valor de la tasa de utilización de la capacidad productiva en cada año.

3.2.1 EL MODELO.

Dada una empresa competitiva, suponemos que persigue la maximización de su valor presente. Para ello ha de decidir simultáneamente: el tamaño óptimo o capacidad de producción Q^* ; la cantidad total de factor trabajo correspondiente a la plena utilización de la capacidad instalada, N^* ; la cantidad de capital que desea tener instalado, K^* ; la inversión bruta, I^B ; así como la tasa de depreciación o de minoraciones del capital, m . En lo que sigue, Q representará el nivel de producción efectivo y N la cantidad de factor trabajo necesaria para producir dicho nivel de output. p es el precio del output que finalmente se vende, w el coste unitario del factor trabajo y p_k el precio de los bienes de equipo. La tasa de descuento R_n , se aproxima por el tipo de interés de mercado. La empresa es precio-aceptante en todos los mercados y por ello, las variables precio (p , w , p_k y R_n) las considera dadas exógenamente.

Las principales características del modelo se pueden resumir en las siguientes ecuaciones que pasamos a comentar:

$$[3.1] \quad PV(t) = \int_t^{+\infty} [pQ - wN - p_k I^B - C(m)] \exp\{-R_n(s-t)\} ds$$

$$[3.2] \quad Q_t^* = F(N_t^*, K_t^*) - \phi(I_t^B)$$

$$[3.3] \quad \frac{N_t}{Q_t} = \frac{N_t^*}{Q_t^*}$$

$$[3.4] \quad Q_t^d = g(Q_t^d)$$

$$[3.5] \quad Q_t = \text{MIN} (Q_t^d, Q_t^*)$$

$$[3.6] \quad K_t^* = \int_{-\infty}^t K_v^* dv = \int_{-\infty}^t I_v \exp\{-\int_v^t m_s ds\} dv$$

$$[3.7] \quad K_v^* = I_v \exp\{-\int_v^t m_s ds\}$$

$$[3.8] \quad \frac{dK^*}{dt} \equiv \dot{K}_t^* = I_t^B - m_t K_t^*$$

$$[3.9] \quad K^*(t_0) = K_0^*$$

$$[3.10] \quad I_t^B \geq 0 ; m_t \geq 0 ; N_t^* \geq 0 ; Q_t^* \geq 0$$

La ecuación 3.1 recoge la función objetivo, el valor presente descontado de la empresa, obtenido como el valor descontado a la tasa de interés prevaeciente en el mercado, de la diferencia entre los ingresos de las ventas y los costes laborales, más los gastos en inversión y una partida que representa los costes de mantenimiento del equipo productivo.

Este último concepto encuentra su razón de ser en el hecho de que el capital instalado precisa de unos gastos adicionales que debe asumir la empresa, necesarios para mantener dicho capital con los niveles de productividad iniciales. Los costes de mantenimiento son un reflejo directo del deterioro económico (input decay) que sufren los equipos productivos instalados con el paso del tiempo. Pero además, en un modelo putty-putty como el que estamos desarrollando, los costes de mantenimiento pueden tener una razón de ser adicional. Como hemos visto más arriba, la elección de técnica para cada cociente de precios relativos de los factores en cada periodo, afecta por completo a todo el capital instalado. Los costes de mantenimiento pueden interpretarse como el coste de adaptar el capital a la nueva técnica. En realidad, aún cuando el modelo no incorpora la característica clay ex-post, pues es posible actuar sobre las propiedades técnicas del capital antiguo, suponemos que esta actuación tiene un coste que la empresa habrá de ponderar cuando tenga que decidir entre depreciar (retirar) capital antiguo y

sustituirlo por inversión nueva, o "reparar" el capital antiguo adaptandolo a las características de la nueva técnica óptima.

La función $C(m)$ representa el volumen de los costes necesarios para mantener el capital instalado plenamente productivo; se asocian inversamente con la tasa de depreciación óptimamente elegida por la empresa, $C'_m(m) < 0$, en un claro intento de recoger el efecto descrito en Nickell (1975); y pueden materializarse en mayores requerimientos del factor trabajo vinculados a los servicios de reparación, o en mayores requerimientos de "capital" bajo la forma de nuevas piezas de recambio. Con respecto al signo de la segunda derivada, por conveniencia analítica supondremos que es positiva, $C''_{mm} > 0$, de forma que la función $C(m)$ se pueda representar mediante una curva decreciente y convexa.

Tal como aparecen formulados los costes de mantenimiento del capital, suponen que la empresa ha adoptado la decisión de asumirlos en todos los periodos precedentes, de tal forma que si en algún momento una parte del capital no hubiese sido reparada acto seguido habría sido apartada de la producción y no se encontraría operativa en el momento presente cuando, de nuevo, la empresa decide entre reparar o depreciar. De esta forma, en cada periodo, la empresa solamente se debe fijar en el deterioro experimentado durante el último ejercicio. Si los costes de mantenimiento se conciben como costes de adaptación, ésto último resulta evidente puesto que aparecen vinculados al cambio discreto que periodo tras periodo experimenta la técnica de producción óptima.

A su vez, la tasa de depreciación m expresa la parte proporcional del capital instalado que es apartada de la producción en cada ejercicio. La tasa de depreciación es una variable endógena porque es la empresa la que, una vez visto el deterioro experimentado por el equipo capital y ponderados los costes que le supondría restituir su nivel de productividad, decide cuanto capital retirar y cuanto mantener. Por consiguiente, las decisiones que toma la empresa en torno a la minoración del stock de capital, conllevan un ahorro para la misma en términos de menores costes de mantenimiento y un mayor cash flow. Como contrapartida, la empresa renuncia a los ingresos que dicha porción de capital, ahora retirada, le proporcionaría.

Otra característica del modelo es que, de momento, nos olvidamos de hacer cualquier consideración acerca del **progreso técnico**. Como ya se indicó más arriba, en un modelo putty-putty no cabe el concepto de obsolescencia del capital. Por ello hacemos abstracción del progreso técnico que, al fin y al cabo, es el principal causante de las minoraciones del capital relacionadas con la obsolescencia. El estudio de los efectos del progreso técnico en un escenario productivo con tecnología putty-putty puede resultar interesante desde otros puntos de vista, pero no lo es cuando el objeto de estudio es la obsolescencia y la depreciación. El motivo para estas determinaciones sobre el progreso técnico reside pues en la propia naturaleza del modelo. La posibilidad de tratar con el **progreso técnico incorporado** depende del tipo de especificación que se elige (modelo de generaciones de bienes de capital o modelo con stock de capital homogéneo), no de la naturaleza putty-putty o putty-clay del mismo. Desde siempre, se han desarrollado toda una serie de modelos que trabajan con el supuesto putty-putty sin necesidad de desagregar el capital en distintas generaciones de bienes de equipo. Tal es el caso del modelo que aquí presentamos y por ello no es posible introducir el progreso técnico incorporado. Por otra parte, el **progreso técnico no incorporado**, el que se diluye de una manera uniforme entre todo el capital sin provocar obsolescencia, ha sido excluido de nuestro modelo por simplicidad analítica dado que los resultados que del mismo se derivan no se verían alterados para nada, al menos en las cuestiones más relevantes, en el caso de que nos hubiésemos decidido por su inclusión.

En la ecuación 3.2, la función $F(N,K)$ expresa la relación que, periodo a periodo, se establece entre las cantidades utilizadas de factores productivos y output producido. Es la función de producción que describe las posibilidades que tiene la empresa, ex-ante o en el largo plazo, para elegir técnica con una elevada elasticidad de sustitución entre los factores. La forma concreta que adopta esta función nos pone de relieve que nos encontramos ante un modelo de producción con tecnología putty-putty, puesto que entre sus determinantes figuran los volúmenes totales de empleo y capital; indicándonos con ello que la elección de la empresa en cuanto a técnica productiva implica al conjunto de la empresa y no solamente a aquella parte de la misma vinculada al output de nueva generación. Esta función

presenta productividades marginales positivas pero decrecientes con unas primeras derivadas positivas y las segundas negativas, excepto F''_{NK} que será positiva, en tanto en cuanto los factores de producción sean cooperantes.

La empresa, además, incurre en costes de ajuste al realizar una inversión positiva. Estos costes de ajuste los consideramos bajo la forma de una función de costes de instalación que, a efectos económicos, suponen una pérdida de output. En realidad, tal como se recoge en la ecuación 3.2, deberían entenderse dichos costes de ajuste en el sentido de output no producido. De acuerdo con esto, podemos suponer que el output "sacrificado" viene determinado de una forma directamente proporcional a las necesidades de dedicar trabajadores a áreas no específicamente productivas dentro de la empresa, así como a los periodos en los cuales los trabajadores de dicha empresa se dedican a aprender los nuevos métodos de producción y de organización, en vez de a obtener mayor output mediante el uso de dichos equipos. Por otra parte, supondremos que dichas pérdidas de output, estarán relacionadas de una forma más que proporcional con el volumen de inversión. Como consecuencia de ello, cuanto mayor sea el volumen de inversión, cabe esperar un mayor impacto sobre la forma en que se organiza técnicamente la producción y, de ahí, unos mayores costes en formación del personal y en otras actividades paralelas de la empresa, no estrictamente productivas pero ampliamente consumidoras de recursos.

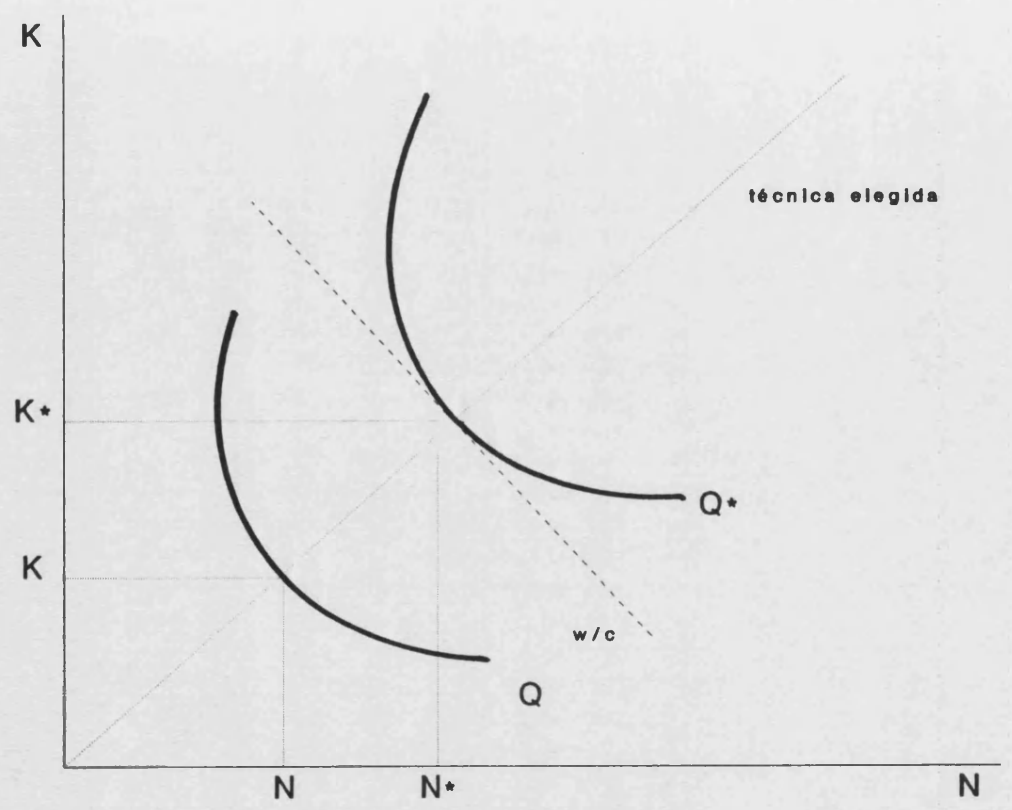
La función $\phi(I^B)$, aproxima los costes de ajuste vinculados a la inversión, es una función creciente con el volumen de inversión y presenta una segunda derivada positiva, $\phi' > 0$, $\phi'' > 0$, testimoniando un desincentivo a la rapidez en el ajuste del capital. La ecuación 3.2 también nos indica que la decisión óptima de la empresa sobre el tamaño de la misma, considerada como factible dicha decisión sólo en términos ex-ante, deberá tener en cuenta los costes de instalación de los equipos productivos representados por la función $\phi(I^B)$ (4).

4 Esta forma de tratar los costes de ajuste encuentra un referente ya clásico en Lucas (1967). Aún cuando el objeto de análisis no sea estrictamente el mismo que ahora nos ocupa, no está de más señalar que en aquel trabajo Lucas proponía una "función de producción" como:

Las ecuaciones 3.3-3.5 nos describen las posibilidades de producción ex-post, o en el corto plazo, una vez que han desaparecido las posibilidades de sustitución entre los factores y que los planes de inversión así como el tamaño óptimo ya han sido elegidos por la empresa. La elección del stock de capital óptimo K^* y la técnica de producción óptima, expresada por coeficientes técnicos tales como N^*/Q^* , se lleva a cabo a lo largo del mapa de isocuantas determinado por la función genérica $F(N^*,K^*)$; pero una vez establecida la combinación óptima de factores, el stock de capital será utilizado a lo largo del periodo (hasta el periodo próximo en que de nuevo la empresa elegirá una nueva técnica y un nuevo stock de capital óptimos) según las proporciones de la ecuación 3.3. A corto plazo, la producción se lleva a cabo de acuerdo con los coeficientes constantes $N/Q=N^*/Q^*$; es decir, la ecuación 3.3 establece el coeficiente de proporcionalidad que deben guardar las magnitudes efectivas N y Q con respecto a los valores de dichas variables correspondientes a la plena utilización de la capacidad productiva, N^* y Q^* . La ecuación 3.4 nos indica que la variable Q^d es una variable aleatoria distribuida de acuerdo con la función de densidad $g(Q^d)$. La demanda de output, constitutiva de la restricción a la que se enfrenta la empresa en el mercado de bienes, es incierta en el momento de decidir la inversión, siendo aproximada por la empresa mediante el operador Esperanza Matemática, $E(Q^d)$, calculada sobre la función de distribución de probabilidad subjetiva $g(Q^d)$. A posteriori, dicha distribución se colapsa, tomando la variable Q^d algún valor concreto del espacio muestral. La ecuación 3.5 nos indica ex-post cual es la producción realizada. Sencillamente pone de manifiesto el hecho de que, una vez conocido el valor de la restricción, la producción Q satisfará la demanda siempre que ésta no se sitúe más allá del nivel de plena capacidad Q^* , en otro caso la producción coincidirá con la capacidad máxima.

$$Q = f(N, K, I^B) \quad f'_N > 0 ; f'_K > 0 ; f'_I < 0 ; f''_{NN} < 0 ; f''_{KK} < 0 ; f''_{II} < 0 ; f''_{NI} = 0$$

Es de significar el paralelismo que se establece entre la anterior función $f(.)$ y nuestra ecuación 3.2 del texto.



Las ecuaciones 3.6-3.8 nos indican que el capital de hoy constituye un agregado homogéneo de lo que queda después de las sucesivas depreciaciones a que lo ha sometido la empresa en ejercicios anteriores. Las ecuaciones 3.6 y 3.7, además, introducen en nuestro esquema interpretativo, mediante la última integral de la parte derecha de ambas ecuaciones, la tasa de depreciación variable en el tiempo, m . La ecuación 3.8 constituye la ecuación dinámica correspondiente a la única variable de estado del problema, el stock de capital. Esta ecuación se obtiene haciendo uso de la regla de Leibnitz al derivar respecto al tiempo la integral de la ecuación 3.6.

La ecuación 3.9 recoge la condición de estado inicial. Y, finalmente, la ecuación 3.10 delimita el conjunto de valores posibles del espacio de control.

Con todas estas premisas, la empresa elegirá los valores de las variables N^* , K^* , Q^* , I^B y m de tal forma que maximice 3.1 sujeto a las restricciones 3.2-3.10. Después de un proceso normal de sustitución de algunas de las anteriores ecuaciones en otras, y de introducir dos nuevas variables: el multiplicador de Lagrange Ω y la variable de co-estado μ , podemos formar el siguiente Hamiltoniano:

$$[3.11] \quad H(N^*, K^*, Q^*, I^B, m, \Omega, \mu) = (p - wN^*/Q^*) E(Q) - p_k I^B - C(m) + \\ + \Omega [Q^* - F(N^*, K^*) + \phi(I^B)] + \mu [I^B - m K^*]$$

Aplicando el principio de máximo (⁵), las condiciones necesarias de primer orden se pueden concretar de la siguiente forma:

$$[3.12] \quad H'_{N^*}: 0 = -w E(Q)/Q^* - \Omega F'_{N^*}(N^*, K^*)$$

$$[3.13] \quad H'_{Q^*}: 0 = w N^* E(Q)/(Q^*)^2 + [p - (w N^*/Q^*)](\partial E(Q)/\partial Q^*) + \Omega$$

⁵ Ver Dixit (1990) cap.10, p.151 Continuous-Time Model.

$$[3.14] \quad H'_{I^B}: 0 = -p_k + \Omega \phi'_1(I^B) + \mu$$

$$[3.15] \quad H'_m: 0 = -C'_m(m) - \mu K^*$$

$$[3.16] \quad H'_{K^*}: -\dot{\mu} + Rn \mu = -\Omega F'_{K^*}(N^*, K^*) - \mu m$$

$$[3.17] \quad H'_\Omega: 0 = Q^* - F(N^*, K^*) + \phi(I^B)$$

$$[3.18] \quad H'_\mu: \dot{K}^* = I^B - mK^*$$

$$[3.9] \quad K^*(t_0) = K_0^*$$

$$[3.10] \quad I^B \geq 0; m_t \geq 0; N_t^* \geq 0; Q_t^* \geq 0$$

En primer lugar podemos observar que tanto en 3.12 como en 3.13 aparece el término $E(Q)/Q^*$. Este término se relaciona directamente con la incertidumbre percibida por la empresa acerca de la demanda que se encontrará en el mercado, y podría interpretarse como la **tasa esperada de utilización de la capacidad productiva (EUC)**. Es pues, un indicador aproximado del exceso de capacidad con que dicha empresa se encontrará al acometer la producción de output, en un mundo donde prima la incertidumbre respecto a la demanda futura. Como es lógico, un exceso de capacidad positivo tendrá su reflejo en un valor de este cociente inferior a la unidad. Por otra parte, cabe señalar que únicamente serán posibles las situaciones con exceso de capacidad en contextos como el analizado en que existe una cierta incertidumbre a priori. Si considerásemos la situación de una empresa que dispone de conocimiento cierto sobre cual será el valor de la restricción de output, a priori esta empresa elegiría un tamaño óptimo equivalente al valor de la restricción, con lo cual nunca sería posible encontrar una situación de exceso de capacidad instalada ($Q < Q^*$).

De acuerdo con la función de densidad o de distribución de probabilidad de la demanda podemos especificar el valor del término $E(Q)$ como:

$$[3.19] \quad E(Q) = \int_{-\infty}^{+\infty} Q^d g(Q^d) dQ^d = \int_0^{Q^*} Q^d g(Q^d) dQ^d + Q^* \text{Prob} (Q^d \geq Q^*)$$

A partir de la ecuación anterior es posible derivar $E(Q)$ con respecto a Q^* y el resultado que se obtenga sustituirlo en la ecuación 3.13 de manera que el análisis de las condiciones de primer orden resulte menos complejo y más intuitivo.

$$[3.20] \quad \partial E(Q)/\partial Q^* = \text{Prob} (Q^d \geq Q^*)$$

La ecuación 3.13 puede reescribirse como:

$$[3.21] \quad -\Omega = w N^* E(Q)/(Q^*)^2 + [p - (w N^*/Q^*)] \text{Prob} (Q^d \geq Q^*)$$

De acuerdo con 3.21, si analizásemos los resultados a posteriori, una vez que la función de probabilidad se colapsa en alguno de los valores del espacio muestral, nos podríamos encontrar las dos siguientes situaciones:

$$[3.22] \quad -\Omega = p \quad \text{si} \quad Q^d \geq Q^* \quad \text{y} \quad Q = Q^*$$

$$[3.23] \quad -\Omega = w N^* E(Q)/(Q^*)^2 \quad \text{si} \quad Q^d < Q^* \quad \text{y} \quad Q = Q^d$$

A continuación, de las ecuaciones 3.14 y 3.21 se puede obtener la especificación de la demanda de inversión. Como cabía esperar, la posibilidad efectiva de especificar una función de demanda de inversión, depende de la existencia de una función de costes de ajuste cuya primera derivada $\phi_1'(I^B)$, además de no anularse, todavía aparece en función del volumen de inversión elegido por la empresa. La consideración de una función de costes de instalación como la que hemos adoptado en este trabajo, con una representación estrictamente convexa, garantiza la existencia de la función de inversión independiente de la demanda de capital.

$$[3.24] \quad p_k + [(w N^*/Q^*) EUC + [p - (w N^*/Q^*)] \text{Prob} (Q^d \geq Q^*)] \phi_1'(I^B) = \mu$$

La ecuación 3.24 es posible reordenarla para hacer aparecer la variable I^B en función de las restantes, de la siguiente forma: ⁽⁶⁾

$$[3.25] \quad I^B = (\phi_1')^{-1} \left(\frac{\mu - p k}{[(wN^*/Q^*)EUC + [p - (wN^*/Q^*)] \text{Prob}(Q^d \geq Q^*)]} \right)$$

En la ecuación 3.25 se puede observar cómo la inversión bruta responde de una manera directamente proporcional a las diferencias entre el precio de demanda y el precio de oferta del capital. Cualquier diferencia entre la valoración propia de la empresa en cuanto a lo que espera que una unidad adicional de capital contribuya a incrementar su valor presente y el coste de esa unidad adicional, será aprovechada incrementando el stock de capital por medio de la inversión. Otras variables de interés que vemos aparecer explícitamente entre los determinantes de la inversión son las variables precio y la tasa esperada de utilización de la capacidad productiva.

En tercer lugar, la ecuación 3.15 nos describe la regla que sigue la empresa para decidir las minoraciones o depreciación del stock de capital. Esta regla de *scrapping* es distinta de aquella que guía las decisiones de inversión, ecuación 3.24, y pone de manifiesto con ello la idea que ya avanzábamos en la introducción relativa a la separabilidad, aunque no independencia, de ambas decisiones.

$$[3.26] \quad -C'_m(m)/K^* = \mu$$

⁶ Evidentemente, esta especificación no corresponde a la forma reducida de la función de inversión puesto que todavía aparece como determinante de la misma, la variable endógena μ . De cualquier manera, la solución definitiva pasa por resolver el sistema de dos ecuaciones diferenciales, 3.18 y 3.16, correspondientes a la variable de estado K y su asociada variable de co-estado μ . Dado que este paso no es central ni imprescindible para el objetivo que nos hemos propuesto en este trabajo, se deja abierta esta línea de análisis para que en un futuro, el desarrollo de las implicaciones de este modelo pueda incluir los pertinentes ejercicios de dinámica comparativa.

La ecuación 3.26 establece que la decisión económica de la empresa relacionada con las minoraciones del capital, llevará la depreciación hasta el punto en que la pérdida marginal experimentada en el valor de la empresa debido a la minoración, μ , iguale el ahorro unitario adicional, en términos de costes de mantenimiento no asumidos, que dicha minoración lleva asociada. La ecuación 3.26 la podemos reescribir haciendo depender la tasa de depreciación m de los valores de las dos variables endógenas, μ y K^* , de la siguiente forma:

$$[3.27] \quad m = m(\mu, K^*) \quad m'_\mu < 0 \quad ; \quad m'_K < 0$$

De acuerdo con 3.27 la tasa de depreciación disminuirá, *ceteris paribus*, ante incrementos en el stock de capital (por la propia definición en términos de tasa porcentual) y ante incrementos del precio sombra del mismo, debido a que ese incremento equivale a un aumento en el coste de oportunidad del capital que se retira. Dada la forma de la función de costes de mantenimiento, el ahorro marginal obtenido de retirar una unidad adicional de capital, es decir el término $-C'_m(m)$, es decreciente con los valores de la tasa de depreciación. En tal caso un aumento de μ , *ceteris paribus* el stock de capital, alterará el equilibrio establecido por la ecuación 3.26 y solamente podrá ser restituido mediante la elevación del ahorro marginal provocado por una disminución de la tasa de depreciación. De la misma forma, un stock de capital mayor que el que permite la igualdad entre las dos partes de la ecuación 3.26 exigirá, para restituir el equilibrio, un mayor valor del numerador de la parte izquierda que solamente podremos obtener con valores de la tasa de depreciación menores que los de partida.

En términos generales, la variable μ representa el precio sombra del capital, pues nos indica en cuanto varía el máximo del valor presente descontado de la empresa al variar marginalmente el stock de capital. Analíticamente podemos escribir:

$$[3.28] \quad \frac{\partial PV^*}{\partial K^*} = \mu$$

Ahora bien, el stock de capital puede verse modificado por dos motivos, por una parte las variaciones en el nivel de la inversión bruta y por otra

las variaciones en la depreciación. El hecho de que la variable μ aparezca simultáneamente en las ecuaciones 3.24 y 3.26, nos está indicando que, de alguna manera, es posible conectarlas para obtener combinaciones lineales entre los valores de la inversión bruta y la depreciación, que satisfagan simultáneamente ambas ecuaciones consideradas por separado. De otra manera, este mismo hecho, parece indicar que aún cuando analíticamente se ha conseguido obtener condiciones de arbitraje diferenciadas para las dos variables en cuestión, de estas se puede derivar una serie de implicaciones muy concretas sobre el volumen de inversión neta. Dado que los bienes de capital nuevos y viejos no aparecen diferenciados técnicamente, y la naturaleza tanto de la inversión como de la depreciación es la misma, la separación entre las ecuaciones 3.24 y 3.26 puede resultar ambigua. La solución definitiva a este problema se obtendrá con la especificación de un modelo de generaciones en donde la naturaleza de los bienes de equipo implicados en la decisión correspondiente a la ecuación 3.24, aparecerá muy claramente diferenciada de los que los están en la decisión de la ecuación 3.26.

Tal y como ya hemos dejado establecido en repetidas ocasiones, en un modelo de producción con tecnología putty-putty lo más característico es la propiedad que convierte al capital en un magma perfectamente maleable. De acuerdo con esta propiedad, en cada momento, todos los bienes de equipo ofrecen una misma caracterización tecnológica, incluso los que se instalaron con la inversión de hace muchos periodos. Es decir, el capital constituye un todo homogéneo conjuntamente con la inversión, la cual no es nada más que el grifo con el cual la empresa alimenta ese fondo que denominamos capital y que combinado con el factor trabajo posibilita la producción de bienes económicos. Por otra parte, la depreciación, en un modelo con capital maleable, no es otra cosa que la merma que experimenta el equipo capital durante un determinado periodo de tiempo como consecuencia del deterioro experimentado por el mismo. Estas mermas, en cuanto a su naturaleza son indistinguibles del resto. En consecuencia, si la inversión bruta constituye una parte de ese agregado homogéneo al igual que la depreciación, no hay manera de diferenciar la una de la otra sino por motivos de índole analítico. Distintos niveles de inversión bruta y depreciación pueden ofrecer una misma variación del stock de capital, es decir un mismo volumen de inversión neta.

Es como si tuviésemos un recipiente conteniendo una cierta cantidad de líquido en su interior y la empresa regulase las variaciones que experimenta el mismo. Pues bien, lo que nosotros remarcamos es que la forma mediante la cual la empresa regula dichas variaciones, se realiza a dos manos, una que se encarga del flujo de entrada y otra que regula el flujo de salida.

A pesar de lo que se acaba de indicar en estos dos últimos párrafos, continuaremos nuestro estudio diferenciando entre inversión bruta por un lado y depreciación por otro, como corresponde en este caso de acuerdo con los supuestos iniciales del modelo. El argumento de que la empresa toma decisiones sobre esas dos variables por separado y no sobre la inversión neta directamente, es lo que nos permite sostener una tasa de depreciación determinada endógenamente por la empresa. En cualquier caso, la inversión neta siempre estará constituida por la diferencia entre la inversión bruta y la depreciación, pues en un modelo con capital maleable, a diferencia de lo que ocurre en los modelos putty-clay, dicha variable existe.

Siguiendo con la interpretación económica de las condiciones de primer orden obtenidas como solución al problema de la ecuación 3.11, tenemos ahora el concepto de **coste de uso del capital**. Este es un concepto ampliamente extendido en la literatura económica y que goza de una generalizada aceptación. La utilización del mismo no respeta frontera alguna entre el análisis dinámico y el análisis estático. Por propia naturaleza sólo es posible obtener endógenamente esta variable en el marco del análisis dinámico intertemporal de las decisiones de la empresa. Por consiguiente, el uso que del mismo se haga en un marco de análisis estático, siempre será arbitrario. Como ya indicábamos más arriba, el punto de referencia obligado lo constituyen los trabajos de Jorgenson en los años sesenta. El planteamiento que adopta este autor para analizar las decisiones empresariales se basa en el análisis dinámico de una empresa competitiva con una tecnología putty-putty, sin costes de ajuste en la inversión. Bajo tales circunstancias, la formulación general que obtiene para el coste de uso, en su versión más simplificada que no incluye las partidas fiscal-impositivas, la podemos ver en la siguiente ecuación:

$$[3.29] \quad c = p_k [R_n + \delta - \pi_k]$$

En lo que sigue vamos a tratar de obtener la forma genérica que adopta la variable coste de uso del capital, cuando se altera de una manera tan sustancial el modelo de producción, al pasar de las hipótesis de Jorgenson a las del modelo que en este trabajo hemos planteado. Anticipando resultados diremos que dos de las características fundamentales de nuestro modelo, endogeneidad de la depreciación y racionamiento con incertidumbre, marcarán las principales diferencias entre las formulaciones que nosotros obtenemos y la anterior ecuación 3.29.

Tomando la condición 3.16, después de reagrupar términos nos queda una expresión como la siguiente:

$$[3.30] \quad \mu [Rn + m - (\dot{\mu}/\mu)] = -\Omega F'_K(N^*, K^*)$$

A partir de esta ecuación vamos a tratar de obtener el concepto de coste de uso del capital para una empresa que toma decisiones en el largo plazo con incertidumbre respecto a la demanda futura, pero para facilitar la interpretación se tendrá en cuenta el valor que toma el multiplicador Ω a posteriori, una vez que la incertidumbre se difumina y la demanda se materializa en alguno de los valores del espacio de sucesos posibles con probabilidad igual a uno. Desde esta perspectiva, hemos de remitirnos a las ecuaciones 3.22 y 3.23 que nos determinan, respectivamente, el valor que toma dicho multiplicador en el caso en que la restricción no sea efectiva dando lugar a un escenario semejante al de la empresa clásica que opera en mercados competitivos, y el valor correspondiente al caso en que la empresa se encuentra efectivamente restringida, trasladando nuestro análisis desde la empresa clásica a la empresa keynesiana con racionamiento de output.

Si tomamos la ecuación 3.22 junto con la 3.30, obtendremos la tradicional condición marginal para la empresa clásica no restringida:

$$[3.31] \quad \mu [Rn + m - (\dot{\mu}/\mu)] = p F'_K(N^*, K^*)$$

Esta ecuación junto con 3.12 nos ofrece las condiciones de demanda de los factores trabajo y capital en el caso de la empresa no racionada. Coste

del factor en términos reales (salario real y coste de uso respectivamente), igual a la productividad marginal física del factor productivo en cuestión.

$$[3.32] \quad (w/p) = F'_N(N^*, K^*)$$

$$[3.33] \quad (c/p) = F'_K(N^*, K^*)$$

De acuerdo con 3.33 y 3.31 podemos concluir la siguiente especificación del coste de uso del capital:

$$[3.34] \quad c^* = \mu [Rn + m - (\mu/\mu)]$$

La ecuación 3.34 nos ofrece ya una primera diferencia, sustancial pero evidente, con respecto a la especificación 3.29. La tasa de depreciación a considerar en la definición del coste de uso no es la tasa constante δ sino, más bien, la tasa variable de depreciación m .

Si abandonamos este escenario y pasamos a considerar la situación de una empresa con racionamiento en el mercado de output, las dos condiciones anteriores 3.32 y 3.33 que recogen las demandas óptimas de los factores, ya no son relevantes. No es posible obtenerlas explícitamente como tales condiciones marginales por separado. En cambio, las condiciones de óptimo nos permitirán obtener la ecuación de la relación marginal de sustitución; siendo necesario contar, además de ésta, con la ecuación que expresa la restricción de output para poder determinar las demandas óptimas de los factores.

$$[3.35] \quad \frac{w}{c} = \frac{F'_N(N^*, K^*)}{F'_K(N^*, K^*)}$$

En este caso, la ecuación 3.30 junto con la 3.12 nos ofrecen la siguiente relación:

$$[3.36] \quad \mu [Rn+m-(\mu/\mu)] = w(E(Q)/Q^*) [F'_K(N^*, K^*)/F'_N(N^*, K^*)]$$

Este paralelismo entre 3.36 y 3.35 nos permite establecer una segunda especificación para el coste de uso del capital, válida para aquellas

situaciones de desequilibrio en que la empresa se encuentra produciendo con exceso de capacidad:

$$[3.37] \quad c^+ = [Q^*/E(Q)] \mu [R_n + m - (\mu/\mu)]$$

Esta nueva especificación del coste de uso del capital debe ser analizada en el marco de lo que ya indicamos más arriba. Si el cociente $E(Q)/Q^*$ se interpreta como un indicador del exceso de capacidad con que, en un periodo determinado, está produciendo la empresa con racionamiento e incertidumbre en el mercado de bienes, podemos concretar la segunda diferencia, con respecto a la especificación 3.29, afirmando que la definición del coste de uso relevante en estas circunstancias se corresponde con el cociente entre la expresión válida para la situación en que se utilice plenamente la capacidad productiva, y un indicador de la capacidad productiva efectivamente utilizada, por ejemplo el índice de Utilización de la Capacidad Productiva (UCP). Este indicador puede interpretarse como la materialización de los valores esperados que, como indicamos más arriba, recoge la variable EUC (tasa esperada de utilización de la capacidad productiva).

$$[3.38] \quad c^+ = \frac{c^* \quad p_k [R_n + m - \pi_k]}{UCP} = \frac{\quad}{UCP}$$

La ecuación 3.38 nos pone de manifiesto una cuestión fundamental: el coste de uso del capital es un concepto cuya formulación se obtiene en el marco del análisis dinámico intertemporal por derivación lógica a partir de las condiciones de primer orden, y por consiguiente, en cada caso, según cuales sean las características tanto económicas como tecnológicas del modelo de producción elegido, obtendremos una u otra especificación.

Evidentemente, el coste del capital total instalado continuará estando representado por el producto c^*K^* , pero esto no quita para que cuando tratemos de obtener el precio unitario de los servicios del capital utilizados, tal como el propio nombre de coste de uso indica, debemos remitirnos -en el caso concreto de la empresa racionada que produce con un determinado exceso de capacidad- a la formulación 3.37. De hecho, si consideramos la situación ex-post, el capital instalado K^* habrá sido

utilizado en la proporción $K^u = UCP K^*$, de donde se obtiene la siguiente relación para el coste total del capital (⁷):

$$[3.39] \quad c^+ K^u = c^* K^*$$

Finalmente, para acabar este repaso por las condiciones de primer orden, vamos a tratar de establecer cual es el significado económico del multiplicador Ω introducido en el proceso de optimización. Si tomamos las ecuaciones 3.12 y 3.16, las multiplicamos respectivamente por N^* y por K^* , y finalmente las sumamos, después de reagrupar términos nos quedará la siguiente expresión:

$$[3.40] \quad w N^* (E(Q)/Q^*) + \mu [Rn+m-(\mu/\mu)] K^* = -\Omega [F'_N N^* + F'_K K^*]$$

Si suponemos que la función Q^* , expresada como en la ecuación 3.2, es homogénea de grado uno en (N^*, K^*, I^B) , entonces, aplicando el teorema de Euler, podemos establecer la siguiente relación:

$$[3.41] \quad Q^* = F(N^*, K^*) - \phi(I^B) = F'_N N^* + F'_K K^* - \phi'_I I^B$$

Sustituyendo esta última expresión en 3.40 obtenemos una expresión como la siguiente:

$$[3.42] \quad w N^* (E(Q)/Q^*) + \mu [Rn+m-(\mu/\mu)] K^* = -\Omega Q^* - \Omega \phi'_I I^B$$

⁷ En el trabajo de Lambert y Mulkay (1987), con un enfoque estático, la especificación del coste de uso no puede ser obtenida del propio modelo y, por ello, los autores apelan tanto a los trabajos de Jorgenson como al sentido común para validar una especificación operativa como la de nuestra ecuación 3.29. Por otra parte, estos mismos autores consideran que en una situación como la de la empresa que opera con una demanda incierta, existe un sesgo hacia técnicas más trabajo intensivas así como un mayor coste del capital. Esto es así dado que una vez instalado, para cualquier nivel de producción, el coste del capital debe ser completamente asumido por la empresa; a diferencia del factor trabajo, así como sus costes, que son ampliamente ajustables. La propuesta final de estos autores, no justificada analíticamente, es que se sustituya la variable C por C/ucp .

Si, finalmente, sustituimos en 3.42 el producto $\Omega \phi'_I$ por su valor, dado en la ecuación 3.14, después de algunas operaciones y siempre bajo el supuesto de que se satisface la ecuación 3.41, podemos concluir que el multiplicador Ω es igual a menos el coste medio variable correspondiente al tamaño óptimo de planta, dado por Q^* , multiplicado por el indicador de utilización de la capacidad productiva $E(Q)/Q^*$.

$$[3.43] \quad \Omega = - \left[\frac{w N^*}{Q^*} \right] \frac{E(Q)}{Q^*}$$

Este resultado se corresponde perfectamente con los supuestos que se han asumido en el proceso encaminado a la obtención del mismo. Si se recuerdan las ecuaciones 3.21, 3.22 y 3.23, el resultado de la ecuación 3.43 parece entrar en contradicción con la idea de la existencia de dos alternativas posibles para la ecuación 3.21, puesto que recoge como único resultado posible el que ofrece la ecuación 3.23. De hecho, para llegar a 3.43 hemos supuesto que la variable Q^* , expresada como en la ecuación 3.2, es homogénea de grado uno en las tres variables $N^* K^* I^B$ simultáneamente (ecuación 3.41). Esto es lo mismo que suponer que la producción después de costes de ajuste presenta "rendimientos constantes a escala". Este supuesto junto con el de mercados competitivos es lo que nos lleva a concluir que el resultado de la ecuación 3.43 es compatible simultáneamente con los de las ecuaciones 3.22 y 3.23, puesto que bajo tales circunstancias el precio del output es igual, a largo plazo, al coste medio variable.

3.2.2 RENTABILIDAD, DEPRECIACION Y VALOR DEL CAPITAL EN UN MODELO PUTTY-PUTTY.

En este apartado vamos a tratar de derivar aquellas relaciones analíticas que nos permitirán establecer, primero a título indicativo y posteriormente de un modo totalmente operativo, un nexo común entre el stock de capital, la depreciación y los indicadores de rentabilidad empresarial. El objetivo consiste en obtener unas relaciones estables entre las anteriores variables de manera que podamos generar un sistema de ecuaciones que por sí mismo sea capaz de ofrecernos, simultáneamente, valoraciones económicas tanto del stock de capital como de la depreciación.

Volviendo al núcleo principal del modelo desarrollado en el apartado anterior, podemos generar una relación que recoja los valores óptimos de la variable μ , de la forma siguiente:

$$[3.44] \quad \mu = \mu(K^*, m, I^B, N^*, Q^*, p, p_k, w, R_n)$$

El conjunto de las variables explicativas, en esta ecuación, está formado por dos grupos claramente diferenciados, primero, las variables endógenas sobre las que la empresa debe tomar decisiones, y segundo, las variables precio que son parámetros exógenamente dados para la empresa (⁸).

Si dividimos la ecuación 3.44 por el precio de los bienes de equipo, obtenemos la definición del ratio q-Tobin en términos marginales, q^M . La ecuación 3.28 nos ofrece una definición de la variable μ que encaja perfectamente con la definición standard del ratio de valoración q, como el cociente entre las variaciones experimentadas por la valoración presente de

⁸ Como es lógico, y por los mismos motivos que ya hemos indicado con anterioridad, esta no es la forma final de la función μ . En la ecuación 3.44 todavía aparecen como determinantes de μ múltiples variables endógenas. Aún así, dado que vamos persiguiendo un objetivo muy concreto, hemos preferido dejar la resolución completa del modelo para un trabajo posterior y centramos ahora en la obtención de un esquema analítico simple que posibilite el cálculo endógeno de la depreciación y, con ella, también del stock de capital. En esta línea, consideramos que es lícito y necesario dar algunos pasos como los de la ecuación 3.44 y los desarrollos que la siguen.

la empresa a lo largo de su senda óptima, ante la perspectiva de incrementar su equipo capital con un nuevo bien de equipo. El ratio q^M queda determinado por el cociente entre este precio sombra y el precio de adquisición de dicho bien de equipo.

$$[3.45] \quad q^M \equiv \frac{\mu}{p_k} = \frac{\mu(K^*, m, I^B, N^*, Q^*, p, p_k, w, R_n)}{p_k}$$

La ecuación 3.45 es de suma importancia para la interpretación subsiguiente de las relaciones entre las tres variables que fundamentan nuestros razonamientos. Imaginemos por un momento que conocemos los valores óptimamente elegidos por la empresa para las variables I^B , N^* y Q^* (estas dos últimas variables pueden ser sustituidas por sus valores efectivamente realizados, N y Q , dado que ex-post existe una relación fija entre ambos pares de variables). Como además, las variables precio (p , p_k , w , R_n) son variables conocidas, podemos leer la ecuación 3.45 como una relación estable entre el stock de capital K^* , la tasa de depreciación m , y el indicador de rentabilidad de la empresa q^M .

Por otra parte tenemos la ecuación que rige la dinámica del capital, en nuestro modelo la ecuación 3.8:

$$[3.46] \quad K_t^* - K_{t-1}^* = I_t^B - m_t K_{t-1}^*$$

Esta ecuación relaciona el stock de capital K^* con la inversión y la tasa de depreciación m . El conjunto de las dos ecuaciones 3.45 y 3.46, bajo los supuestos de que se conocen los valores de la inversión, el empleo y la producción, así como los precios de los factores y del output, constituyen un sistema con tres variables endógenas. La solución final que nos permitirá identificar todas las variables del modelo pasa por aislar la variable q de las otras dos, K^* y m , que serán obtenidas resolviendo el sistema resultante.

Como paso previo se nos impone la necesidad de abandonar un indicador de la rentabilidad empresarial tan poco manejable empíricamente como el ratio q^M , y sustituirlo por su homólogo q^A , correspondiente a la conceptualización en términos medios del ratio de valoración q -Tobin. La variable q^A se puede

definir en el seno del modelo desarrollado en las páginas anteriores como el cociente entre los valores económicos de la empresa y el capital. Este indicador constituye una medida objetivizada, por medio del mercado, de las valoraciones subjetivas que los agentes económicos poseen de la empresa y su rentabilidad, o en el caso agregado de la estructura productiva de toda la economía.

$$[3.47] \quad q^{\wedge} = \frac{PV^*}{p_k K^*}$$

El proceso consistente en sustituir un ratio por otro (medio por marginal) no es tan inmediato como podría parecer a simple vista. De hecho, para poder llevar a cabo la sustitución deberán darse una serie de condiciones que seguidamente pasamos a comentar.

En principio tenemos que, por definición, el valor descontado al periodo t_0 del producto μK^* en cada t , será igual al valor del producto anterior en el periodo inicial más la suma de todas las variaciones experimentadas por el mismo a lo largo de los años transcurridos desde t_0 hasta t .

$$[3.48] \quad \mu_t K_t^* \exp\{-Rn t\} = \mu_0 K_0^* + \int_0^t \frac{\partial [\mu_t K_t^* \exp\{-Rn t\}]}{\partial t} dt$$

La ecuación 3.48 nos define el valor descontado del capital en cada periodo. Ahora bien, para llevar desde t_0 al periodo siguiente una unidad de capital es necesario incurrir en unos costes de mantenimiento $C(m,t)$, que son los que le garantizan a esa unidad de capital el paso de un periodo a otro sin experimentar merma alguna por causa del deterioro, o entendidos como costes de adaptación, los que le garantizan al capital ese paso adaptándolo al mismo tiempo a las características técnicas del momento; y así sucesivamente año tras año. Para valores de t tan alejados del presente (t_0) como $t=\infty$, tendremos la unidad de capital más la acumulación de todos los costes de mantenimiento que se han ido realizando por el camino, de tal forma que el valor presente descontado del capital más los costes de mantenimiento será nulo. El valor del producto expresado en la parte izquierda de la ecuación anterior será igual a menos la suma descontada de todos los gastos

que a lo largo del tiempo se han ido realizando para el mantenimiento del capital, es decir, los ahorros que, periodo a periodo, habría ido generando la empresa, adicionalmente, de no haber realizado mantenimiento alguno en los equipos productivos. Podemos expresarlo de la siguiente forma:

$$[3.49] \quad \lim_{t \rightarrow \infty} [\mu_t K_t^* \exp\{-Rn t\}] = - \int_0^{\infty} C(m,t) \exp\{-Rn t\} dt$$

Sustituyendo en 3.48 nos queda la expresión:

$$[3.50] \quad - \int_0^{\infty} C(m,t) \exp\{-Rn t\} dt = \mu_0 K_0^* + \int_0^{\infty} [\dot{\mu} K^* + \mu \dot{K}^* - Rn \mu K^*] \exp\{-Rn t\} dt$$

Haciendo uso de las condiciones de primer orden del problema de optimización planteado en el apartado anterior, si introducimos el valor PV_0 en la expresión 3.50 y reordenamos términos nos queda:

$$[3.51] \quad \mu_0 K_0^* = PV_0 + \int_0^{\infty} E [pQ - wN - (pk-\mu)I^B + \Omega F'_K K^*] \exp\{-Rn t\} dt$$

La ecuación 3.51 nos muestra de una manera muy clara cuales son los requisitos que se han de satisfacer para poder concluir la igualdad entre q^M y q^A . La condición $q^M = q^A$ se dará siempre y cuando observemos que $\mu_t K_t^* = PV_t$. Para que esto se cumpla debemos empezar observando esta otra igualdad: $\mu_0 K_0^* = PV_0$, y así poder generalizar para cualquier t . La integral de la parte derecha de 3.51 debe anularse, y por consiguiente se deberá cumplir que el integrando se anula para cualquier t :

$$[3.52] \quad E(pQ - wN) - (pk-\mu) I^B + \Omega F'_K K^* = 0$$

Sustituimos la ecuación 3.14 en la 3.52 y después de reordenar términos nos queda:

$$[3.53] \quad E(Q) (p - wN^*/Q^*) - \Omega \phi'_I I^B + \Omega F'_K K^* = 0$$

Ahora se sustituye la ecuación 3.12 en la 3.53, y el resultado general para que las dos concepciones del ratio q-Tobin coincidan se puede concretar en la siguiente ecuación:

$$[3.54] \quad p E(Q) + \Omega F'_N N^* + \Omega F'_K K^* - \Omega \phi'_I I^B = 0$$

La ecuación 3.54 establece la condición que se debe satisfacer para que, de una manera operativa, en las ecuaciones 3.45 y 3.46 se pueda sustituir la variable q^M por la variable q^A calculada como en la ecuación 3.47. Ahora bien, la interpretación genérica de la ecuación 3.54 puede dar lugar a dos resultados diferentes en tanto en cuanto la demanda que era incierta a priori se materializa en algún valor concreto de entre los posibles. Sea cual sea este valor, o bien será mayor que la capacidad productiva o será menor; en uno y otro caso nos encontraremos, respectivamente, una empresa que se encuentra produciendo sin ningún tipo de restricción en el mercado de bienes, y una empresa racionada produciendo con exceso de capacidad instalada.

En el caso de la empresa clásica, no racionada en el mercado de bienes, tenemos que es condición suficiente, que la función Q^* , dada por la ecuación 3.2, sea linealmente homogénea en las variables N^* , K^* e I^B simultáneamente. Esta condición, de la cual ya hemos hecho uso en el apartado anterior, quedaba recogida de forma explícita en la ecuación 3.41. Como se puede ver, en esta primera aproximación sigue siendo necesario el supuesto de rendimientos decrecientes a escala en la función $F(N^*, K^*)$ para tener correctamente identificado el problema. De hecho, al introducir la función de costes de ajuste en la inversión, que suponemos convexa para obtener así la función de inversión de una manera explícita, la condición 3.41 nos está definiendo la función F como homogénea de grado inferior a la unidad, equivalente al anterior supuesto de rendimientos decrecientes a escala.

En el caso de la empresa con racionamiento, la anterior condición 3.54 se convierte en:

$$[3.55] \quad pE(Q) - wN^*/Q^* E(Q)/Q^* [F'_N N^* + F'_K K^* - \phi'_I I^B] = 0$$

Una manera de asegurar este resultado podría consistir en mantener el anterior supuesto de homogeneidad de Q^* y sustituir la ecuación 3.41 en 3.55, con lo cual se llegaría a la siguiente condición como prerequisite para establecer la igualdad entre q^M y q^A :

$$[3.56] \quad \frac{Q^*}{N^*} = \frac{w}{p}$$

De acuerdo con 3.56, el salario real -único y uniforme sólo en el caso de una economía con mercados de factores competitivos- deberá igualar a la productividad media global de la economía.

Una vez identificadas las condiciones que deben satisfacerse para pasar de la difícilmente observable valoración marginal de la rentabilidad de la empresa, aproximada por el ratio q^M , a la más operativa conceptualización en términos medios q^A , podemos retomar el sistema formado por las ecuaciones 3.45 y 3.46 para comprobar que si fuésemos capaces de sacar la variable q^A fuera del conjunto de las variables endógenas, habríamos establecido de una manera definitiva la posibilidad de calcular, endógena y simultáneamente, la tasa de depreciación y el stock de capital.

La eliminación del indicador de rentabilidad del conjunto de las variables endógenas se puede realizar por dos vías alternativas. Por una parte, el sistema 3.45-3.46 puede ser utilizado para inferir acerca del stock de capital neto y la depreciación en el conjunto de la economía, a partir de una medida microeconómica de la rentabilidad empresarial, fundamentada exógenamente en información contable y bursátil de las empresas o agregados de las mismas (ramas o sectores). Por otra parte, dado que es también posible aproximar los valores de este indicador de rentabilidad en términos macroeconómicos, sería posible utilizar el sistema 3.45-3.46 para calcular el stock de capital en términos netos que se corresponde con una determinada medición del capital expresado en términos brutos. Es decir, la solución del sistema 3.45-3.46 para m y K^* , precisa de la utilización de una serie del ratio q obtenida exógenamente.

3.3 UN MODELO PUTTY-CLAY CON GENERACIONES DE BIENES DE CAPITAL.

A lo largo de todo el apartado 3.2 hemos desarrollado lo que podría ser el modelo de producción con tecnología putty-putty que mejor se acomoda al esquema interpretativo planteado en el capítulo segundo. En dicho esquema, ofrecíamos una conceptualización de la depreciación y del capital desde un punto de vista económico que trascendía las visiones meramente tecnológicas predominantes en la literatura económica. A pesar de ello, el supuesto sobre la perfecta maleabilidad del capital en el anterior modelo putty-putty, todavía introduce una serie de limitaciones en nuestro esquema que afectan sobre todo a la dificultad para diferenciar claramente entre las decisiones sobre la inversión bruta y sobre la depreciación. El problema reside en la naturaleza no diferenciada de los distintos bienes de equipo implicados en cada una de estas dos decisiones.

Ahora nos proponemos obtener una solución a dicho problema introduciendo la diferenciación de los bienes de equipo por generaciones. Esto nos impedirá hablar de un stock de capital, lo cual nos obliga a trabajar continuamente con una descripción detallada de todos los volúmenes de inversión realizados en el pasado y que todavía permanecen productivos, pero en tanto en cuanto las distintas generaciones de bienes de equipo se encuentren debidamente diferenciadas tecnológicamente, la naturaleza de la inversión bruta y la de la depreciación aparecerá muy claramente diferenciada también.

Al mismo tiempo, rompemos con la idea de una función de producción genérica, con sustituibilidad entre los factores, que sirve para determinar el volumen de producción total eligiendo en cada periodo el volumen total de empleo y capital. Es decir, generalizamos el principio de la irreversibilidad de las decisiones empresariales diferenciando entre la producción de nueva generación y la que se lleva a cabo con los equipos productivos de generaciones pasadas. Dado que los equipos ofrecen diferencias tecnológicas generacionales imposibles de alterar una vez instalados, la empresa se ve hipotecada por su pasado a la hora de producir. Esta hipoteca se deja sentir fundamentalmente en el momento de la producción, pues la mayor parte de la

misma se lleva a cabo utilizando los equipos "viejos" y una cantidad de factor trabajo que se determina de acuerdo con los requerimientos técnicos de los mismos. La elección de la combinación entre factores se realiza únicamente ex-ante, mientras que la sustitución entre factores es consecuencia de la renovación acelerada o ralentizada de los equipos, en tanto en cuanto implican distintas técnicas heredadas del pasado que se mantienen o retiran y la incorporación de la técnica que caracteriza a las nuevas generaciones.

De acuerdo con lo que indicábamos en la introducción, en este apartado tomamos como referencia la modelización recogida en Artus (1984) ⁽⁹⁾. Ahora bien, nuestro objetivo particular nos obliga a alejarnos relativamente de dicha formulación, por lo que consideramos interesante presentar de una manera completa y detallada todos los supuestos y resultados del modelo.

Por otra parte, y dado que previamente nos hemos detenido en la formulación de un modelo putty-putty en el cual tenemos identificadas las principales deficiencias que ahora nos proponemos corregir, nos centraremos en aquellos puntos que experimentan una alteración fundamental y que no son otros sino los que imprescindiblemente han de variar al pasar de una formulación general de tipo putty-putty a otra de tipo putty-clay.

La primera cuestión a señalar hace referencia a la "función de producción". En un modelo putty-clay la capacidad de producción se determina en cada periodo por dos elementos claramente diferenciados, por una parte la empresa decide un volumen de capacidad de nueva generación con la posibilidad subsiguiente de elegir entre distintas técnicas con una elevada sustituibilidad entre los distintos factores, pero a diferencia del modelo putty-putty anterior, la mayor parte de la capacidad de producción es una herencia del pasado, determinada por el nivel de eficiencia de los bienes de

⁹ El modelo desarrollado por Artus, a diferencia del que nosotros nos planteamos en este capítulo, no considera generaciones de bienes de capital ni realiza mención alguna con respecto al progreso técnico; además trabaja con el supuesto de una tasa de depreciación constante, cosa que lo inhabilita para ser tomado como referencia de un trabajo cuyo enfoque general con respecto a la depreciación es el de considerar que esta es variable y determinada por la empresa de una manera endógena.

equipo que todavía no han sido depreciados. De acuerdo con la filosofía del modelo putty-clay, estos bienes de equipo incorporan una determinada técnica con coeficientes fijos que obedece al criterio de optimalidad vigente en el año en que se invirtieron.

Por lo que respecta a los **costes de ajuste** de la inversión, prescindimos de ellos por simplicidad analítica aún cuando se podría mantener una explicitación como la que hemos presentado en el apartado anterior. En cualquier caso, es cierto que el papel que juegan estos costes en un modelo putty-putty con stock de capital es fundamental a la hora de determinar la función de demanda de inversión de manera independiente a la demanda de capital. Ahora bien, en el caso que nos ocupa desaparece esa necesidad analítica de los costes de ajuste, puesto que la variable inversión bruta figura como determinante de la función de producción ex-ante, cuya primera derivada, la productividad marginal de la inversión, no se anula sino que es positiva y decreciente.

La elección de técnica se realiza bajo la consideración explícita de que existe **progreso técnico incorporado** y que éste es predominantemente neutral según el criterio de Harrod (aumentativo del factor trabajo) ⁽¹⁰⁾. La eficiencia del factor trabajo aumenta de generación en generación, de modo que cada trabajador de una generación más joven puede realizar más trabajo que el trabajador de las generaciones más viejas. En el análisis subsiguiente, el trabajo aparecerá definido bajo las dos formas siguientes: en unidades de eficiencia y en unidades naturales. Una de las implicaciones más relevantes de este supuesto sobre el progreso técnico es que a medida que disminuyan los requerimientos de factor trabajo por unidad de output y de inversión, el salario experimenta un continuo crecimiento.

La existencia de deterioro en sus dos conceptualizaciones, físico y económico, es una característica que se mantiene con respecto al modelo putty-putty, y con ella la idea de los **costes de mantenimiento**.

¹⁰ En el desarrollo analítico del modelo que planteamos más adelante, no hacemos mención explícita de la senda que sigue a lo largo del tiempo la eficiencia del factor trabajo, sino que tan solo suponemos que ésta va aumentando con el tiempo.

Evidentemente, en un modelo putty-clay no cabe la interpretación alternativa que hacíamos de los costes de mantenimiento como costes de adaptación del capital a las características técnicas de la inversión, por distintos motivos. En primer lugar porque no existe un stock de capital como tal, homogéneo y maleable. Y en segundo lugar, y mucho más importante, porque no es posible adaptar técnicamente los equipos productivos de generaciones antiguas a las características técnicas de los equipos nuevos. Por consiguiente, los costes de mantenimiento se circunscriben a la decisión estricta de contrarrestar el efecto del deterioro sobre los niveles de eficiencia de los bienes de equipo instalados en los periodos precedentes. En este apartado introducimos una diferenciación terminológica entre la tasa de depreciación m que recoge el total de la depreciación experimentada por el conjunto de los bienes de equipo, y la tasa d que representa la depreciación estrictamente provocada por el deterioro que se cierne sobre las distintas generaciones de capital. La parte que complementa a esta tasa de depreciación d hasta alcanzar el volumen total de depreciación, está constituida por la obsolescencia a la que se ven sometidos algunos equipos productivos como consecuencia del progreso técnico aumentativo de la eficiencia del factor trabajo y de los salarios más elevados percibidos por los trabajadores que se corresponden con los mayores niveles de eficiencia. Estos incrementos salariales son la causa última por la que se observa la desaparición de las cuasi-rentas que generaban los equipos menos eficientes.

En nuestro modelo putty-clay, como se puede ver, existe simultáneamente depreciación provocada por el deterioro y depreciación provocada por la obsolescencia. Por una parte el equilibrio entre el ahorro en términos de costes de mantenimiento, que la empresa no deberá asumir por la parte correspondiente a los bienes de equipo depreciados, y la pérdida en términos de las cuasi-rentas vinculadas a esos equipos, que dejará de percibir, determinan una tasa de depreciación genérica d que se aplica a todas las generaciones por igual, aún cuando esta será variable en el tiempo. Este es un supuesto simplificador que no acarrea mayores consecuencias puesto que el deterioro es un fenómeno que padecen todos los equipos por igual y en la misma intensidad. Recuérdese que en nuestro esquema, en aquello que hace referencia a la eficiencia de los equipos de distintas generaciones, suponemos que en cada periodo sólo se ha de tener en cuenta el deterioro

experimentado desde el ejercicio anterior.

El hecho de que en cada periodo, la parte correspondiente del "capital" de cada generación que no ha sido "mantenido" no está presente en el periodo siguiente, nos lleva a concluir como en el modelo del apartado anterior que, debido a los costes de mantenimiento, lo que queda de cada generación en cada momento del tiempo presenta una productividad invariante con respecto a la que poseía en el momento de su instalación. Es decir, si los coeficientes fijos perpetúan los requerimientos de factor trabajo por unidad de inversión, el "mantenimiento" continuado de dicha inversión perpetúa la capacidad de producción de la misma, y ámbas tomadas conjuntamente determinan un ratio output per cápita propio de cada generación que no se ve alterado con el envejecimiento de los equipos a lo largo del tiempo. Bajo estas circunstancias, y las correspondientes a la hipótesis del progreso técnico incorporado, disponemos en cada momento de un mapa de generaciones escalonadas cuya única alteración que experimentan con el paso del tiempo es de tipo extensivo, es decir, el efecto del deterioro se manifiesta en la anchura de cada una de las generaciones, que se ve reducido año tras año a medida que la empresa decide depreciar antes que "mantener". Como es lógico, la pregunta que surge tras los comentarios anteriores es ¿porqué la empresa no decide reparar y mantener los equipos más nuevos y deja que se deterioren aquellos que se encuentran más cerca del margen extensivo?. La respuesta a esta pregunta es doble, por una parte la arbitrariedad de los supuestos así lo establecen en pos de una mayor comodidad analítica, pero por otra, dado que el trabajo y el output homogéneos nos permitirán, como veremos más adelante, plantear la tasa de depreciación d en términos de la suma total de las cuasi-rentas generadas por el conjunto de las generaciones de bienes de inversión heterogéneos existentes, la distribución de esta depreciación no resulta preocupante. Así pues, con nuestro supuesto de distribución proporcional sencillamente estamos especificando una de entre las muchas hipótesis que admite la condición de depreciación por deterioro.

La otra parte de la depreciación, en este modelo putty-clay, viene determinada por la obsolescencia tecnológica experimentada por los equipos más antiguos que todavía permanecen productivos. Desde un punto de vista estático, en un momento determinado las generaciones de bienes de quipo que

permanecen activas son aquellas que, dado un salario, generan unas cuasi-rentas positivas o nulas en el margen. El progreso técnico incorporado aumentativo de la eficiencia del factor trabajo, como hemos indicado más arriba y veremos en el apartado siguiente, provoca elevaciones sucesivas de la tasa salarial que, junto a una estructura generacional dada de productividades, va reduciendo las cuasi-rentas generadas por los equipos más antiguos. Todo equipo, o generación de equipos, que no sea capaz de ofrecer unas cuasi-rentas no negativas será apartado de la producción por la empresa como consecuencia de que se han vuelto obsoletos. En el modelo se explicita la variable a_t para indicar la edad de las máquinas más antiguas o los años que lleva instalada la máquina más antigua. Si no se retirasen máquinas la variable a_t aumentaría en una unidad cada ejercicio, generando una serie de números en progresión aritmética de razón la unidad, pero debido a que a medida que aumenta el salario y desaparecen las cuasi-rentas, desaparecen también generaciones completas de bienes de equipo, los valores que toma la variable a_t pueden fluctuar a lo largo del tiempo. Así pues, podemos afirmar que la determinación de los valores de a_t depende de la importancia relativa de dos fuerzas o tendencias contrapuestas. Por una parte, el simple paso del tiempo tiende a aumentar a_t , mientras que por otra, la obsolescencia tiende a disminuirla, señalando con ello hacia un rejuvenecimiento del equipo productivo instalado.

Los valores de la variable d_t , así como las variaciones a la baja que experimenta a_t en cada periodo, determinan el volumen global de depreciación que la empresa decide llevar a cabo como consecuencia del deterioro y la obsolescencia. Este conjunto heterogéneo que denominamos depreciación está constituido por retiros parciales o completos de generaciones de equipos productivos. Por otra parte, la inversión bruta está constituida por equipos productivos de nueva generación. Como consecuencia, la naturaleza de la inversión y la de la depreciación aparecen diametralmente opuestas y no se nos plantea, como ocurría con anterioridad en el modelo putty-putty con stock de capital, el problema de la insuficiente diferenciación entre estas dos variables, cuando lo que se persigue es dejar bien claro que las decisiones empresariales afectan por separado e independientemente a la inversión bruta y la depreciación.

3.3.1 EL MODELO.

Dada una empresa competitiva, suponemos que persigue la maximización de la esperanza de la suma actualizada de los dividendos, es decir, su valor presente esperado. La tasa de descuento R_n , se aproxima por el tipo de interés de mercado. La empresa es precio-aceptante en todos los mercados y por ello, las variables precio (p , w , p_k y R_n) observadas y esperadas las consideramos dadas exógenamente.

$$[3.57] \quad PV(t) = \sum_t^{+\infty} \frac{1}{(1+R_n)^t} [p_t Q_t - w_t N_t - p_k I_t^B - C(d_t)]$$

donde:

p_t : precio del output;

w_t : salario por trabajador;

p_k : precio de los bienes de equipo;

I_t^B : inversión bruta;

d_t : tasa de depreciación correspondiente al deterioro;

$C(d_t)$: costes de mantenimiento de los equipos;

R_n : tasa de descuento o tipo de interés;

$N(t)$: empleo efectivo en unidades naturales o número de trabajadores;

$Q(t)$: producción efectiva.

La tecnología es putty-clay y se puede resumir en las siguientes ecuaciones:

$$[3.58] \quad Q^*(t) = F(A_t, L_t^*, I_t^B) + \sum_{v=t-1}^{t-a} \left(\frac{Y_v}{I_v}\right) K_v$$

$$[3.59] \quad N^*(t) = L_t^* + \sum_{v=t-1}^{t-a} \left(\frac{L_v}{I_v}\right) K_v$$

$$[3.60] \quad Y_t = F(A_t, L_t^*, I_t^B) \quad ; \quad Y_v = F(A_v, L_v^*, I_v^B)$$

$$[3.61] \quad K_v = I_v \exp\left\{-\int_v^t d(s) ds\right\}$$

donde:

$Q^*(t)$: capacidad productiva;

$N^*(t)$: empleo total correspondiente a la plena utilización de la capacidad;

Y_t : capacidad productiva de nueva generación obtenida con la función de producción marginal F ;

L_t^* : empleo de plena capacidad correspondiente a la última generación;

A_t : factor aumentativo de la eficiencia del trabajo;

Y_v : output de plena capacidad obtenido con los bienes de equipo de la generación v ;

L_v : empleo de plena capacidad correspondiente a los bienes de equipo de la generación v ;

I_v : inversión total de la generación v ;

a_t : años transcurridos desde la instalación de los bienes de equipo más antiguos que todavía permanecen en activo;

K_v : inversión de la generación v que todavía se mantiene productiva después de la depreciación por deterioro;

Las siguientes ecuaciones 3.62-3.64 nos describen algunas de las propiedades que en este modelo caracterizan el proceso de producción ex-post, o en el corto plazo, una vez que han desaparecido las posibilidades de sustitución entre los factores y que los planes de inversión así como el tamaño óptimo ya han sido elegidos por la empresa. En la ecuación 3.62 se puede observar que el empleo total se adapta en función de la tasa de utilización de la capacidad productiva. El supuesto simplificador que adoptamos con respecto a la tasa de utilización de la capacidad productiva es que ésta se determina a nivel agregado ($N/N^*=Q/Q^*$), y se aplica por igual a todas y cada una de las generaciones; es decir, existe una única tasa de utilización de la capacidad productiva por periodo que es de aplicación general para todos los equipos productivos.

La ecuación 3.63 nos indica que la demanda anticipada Q^d es una variable aleatoria distribuida de acuerdo con la función de densidad $g(Q^d)$. La demanda de output, constitutiva de la restricción a la que se enfrenta la empresa en

el mercado de bienes, es incierta en el momento de decidir la inversión, siendo aproximada por la empresa mediante el operador Esperanza Matemática, $E(Q^d)$, calculada sobre la función de distribución de probabilidad subjetiva $g(Q^d)$. A posteriori, dicha distribución se colapsa, tomando la variable Q^d algún valor concreto del espacio muestral. La ecuación 3.64 nos indica ex-post cual es la producción realizada. Sencillamente pone de manifiesto el hecho de que, una vez conocido el valor de la restricción, la producción Q satisfará la demanda siempre que ésta no se sitúe más allá del nivel de plena capacidad Q^* , en otro caso la producción coincidirá con la capacidad máxima.

$$[3.62] \quad \frac{N(t)}{Q(t)} = \frac{N^*(t)}{Q^*(t)}$$

$$[3.63] \quad Q^d(t) \sim g(Q^d(t))$$

$$[3.64] \quad Q(t) = \text{MIN} \{ Q^d(t), Q^*(t) \}$$

$$[3.65] \quad I_t^B \geq 0 ; L_t^* \geq 0 ; 1 \geq d_t \geq 0 ; +\infty \geq a_t \geq 0$$

Con todos estos preliminares podemos plantear el problema de la empresa encaminado a determinar los valores de las variables N , Q^* , d , I^B y L^* de la siguiente forma ⁽¹¹⁾:

$$[3.66] \quad \text{MAX} \sum_t^{\infty} \frac{1}{(1+Rn)^s} \left[(p_s - w_s \frac{N^*(s)}{Q^*(s)}) E(Q(s)) - p_k I_s^B - C(d_s) \right]$$

$$- \frac{\alpha_{s+1}}{(1+Rn)^s} \left(N^*(s+1) - (1-d_s) \left[N^*(s) - \sum_{v=s-a_s+z_s}^{s-a_s} \left(\frac{L_v}{I_v} \right) K_v \right] - L_s^* \right)$$

$$- \frac{\beta_{s+1}}{(1+Rn)^s} \left(Q^*(s+1) - (1-d_s) \left[Q^*(s) - \sum_{v=s-a_s+z_s}^{s-a_s} \left(\frac{Y_v}{I_v} \right) K_v \right] - F(A_s L_s^*, I_s^B) \right)$$

¹¹ Los subíndices temporales nos indican el inicio del periodo cuando se trata de una variable stock, y el periodo temporal completo cuando se trata de una variable flujo o una variable precio.

La función lagrangiana 3.66 ha sido obtenida sustituyendo las ecuaciones 3.58-3.64 en la función objetivo, que no es otra sino la maximización del valor presente esperado. Es decir, el valor esperado de la ecuación 3.57. En el proceso de sustitución se ha hecho uso de la siguiente relación:

$$E \left[p_s Q_s - w_s \frac{N^*(s)}{Q^*(s)} Q_s - p_k I_s^B - C(d_s) \right] = \left[p_s - w_s \frac{N^*(s)}{Q^*(s)} \right] E(Q_s) - p_k I_s^B - C(d_s)$$

Por otra parte, debemos recordar del apartado anterior que el término $E(Q_s)$ puede especificarse mediante el desarrollo del concepto de esperanza matemática aplicado a la función de densidad subjetiva $g(Q^d)$, definida ésta sobre un espacio de sucesos factibles que presenta sendas singularidades en los valores $Q^d = 0$ y $Q^d = Q^*$.

$$[3.67] \quad E(Q) = \int_{-\infty}^{+\infty} Q^d g(Q^d) dQ^d = \int_0^{Q^*} Q^d g(Q^d) dQ^d + Q^* \text{Prob}(Q^d \geq Q^*)$$

Las restricciones de la ecuación 3.66 nos indican cual es la evolución temporal del empleo de plena capacidad y de la propia capacidad productiva. En ellas se ha tenido en cuenta el efecto global de la depreciación sobre ambas variables. Por una parte la obsolescencia que lleva a retirar completamente algunas de las generaciones de bienes de equipo, y por otra el deterioro que se supone que afecta a las generaciones de bienes que todavía permanecen activas después de retirar la generaciones obsoletas. El tratamiento del deterioro no encierra mayor secreto que el de aplicar una tasa uniforme d_s al conjunto de las distintas generaciones de bienes de equipo que todavía permanecen en activo del periodo anterior. En cambio, la obsolescencia nos ha obligado a introducir una nueva variable z_s que expresa el número de generaciones completas que se retiran cada periodo. Es decir, el deterioro aparece afectando a la diferencia entre los valores de N^* y Q^* del inicio del periodo (o final del anterior) y una suma de términos que recogen los volúmenes retirados por obsolescencia. Estas sumas incluyen los términos comprendidos entre los periodos $\{s - a_s + z_s\}$ y $\{s - a_s\}$. Conviene recordar que la variable a_{s+1} designa la edad de las máquinas más antiguas o los años que lleva instalada la máquina más vieja de entre las que permanecen productivas.

Si no existiese obsolescencia la variable a_{s+1} iría tomando valores extraídos de una sucesión de números ordenados de acuerdo con una progresión aritmética de razón la unidad; por lo tanto, podemos establecer la siguiente relación válida tanto para cuando se retiran máquinas como para cuando no se retiran:

$$[3.68] \quad a_{s+1} = a_s + 1 - z_s$$

siendo z_s un factor de rejuvenecimiento del equipo productivo al estar indicando el número de generaciones que se retiran en cada periodo y, consiguientemente, presionar a la baja sobre la variable a_{s+1} .

Derivando en 3.66 con respecto a las variables I_s^B , L_s^* , d_s , N_s^* , Q_s^* , α_{s+1} y β_{s+1} se obtienen las siguientes condiciones necesarias de primer orden (¹²):

$$[3.69] \quad (I_s^B): \quad -pk_s + \beta_{s+1} F'_1(A_s L_s^*, I_s^B) = 0$$

$$[3.70] \quad (L_s^*): \quad \alpha_{s+1} + \beta_{s+1} A_s F'_{AL}(A_s L_s^*, I_s^B) = 0$$

$$[3.71] \quad (d_s): \quad -C'_d(d_s) - \alpha_{s+1} \tilde{N}^*(s) - \beta_{s+1} \tilde{Q}^*(s) = 0$$

$$[3.72] \quad (N_s^*): \quad -w_s EUC(s) - \alpha_s (1+Rn) + \alpha_{s+1} (1-d_s) = 0$$

$$[3.73] \quad (Q_s^*): \quad w_s \frac{N^*(s)}{Q^*(s)} EUC(s) + [p_s - w_s \frac{N^*(s)}{Q^*(s)}] \frac{\partial E(Q)}{\partial Q^*} \\ - \beta_s (1+Rn) + \beta_{s+1} (1-d_s) = 0$$

$$[3.74] \quad (\alpha_{s+1}): \quad N^*(s+1) - (1-d_s) \tilde{N}^*(s) - L_s^* = 0$$

$$[3.75] \quad (\beta_{s+1}): \quad Q^*(s+1) - (1-d_s) \tilde{Q}^*(s) - F(A_s L_s^*, I_s^B) = 0$$

¹² Ver Dixit (1990) cap.10, pp.145-150.

En las anteriores ecuaciones aparece el término EUC sobre el cual ya hicimos algunos comentarios en el apartado anterior. Este se define como la tasa esperada de utilización de la capacidad productiva y puede reformularse analíticamente en función de la especificación 3.67 para la variable $E(Q)$.

$$[3.76] \quad EUC = E(Q)/Q^* = 1/Q^* \int_0^{Q^*} Q^d g(Q^d) dQ^d + \text{Prob}(Q^d \geq Q^*)$$

Por otra parte, en la ecuación 3.73 figura una expresión que ya recogíamos en el modelo del apartado anterior: la derivada parcial de $E(Q)$ con respecto a la capacidad productiva Q^* . Derivando de acuerdo con la regla de Leibnitz la ecuación 3.67 se obtiene el siguiente resultado:

$$[3.77] \quad \partial E(Q)/\partial Q^* = 1 - \text{Prob}(Q^d \leq Q^*) = \text{Prob}(Q^d \geq Q^*)$$

En las ecuaciones 3.71, 3.74 y 3.75, los términos $\tilde{N}^*(s)$ y $\tilde{Q}^*(s)$ expresan, respectivamente, el empleo de plena capacidad y la capacidad productiva que quedan de lo que se hereda del pasado, después de eliminar las generaciones obsoletas pero antes de valorar los efectos del deterioro. Es decir, la diferencia entre los valores vigentes al inicio del periodo y la parte de los mismos que se retira durante el periodo debido a la obsolescencia. Estas dos variables se corresponden, respectivamente, con los términos que aparecen entre corchetes en las restricciones de la ecuación 3.66.

En el anterior programa de optimización dinámica se ha procedido en términos discretos aplicando el principio de máximo. De acuerdo con este principio, las decisiones presentes sobre dos variables de control como son la inversión bruta I^B y el empleo de nueva generación L^* , afectan a los niveles de las variables de estado Q^* y N^* en el periodo siguiente, por la vía de las ecuaciones del movimiento (restricciones sobre las variables de estado incorporadas en la ecuación 3.66). Como consecuencia, los términos de la función objetivo se ven afectados también en el periodo siguiente como consecuencia de las decisiones presentes sobre las variables de control. La forma más inmediata de captar estos efectos futuros es mediante el uso de los precios sombra o variables de co-estado α_{s+1} y β_{s+1} . La función Hamiltoniana que incorpora las valoraciones de estos cambios marginales en las variables

de estado, ofrece una manera sencilla de alterar la función objetivo uniperiódica de la optimización estática, para tomar en cuenta las consecuencias futuras de las decisiones actuales sobre las variables de control.

La existencia de este tipo de relaciones entre las variables stock y las variables flujo en sucesivos momentos del tiempo acarrearán una serie de implicaciones muy concretas desde el punto de vista interpretativo. Las condiciones de arbitraje (o quizás sea más correcto decir de no arbitraje) a las que deberá atenerse la empresa optimizadora en su decisión sobre las variables del problema tiene una doble naturaleza, por una parte existirá el arbitraje "dentro del periodo", y por otra el arbitraje intertemporal. Las anteriores ecuaciones 3.69, 3.70 y 3.71 corresponden al primer tipo, mientras que las ecuaciones 3.72 y 3.73 corresponden al segundo. Ahora bien, el arbitraje para la inversión y el empleo de nueva generación que corresponden al primer tipo, de acuerdo con lo que vimos en el párrafo anterior no están exentas de implicaciones temporales, puesto que los multiplicadores α_{s+1} y β_{s+1} que aparecen en las ecuaciones 3.69 y 3.70 expresan las valoraciones futuras de los cambios marginales presentes en la capacidad productiva y en el empleo total de plena capacidad.

De 3.69, 3.70 y 3.71, sustituyendo sucesivamente se obtiene:

$$[3.78] \quad \beta_{s+1} = \frac{p^k_s}{F'_I(A_s, L_s^*, I_s^B)}$$

$$[3.79] \quad -\alpha_{s+1} = \frac{p^k_s A_s F'_{AL}(A_s, L_s^*, I_s^B)}{F'_I(A_s, L_s^*, I_s^B)}$$

$$[3.80] \quad -C'_d(d_s) = \frac{p^k_s}{F'_I(A_s, L_s^*, I_s^B)} [\dot{Q}^*(s) - A_s F'_{AL}(A_s, L_s^*, I_s^B) \dot{N}^*(s)]$$

La ecuación 3.78 establece la condición marginal para la inversión bruta. En tanto que variable generacional que se decide en cada periodo sin ningún tipo de consideración explícita acerca de posibles costes de ajuste o restricciones adicionales, la empresa invertirá en nuevos equipos productivos hasta el punto en que el valor de su productividad marginal iguale el precio de coste. Teniendo en cuenta que β_{s+1} expresa el precio sombra de la capacidad productiva y juega el papel de ingreso marginal, al multiplicar por la productividad marginal física de la inversión, dicho producto nos mide el contrapeso de la balanza en la cual la empresa pondera la decisión de invertir con el precio de la inversión.

$$[3.81] \quad \frac{\partial PV^*}{\partial Q^*} = \beta_{s+1}$$

La ecuación 3.78 nos ofrece una condición de arbitraje para las decisiones sobre la inversión bruta a partir de la cual se puede especificar una función de demanda de inversión.

Por otra parte, la ecuación 3.79 constituye la condición marginal para el empleo de nueva generación, aquel que en el futuro aparecerá vinculado al volumen de inversión realizado en el presente, por medio de los coeficientes técnicos que hoy se determinen con absoluta libertad de sustitución entre los factores. Teniendo en cuenta que los incrementos en el empleo afectarán negativamente al valor presente de la empresa por la parte correspondiente a los salarios pagados,

$$[3.82] \quad \frac{\partial PV^*}{\partial N^*} = \alpha_{s+1}$$

la ecuación 3.79 deberá interpretarse como la condición de arbitraje para la contratación de empleo de nueva generación, estableciendo los límites del arbitraje en la igualdad entre el valor de la productividad marginal del trabajo y el coste unitario del mismo en términos de menores beneficios y

menor valor presente de la empresa.

Ahora bien, dado que hemos supuesto que el progreso técnico es incorporado y aumentativo de la eficiencia del factor trabajo, a cada unidad natural de trabajo le corresponde un número siempre creciente de unidades de eficiencia laboral. En la medida en que el salario real se determine en función de la productividad marginal del trabajo medida en unidades de eficiencia, la tendencia siempre creciente de ésta, establecerá una senda siempre creciente para el salario real. En realidad, el salario real crece a la tasa a la cual se incorpora el progreso técnico en las nuevas generaciones de bienes de equipo: \dot{A}_t/A_t .

Teniendo en cuenta estas últimas puntualizaciones, podemos interpretar la ecuación 3.79 como una **regla de retiros** para las máquinas o generaciones que se vuelven obsoletas. Debido a que los bienes de inversión quedan instalados con una determinada productividad media que resulta inalterable a lo largo del tiempo, en un determinado periodo permanecerán plenamente activas sólo aquellas generaciones para las cuales el salario real pagado a los trabajadores que producen con dichos bienes de equipo sea menor que su correspondiente productividad media. Esto es lo mismo que decir que la empresa solamente produce con los equipos que son capaces de proporcionarle unas cuasi-rentas no negativas. Además de esta interpretación estática, podemos analizar el proceso de retiros en términos dinámicos. Como hemos visto en el párrafo anterior, el salario real tiende a crecer a la tasa \dot{A}_t/A_t . Puesto que las generaciones de inversión antiguas permanecen a lo largo del tiempo con una productividad media fija, solo es cuestión de tiempo y de la importancia cuantitativa de la tasa de crecimiento de los salarios, el que más pronto o más tarde acaben por desaparecer las cuasi-rentas que hasta el momento venían proporcionándole a la empresa. Es en éste preciso momento cuando la empresa prescindirá de dichos equipos que se han vuelto obsoletos, al no cubrir con los ingresos los costes variables que de su utilización se derivan.

Finalmente, la ecuación 3.80 establece la **regla óptima para el deterioro y no mantenimiento** de los equipos productivos. Dados unos costes de mantenimiento de los equipos como los descritos más arriba, necesarios para

mantener los niveles de productividad inicial, la tasa de deterioro se determinará de tal forma que el ahorro marginal que la empresa obtiene por unidad de cuasi-renta en unidades físicas, iguale a la pérdida marginal que sufriría el valor de la empresa como consecuencia de la disminución en la capacidad productiva que provoca la depreciación por deterioro.

$$[3.83] \quad \frac{-C'_d(d_s)}{[\dot{Q}^*(s) - A_s F'_{AL}(A_s, L_s^*, I_s^B) \dot{N}^*(s)]} = \frac{pk_s}{F'_I(A_s, L_s^*, I_s^B)}$$

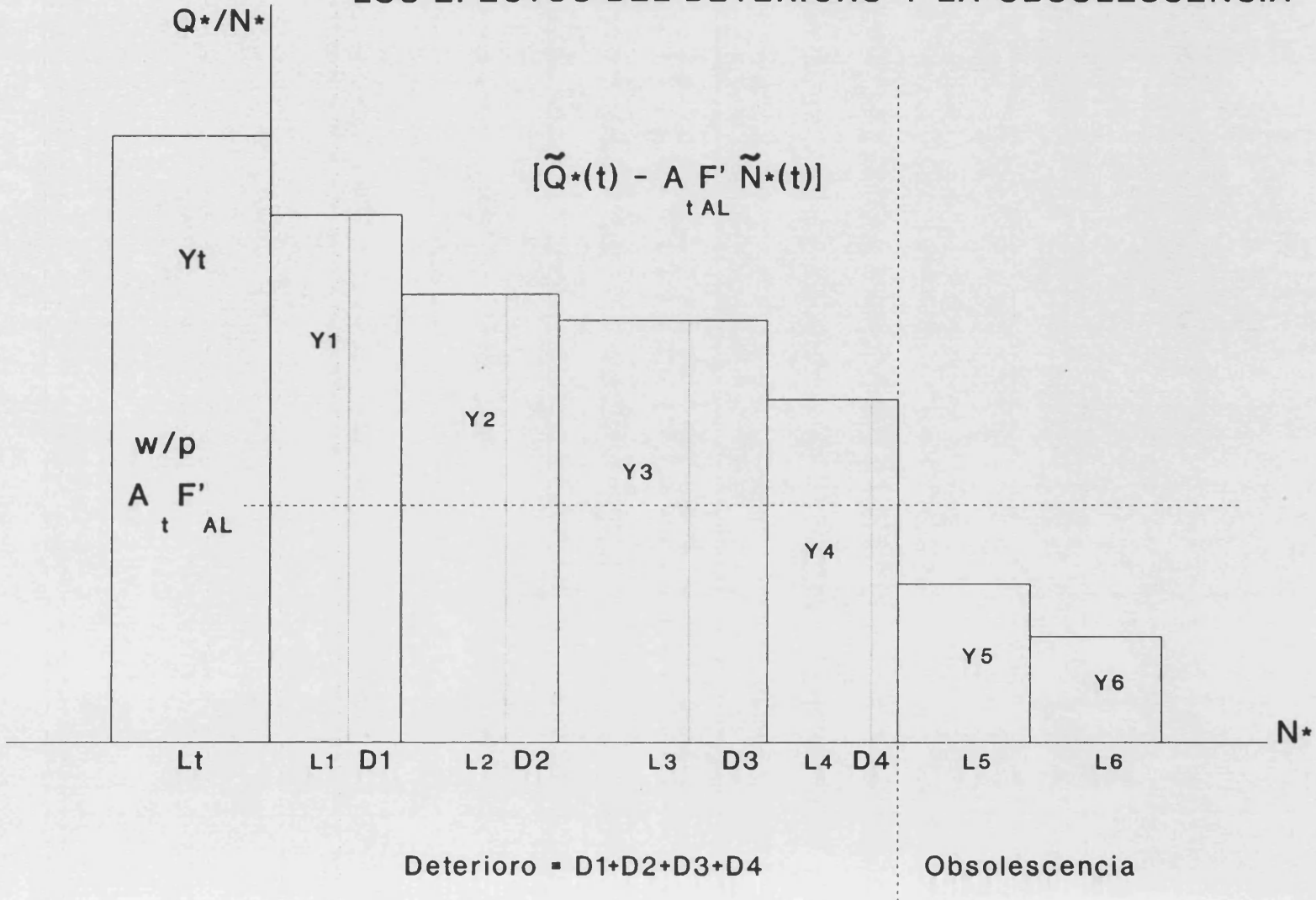
Una unidad física de cuasi-renta expresada en términos de output contribuye a incrementar el valor de la empresa en el valor β_{s+1} -recuérdese las dos especificaciones anteriores de esta variable en las ecuaciones 3.78 y 3.81-, por otra parte, en el lado izquierdo de la ecuación anterior aparece expresado el ahorro marginal por unidad de cuasi-renta física generada con el equipo productivo todavía no deteriorado. La ecuación 3.83 simplemente establece que en el margen dichas proporciones se igualen, determinando en ese punto una tasa de deterioro óptima.

El paralelismo entre la anterior ecuación 3.83 y la ecuación 3.26 obtenida en el modelo putty-putty es muy significativo. Mientras que en aquel se disponía de un stock de capital en términos del cual expresar el ahorro marginal y la pérdida marginal, en éste se sustituye dicha variable, inexistente por otra parte, por la cuantía de las cuasi-rentas generadas por los equipos productivos en activo, medidas en unidades homogéneas de output.

Los efectos de la depreciación sobre las distintas generaciones de bienes de equipo puede observarse en la gráfica siguiente. En ella se observa, por una parte, que la condición de retiro (ecuación 3.79) se aplica óptimamente y como consecuencia se retiran las dos generaciones más antiguas que permanecían productivas al final del periodo anterior. Ocurre que con el nuevo salario real establecido por la línea discontinua horizontal, las productividades medias de ambas generaciones de inversión no alcanzan a cubrir los costes variables, por lo que las cuasi-rentas que generan son negativas. Por otra parte, el conjunto de generaciones no obsoletas (desde 1

hasta 4) generan unas cuasi-rentas en términos de output, equivalentes al área situada por encima de la línea de salario real (línea discontinua horizontal), que valoradas en términos monetarios son ponderadas por la empresa para decidir una tasa óptima de deterioro en función del ahorro que le supondría la decisión de no realizar el mantenimiento de una parte de los equipos. La depreciación por deterioro, en cada ejercicio, se calcula globalmente sobre el volumen de cuasi-rentas físicas o en unidades de output, y el reparto proporcional que se realiza aplicando la misma tasa d a cada una de las generaciones, se recoge en el gráfico con las líneas verticales punteadas que segmentan en dos partes todas y cada una de las generaciones no obsoletas en el momento de depreciar. Si representásemos en un gráfico la situación después de la depreciación global, seguiríamos teniendo las cuatro generaciones de bienes de inversión anteriores pero con una anchura menor.

LOS EFECTOS DEL DETERIORO Y LA OBSOLESCENCIA



Como hemos visto, las ecuaciones 3.78, 3.79 y 3.80 nos ofrecen las reglas óptimas que debe seguir la empresa maximizadora de beneficios para invertir y depreciar -ésta última descompuesta en dos reglas diferenciadas, una para las decisiones con respecto al deterioro y otra para las decisiones de retiro por obsolescencia-. Al igual que ya nos ocurría en el primer modelo putty-putty, volvemos a disponer de reglas de comportamiento separadas e independientes para la inversión y la depreciación. Por lo que respecta a la preocupación por la naturaleza diferenciada de estas dos variables, al trabajar con un modelo de generaciones sucesivas de bienes de capital con características tecnológicas diferenciadas, resulta evidente que cuando hablamos de inversión bruta y de depreciación nos estamos refiriendo a conceptos muy diferentes que de ninguna de las maneras pueden confundirse entre sí. Por nuestra parte, creémos que a partir de los resultados obtenidos en las ecuaciones anteriores, y como consecuencia de esta diferenciación generacional de los bienes de equipo, resulta plenamente justificado nuestro supuesto inicial según el cual las variables de decisión empresarial son, por una parte la inversión bruta y por otra la depreciación, en contra de lo que parece ser la tónica general en la literatura sobre la inversión, en la cual se supone siempre que la variable de decisión por parte de la empresa es la inversión neta.

Apenas si podemos añadir alguna cosa a todo lo dicho en este capítulo sobre la conceptualización de la inversión (bruta), en cambio, con respecto a la depreciación todavía se pueden hacer algunas puntualizaciones. En los párrafos que siguen vamos a tratar de clarificar el sentido último de la depreciación en este modelo de generaciones con tecnología putty-clay, y relacionarlo con el concepto de "capital".

Tal y como se ha señalado a lo largo de todo el desarrollo del modelo putty-clay, en este escenario no se dispone directamente de una medida del capital. La heterogeneidad de las distintas generaciones de bienes de equipo nos impide hablar del stock de capital. La inexistencia de un stock de capital nos ha obligado a trabajar continuamente con el historial de las inversiones realizadas en el pasado. Por el mismo motivo, cuando nos referimos a la depreciación de los bienes de equipo nos encontramos con la misma dificultad en el momento de tratar de captarla con un determinado

agregado. La única posibilidad de tratar con el capital y la depreciación en términos agregados pasa por encontrar algún agregado que sirva como referente de lo que está sucediendo con la estructura productiva de la empresa considerada como un todo homogéneo. Como primera aproximación esto se puede conseguir analizando alguna de las dos variables que más directamente aparecen vinculadas a los equipos productivos instalados: el empleo de plena capacidad y la capacidad productiva. En realidad, la existencia de coeficientes técnicos fijos que relacionan el empleo de plena capacidad, la capacidad productiva y la inversión parecen, apuntar en esta dirección. Al mismo tiempo, tanto el factor trabajo como el output son dos variables homogéneas que permiten agregar indirectamente los bienes de equipo de las distintas generaciones, sumando las cantidades de cada uno de ellos (trabajo y output) que se deriva de cada generación de bienes de capital.

De acuerdo con esta forma de ver las cosas, podemos especificar la depreciación en sus dos partes fundamentales, la que proviene del deterioro de los equipos, y la que se genera con la obsolescencia de los mismos. En las dos ecuaciones siguientes recogemos, primero en términos de empleo y posteriormente en términos de output, estos dos componentes de la depreciación.

$$[3.84] \quad d_t [N^*(t) - \sum_{v=t-a+1}^{t-1} \left(\frac{L_v}{I_v} \right) K_v] + \sum_{v=t-a+1}^{t-1} \left(\frac{L_v}{I_v} \right) K_v$$

$$[3.85] \quad d_t [Q^*(t) - \sum_{v=t-a+1}^{t-1} \left(\frac{Y_v}{I_v} \right) K_v] + \sum_{v=t-a+1}^{t-1} \left(\frac{Y_v}{I_v} \right) K_v$$

Si con las anteriores expresiones nos aproximamos a las minoraciones del capital, la aproximación al propio stock de capital se podría hacer por medio de la magnitud de la capacidad productiva existente en cada periodo Q^* .

Alternativamente, una vez establecidas las circunstancias bajo las cuales los equipos productivos instalados en las empresas se pueden encontrar a merced de las distintas fuerzas causantes de la depreciación, y visto también que el deterioro físico no constituye el único motivo por el que se debe tener en cuenta la depreciación de los bienes de capital, podemos regresar al esquema del capítulo segundo en el cual se apelaba a la valoración económica de la empresa como forma plausible de obtener un indicador o medida del capital. Creémos que con el desarrollo del modelo puty-clay ha quedado suficientemente justificado, desde un punto de vista analítico, aquello que desde un punto de vista intuitivo parecería de lo más lógico: **la variabilidad de la depreciación así como la determinación y motivación económica de la misma.** Consiguientemente, el recurso a las valoraciones de mercado como forma globalizadora de incorporar al esquema de medición del capital la multiplicidad de fenómenos que en cada momento experimenta la economía, se convierte en algo deseable desde el instante en que la supuesta variabilidad de la depreciación así como su motivación económica pasan de ser una quimera a convertirse en un supuesto fundamental del programa de investigación que se esté desarrollando.

CAPITULO IV

IV. ESTIMACION DEL STOCK DE CAPITAL Y LA DEPRECIACION EN EL SECTOR ENDOGENO DE LA ECONOMIA ESPAÑOLA.

4.1 INTRODUCCION.

En este capítulo trataremos de plasmar la idea fundamental que se seguía del desarrollo del modelo teórico, en unas medidas concretas de la tasa de depreciación y del stock de capital neto para el sector endógeno de la economía española durante el periodo 1964-1990. A continuación, y una vez obtenida una primera aproximación a ambas variables, realizaremos un ejercicio consistente en comprobar la sensibilidad de los valores obtenidos para el capital y la depreciación a cambios en la medida del indicador de rentabilidad. La línea causal del ejercicio que planteamos, evoluciona desde el campo de la microeconomía, con la utilización de indicadores de rentabilidad correspondientes a la empresa individual o a agregados no excesivamente complejos de las mismas, hacia el campo de la macroeconomía, con la obtención de agregados como la depreciación y el capital para el conjunto del sector endógeno de la economía española.

4.2 Q-TOBIN Y STOCK DE CAPITAL EN EL SECTOR ENDOGENO DE LA ECONOMIA ESPAÑOLA: 1964-1990.



Tomemos la definición de la variable observable q^A , definida en Tobin (1969) como el cociente entre el valor bursátil de la empresa y el valor de reposición del capital, e igulemos dicho valor al cociente entre los valores económicos de la empresa y el capital, tal y como se desprendería del modelo del capítulo anterior.

$$[4.1] \quad q^A = \frac{PV^*}{p_k K^*}$$

De acuerdo con la metodología expuesta en Malinvaud (1987), la variable PV^* recoge el valor actualizado de la esperanza de beneficios futuros. Bajo el supuesto de mercados financieros eficientes, el teorema de Modigliani-Miller nos indica que el modo en que se financia la empresa es irrelevante para la toma de decisiones sobre la inversión, por consiguiente, el valor de la empresa puede aproximarse por el valor presente descontado de los dividendos esperados:

$$[4.2] \quad PV^*(t) = \int_t^{\infty} DIV^*(s) \exp\{-Rn(s)(s-t)\} ds$$

En la ecuación 4.2, Rn el tipo de interés nominal y DIV^* los dividendos esperados. Esta última variable es una variable endógena desde el punto de vista del modelo planteado en el capítulo anterior, puesto que para su determinación es preciso conocer previa o simultáneamente el valor de m , variable que nos permitirá calcular, multiplicando por K^* , el valor de la depreciación. La variable DIV^* no esta recogiendo el valor de los dividendos contables sino lo que podríamos denominar "valoración económica" de los dividendos repartidos por la empresa. Es de esperar que si en un momento determinado el reparto de dividendos va acompañado de un proceso de descapitalización de la empresa, los agentes económicos valoren negativamente esta política, adjudicando una valoración "económica" a los dividendos repartidos inferior a la "contable". Más directamente, podemos afirmar que la

diferencia entre los dividendos contables y los dividendos económicos es equivalente a la diferencia que existe entre la depreciación contable del stock de capital y la valoración económica que los agentes realizan de la depreciación experimentada por los equipos instalados, variable desconocida por el momento, y que pretendemos captar de la forma más realista posible.

Si suponemos que las expectativas son estáticas y que, en consecuencia, los agentes esperan que el valor observado del dividendo real se repita en el futuro, es posible simplificar la relación 4.2, de manera que el valor de la empresa queda determinado por el cociente entre el dividendo del periodo y el tipo de interés real, r .

$$[4.3] \quad PV^*(t) = \frac{DIV^*(t)}{r(t)}$$

Dado el valor de q^A de la ecuación 4.1, sustituyendo en ella la ecuación 4.3 se obtiene la siguiente relación:

$$[4.4] \quad q^A r p_k K_t^* = DIV^*$$

Además, por todo lo que hemos dicho en los párrafos anteriores, podemos especificar los dividendos económicos como la diferencia entre la suma de los dividendos y la depreciación contables (BDB), y la depreciación económica, tal y como aparece en la siguiente ecuación¹:

¹ La ecuación 4.4 por sí sola no puede ofrecernos una medida económica del capital. Aún cuando el modelo nos permite determinar la tasa de depreciación óptima en términos de los valores corrientes y futuros de las variables precio, puesto que la tasa de depreciación m es una variable no predeterminada, el capital se deberá calcular a partir de la ecuación que rige su dinámica. Al ser el capital una variable predeterminada, sus valores presentes dependerán de su evolución pasada. De todas formas, la ecuación 4.4 no es suficiente puesto que establece una combinación lineal entre los valores de las dos variables endógenas K^* y m . La variable DIV^* , como se puede ver en la ecuación 4.5, es función tanto de K^* como de m y, por consiguiente, seguimos teniendo una ecuación con dos incógnitas. La única posibilidad de trabajar aisladamente con la ecuación 4.4 sería sustituyendo los dividendos económicos por los dividendos contables, pero la medida del capital que así se obtendría, resultaría un híbrido de valores contables y económicos de muy difícil interpretación.

$$[4.5] \quad \text{DIV}^* = \text{BDB} - p_k m K_{t-1}^*$$

Finalmente, la ecuación en diferencias que expresa la dinámica del stock de capital, especificada en términos nominales queda de la siguiente forma:

$$[4.6] \quad p_k K_t^* = p_k I^B + (1-m) p_k K_{t-1}^*$$

El sistema formado por las ecuaciones 4.4-4.6 es un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas, m , K^* y DIV^* , cuya solución depende del conocimiento exógeno de las variables precio, el volumen de inversión bruta y un valor para el stock de capital de referencia.

Como forma final para la obtención de la variable tasa de depreciación podemos escribir:

$$[4.7] \quad m_t = \frac{-\text{DIV}_t^* + r_t q_t^A (I_{nt}^B + p_k K_{t-1}^*)}{r_t q_t^A p_k K_{t-1}^*}$$

o alternativamente, dependiendo sólo de variables exógenas:

$$[4.8] \quad m_t = \frac{\text{BDB}_t - r_t q_t^A (I_{nt}^B + p_k K_{t-1})}{(1 - r_t q_t^A) p_k K_{t-1}}$$

En estas dos últimas ecuaciones, la variable I_{nt}^B representa la inversión bruta expresada en pesetas corrientes, equivalente al producto $p_k \cdot I_t^B$.

Dado el valor de m calculado en 4.8, se puede ir calculando una serie del stock de capital, simultáneamente con la obtención de la tasa de depreciación y de los dividendos económicos, utilizando la ecuación 4.6 de manera secuencializada con las ecuaciones 4.5 y 4.8. Este será el stock de capital neto que se justifica a partir de los valores de mercado si tenemos en cuenta los beneficios distribuidos y la inversión bruta de las empresas, bajo las hipótesis de mercados financieros eficientes y expectativas

estáticas.

El hecho de que la valoración de mercado se materialice bajo todo tipo de contingencias globalmente consideradas, nos induce a concluir que el stock de capital así calculado puede tomarse como una aproximación altamente ajustada del stock de capital realmente existente. Por otra parte, el uso que hacemos del ratio q , en tanto que indicador eficiente de la valoración de conjunto que los agentes privados realizan del contexto empresarial, fundamentado en la valoración del pasivo de dichas empresas en el mercado, nos permite afirmar que los valores de m que obtenemos, corresponden con un alto grado de precisión al conjunto de minoraciones que verdaderamente experimenta el capital productivo, o cuando menos nos sirve para solucionar el problema de la valoración de un conjunto de bienes heterogéneos. Como es lógico, la precisión de las aproximaciones y la credibilidad de nuestras conclusiones dependen en último extremo del conjunto de información bajo el cual se realizan las valoraciones. En todo momento hemos trabajado bajo la hipótesis de absoluta transparencia informativa.

A continuación presentamos los resultados que se obtienen, para el sector endógeno de la economía española, al aplicar la metodología expuesta en los párrafos anteriores. Como ya se ha indicado repetidas veces, consideramos que los valores observados de las variables inversión bruta, empleo, y producción, variables todas ellas endógenas de acuerdo con el modelo desarrollado en el capítulo anterior, se corresponden con los valores óptimamente decididos por la propia empresa. Los valores observados para estas variables durante el periodo 1964-1990 así como las observaciones correspondientes a las variables precio nos permiten realizar la aproximación al cálculo endógeno de la depreciación y el stock de capital que se recogen en los cuadros de las páginas siguientes.

La base de datos que utilizamos es el trabajo de Escribá y Ruiz (1991c), en donde se realiza una elaboración de los datos macroeconómicos de la Contabilidad Nacional, ajustada al sector endógeno de la economía española. De especial interés son las series correspondientes a la inversión bruta, los dividendos contables (DIVNF), y la depreciación contable (CCFNF); la suma de estas dos últimas constituye lo que denominamos en este trabajo beneficios

distribuidos brutos (BDB). También ha sido tomado de aquel, el valor del stock de capital de referencia correspondiente al año 1963. La cuestión a tener presente en la utilización de la base de datos citada es el proceso de obtención de los dividendos, según el cual, y siguiendo la metodología del Instituto Nacional de Estadística, en el reparto del excedente bruto de explotación, los dividendos y otras rentas se obtienen de forma residual. Al descontar los conceptos de impuestos sobre la renta y el patrimonio, los gastos financieros, el ahorro neto y el consumo de capital fijo, lo que queda son los dividendos. Esta manera de proceder nos ha llevado a obtener, después de los ajustes pertinentes, una realización para el año 1981 de los dividendos contables con valor negativo.

El precio de los bienes de equipo, p_k y el rendimiento de las obligaciones a largo plazo, R_n , proceden de los trabajos de David Taguas en el Ministerio de Economía y Hacienda. Los valores del ratio q^A , en esta primera aproximación, son los que se presentan en el trabajo de Espitia (1987) concernientes a la consolidación contable de 77 empresas, y han sido ampliados hasta 1990 con las tasas de crecimiento que se desprenden de nuestros propios cálculos sobre indicadores de rentabilidad macroeconómicos².

2 La metodología propuesta en este trabajo tiene dos posibles aplicaciones, una que permite realizar inferencias desde el ámbito microeconómico hacia el análisis macroeconómico, y otro que, dentro del mismo enfoque macroeconómico, permite hacer comparaciones entre el capital medido por el coste de reposición de los equipos y la medición económica que aquí podemos generar endógenamente en términos netos. La primera de estas aplicaciones es la que desarrollamos en este capítulo haciendo uso de un ratio q elaborado en términos microeconómicos, para aproximar endógenamente el capital neto correspondiente al conjunto del sector endógeno. Al margen del trabajo que ahora nos ocupa, consideramos que el otro enfoque analítico puede resultar muy interesante, y en esa línea hemos calculado algunos indicadores de rentabilidad, elaborados a partir de la información macroeconómica correspondiente al sector endógeno de la economía española. De acuerdo con la metodología de Malinvaud (1987) y, mucho más concretamente, siguiendo el trabajo de Chan-Lee y Torres (1987), hemos calculado una serie del ratio q que es la que utilizamos para la prolongación de la serie de Espitia a partir del año 1984.

Cuadro no 1.

(3)

AÑOS	q ^A	P _k	R _n	r	BDB	I _n ^B
1964	1.551	0.73782	0.08000	0.03111	204.56	156.52
1965	1.414	0.76331	0.08300	0.04846	240.35	193.73
1966	1.289	0.78428	0.08570	0.05823	221.70	225.45
1967	1.159	0.84060	0.08927	0.01746	205.22	244.17
1968	1.190	0.88166	0.09115	0.04230	259.59	277.65
1969	1.467	0.93268	0.09557	0.03771	272.94	340.42
1970	1.341	1.00000	0.11051	0.03833	332.76	385.53
1971	1.416	1.05472	0.11308	0.05836	429.49	379.55
1972	1.548	1.12372	0.10549	0.04006	410.93	491.47
1973	1.411	1.22346	0.10706	0.01831	416.06	642.62
1974	1.079	1.45603	0.12741	-0.06269	602.11	806.19
1975	0.965	1.63842	0.13402	0.00876	706.63	859.11
1976	0.705	1.85484	0.12457	-0.00752	835.09	965.81
1977	0.533	2.24043	0.11975	-0.08814	984.02	1154.97
1978	0.461	2.63439	0.13821	-0.03763	1027.75	1331.96
1979	0.425	2.98659	0.14917	0.01548	1170.56	1443.40
1980	0.412	3.51479	0.15096	-0.02590	1322.46	1814.58
1981	0.440	4.25993	0.15344	-0.05856	1503.72	2234.61
1982	0.426	4.82428	0.15940	0.02692	1936.63	2354.70
1983	0.432	5.61377	0.16910	0.00545	2237.30	2689.72
1984	0.619	6.19443	0.16520	0.06177	3152.83	2708.79
1985	0.890	6.69199	0.13370	0.05338	3895.82	2962.70
1986	1.209	6.99309	0.11360	0.06861	4437.68	3586.13
1987	1.072	7.35872	0.12770	0.07542	5314.11	4469.25
1988	1.340	7.78116	0.11740	0.05999	6748.60	5305.65
1989	1.132	8.14766	0.13790	0.09080	7846.72	6177.09
1990	1.047	8.65421	0.14600	0.08383	8387.31	6686.26

3 ^A q, ratio q-Tobin Espitia (1987) valores consolidados. p_k, precio de los bienes de capital. R_n, rendimiento de las obligaciones a largo plazo. r, tipo de interés real. Las variables dividendos brutos, BDB, e inversión bruta, I_n^B, se recogen en miles de millones de pesetas corrientes.

Cuadro no 2.

(4)

AÑOS	I ^B	D	I ^N	K ^{of}
1963	--	--	--	1502.37
1964	212.13	152.18	59.96	1562.32
1965	253.80	161.96	91.84	1654.16
1966	287.46	173.01	114.46	1768.62
1967	290.47	172.21	118.26	1886.88
1968	314.92	194.76	120.16	2007.04
1969	364.99	206.24	158.75	2165.79
1970	385.53	218.94	166.58	2332.37
1971	359.86	231.86	128.00	2460.38
1972	437.36	239.75	197.61	2657.98
1973	525.25	258.43	266.82	2924.81
1974	553.69	273.69	280.00	3204.81
1975	524.35	298.38	225.97	3430.78
1976	520.70	316.44	204.26	3635.04
1977	515.51	331.08	184.43	3819.47
1978	505.60	340.99	164.61	3984.08
1979	483.29	366.89	116.41	4100.48
1980	516.27	368.74	147.53	4248.01
1981	524.56	365.35	159.21	4407.22
1982	488.09	384.44	103.66	4510.88
1983	479.13	387.00	92.13	4603.01
1984	437.29	401.24	36.06	4639.07
1985	442.72	408.90	33.83	4672.89
1986	512.81	422.99	89.82	4762.72
1987	607.34	435.71	171.64	4934.35
1988	681.86	465.57	216.29	5150.64
1989	758.14	494.47	263.68	5414.32
1990	772.60	508.02	264.58	5678.90

4 I^B, inversión productiva bruta. D, consumo de capital fijo. I^N, inversión neta. K^{of}, stock de capital para el sector endógeno español en miles de millones de pesetas constantes según el método del inventario perpetuo. Elaboraciones a partir de los datos de la Contabilidad Nacional según la metodología de Escribá y Ruiz (1991c). Los valores que se recogen en el citado trabajo difieren de los aquí presentados solamente con motivo del deflactor utilizado en cada uno de los casos; allí se deflacta con el deflactor de la formación bruta de capital fijo, y aquí lo hacemos con el índice de precios de los bienes de capital.

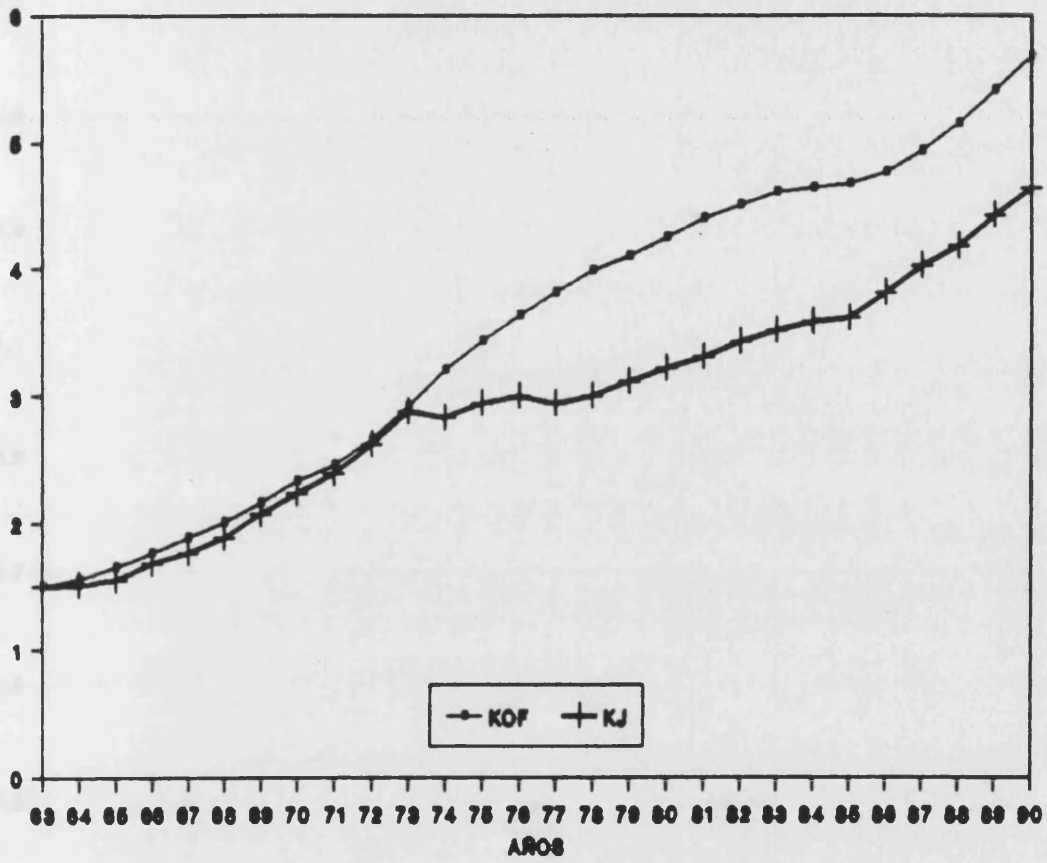
Cuadro nº 3.

(5)

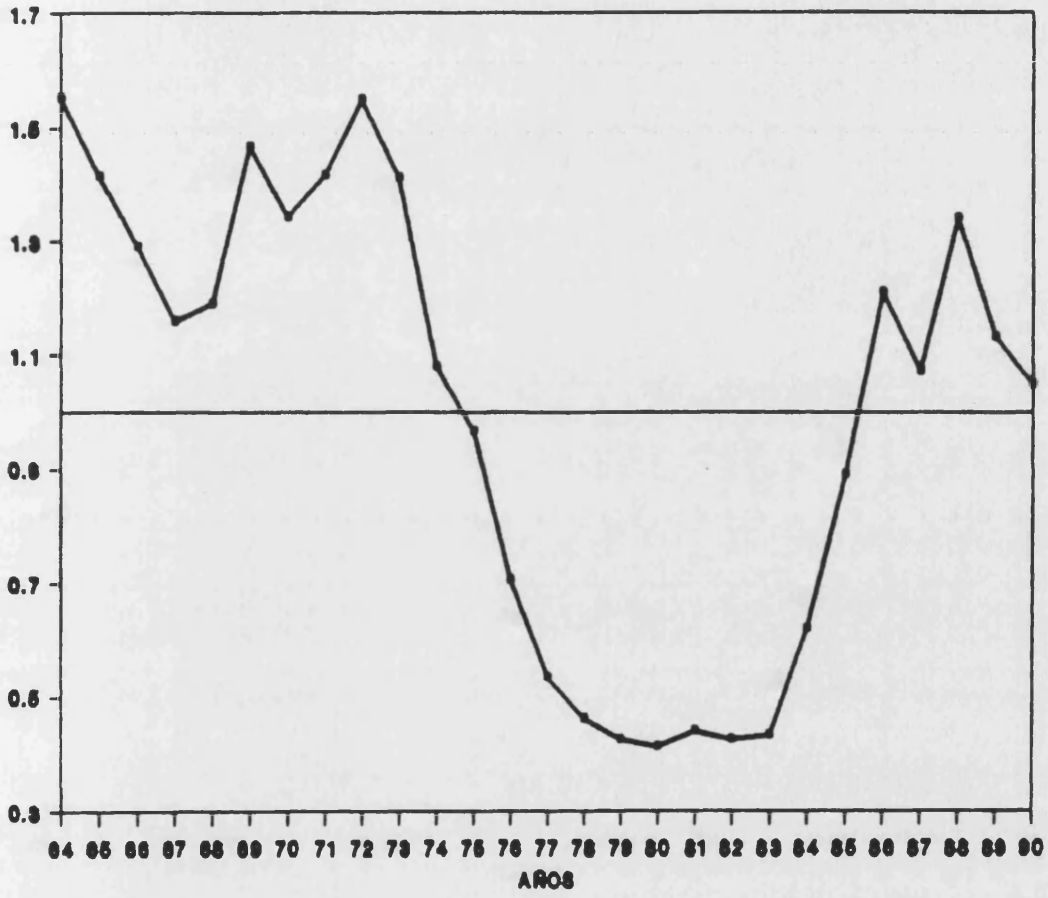
AÑOS	m	K ^j	MINOR	I ^E
1963	—	1502.37	—	—
1964	0.13604	1510.12	204.39	7.75
1965	0.13793	1555.62	208.29	45.51
1966	0.10032	1687.02	156.07	131.39
1967	0.12349	1769.15	208.33	82.13
1968	0.11280	1884.51	199.57	115.36
1969	0.09448	2071.45	178.05	186.94
1970	0.10508	2239.30	217.68	167.85
1971	0.09367	2389.41	209.75	150.11
1972	0.08494	2623.81	202.96	234.40
1973	0.10122	2883.48	265.58	259.67
1974	0.20985	2832.08	605.09	-51.40
1975	0.14348	2950.07	406.36	117.99
1976	0.15801	3004.62	466.15	54.55
1977	0.19219	2942.68	577.45	-61.93
1978	0.15030	3006.01	442.28	63.33
1979	0.12356	3117.88	371.43	111.87
1980	0.13171	3223.50	410.65	105.62
1981	0.13596	3309.79	438.28	86.29
1982	0.10938	3435.85	362.03	126.07
1983	0.11358	3524.74	390.24	88.89
1984	0.10546	3590.31	371.72	65.57
1985	0.11422	3622.96	410.08	32.64
1986	0.08771	3817.99	317.77	195.04
1987	0.10380	4029.03	396.31	211.03
1988	0.13190	4179.46	531.43	150.43
1989	0.12151	4429.75	507.86	250.29
1990	0.12680	4640.67	561.68	210.92

5 m, tasa calculada de depreciación. K^j, capital justificado que se obtiene con la anterior tasa de depreciación. MINOR, minoraciones o volumen de depreciación calculada. I^E, incremento calculado del stock de capital justificado -inversión de expansión-. Las tres últimas variables aparecen registradas en miles de millones de pesetas constantes.

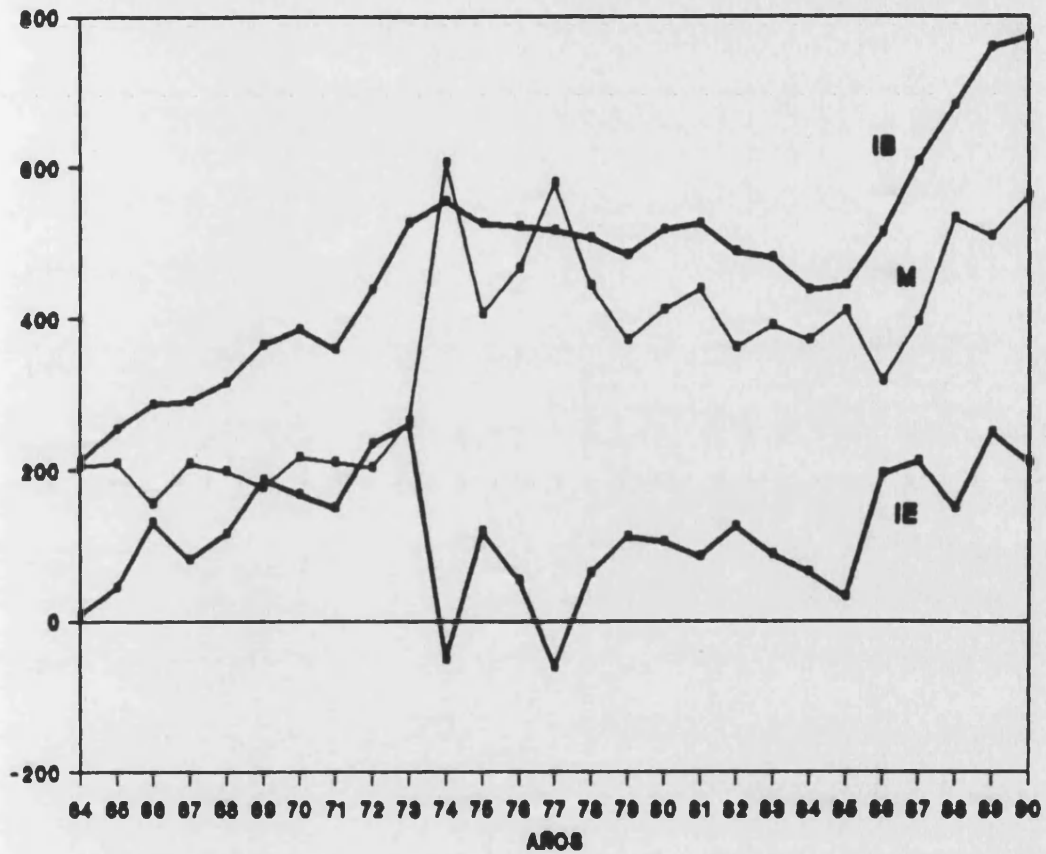
STOCK DE CAPITAL OFICIAL Y JUSTIFICADO



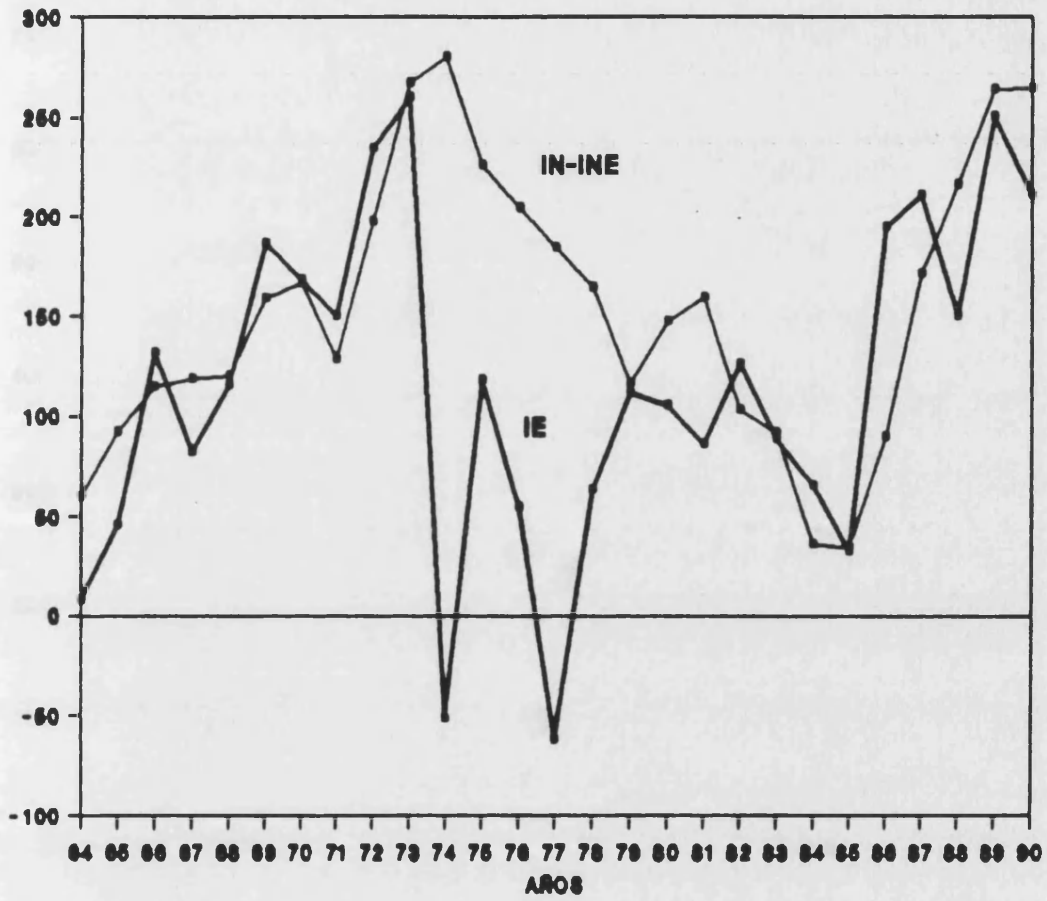
qA



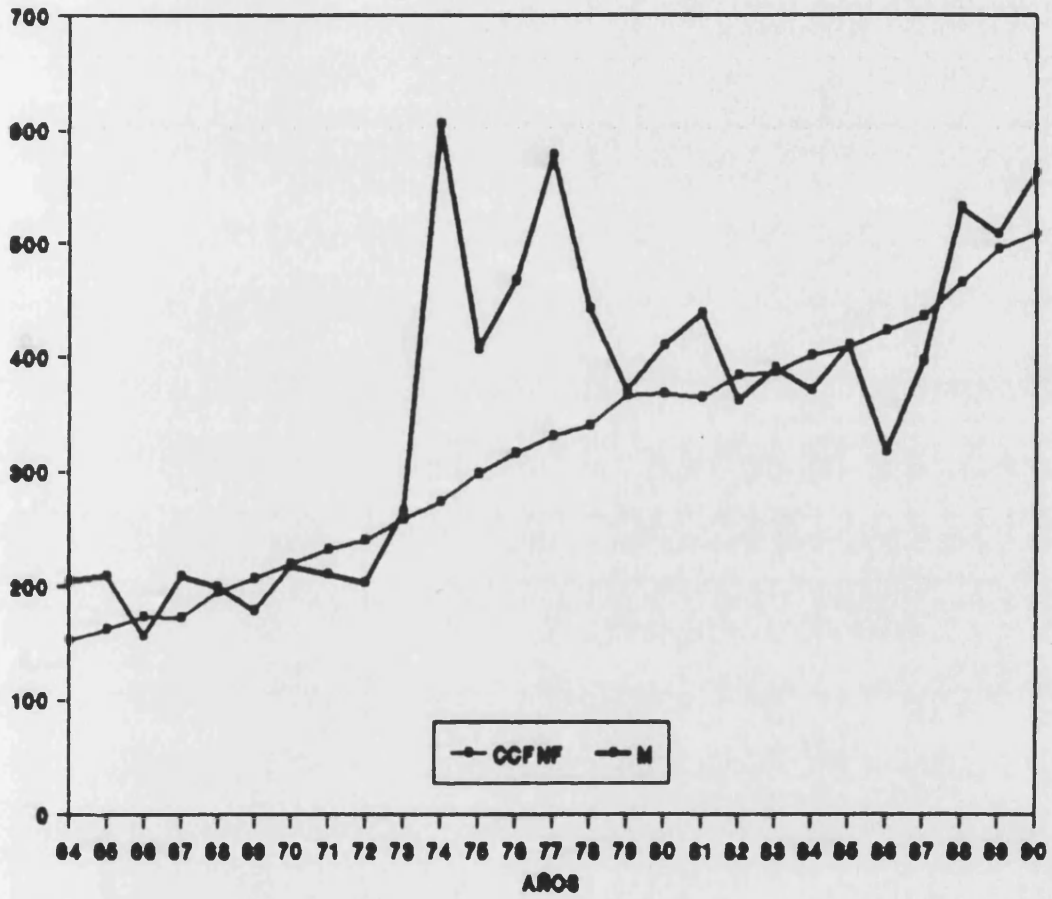
INVERSION BRUTA, NETA DE EXPANSION, Y MINORACIONES (DEPRECIACION).



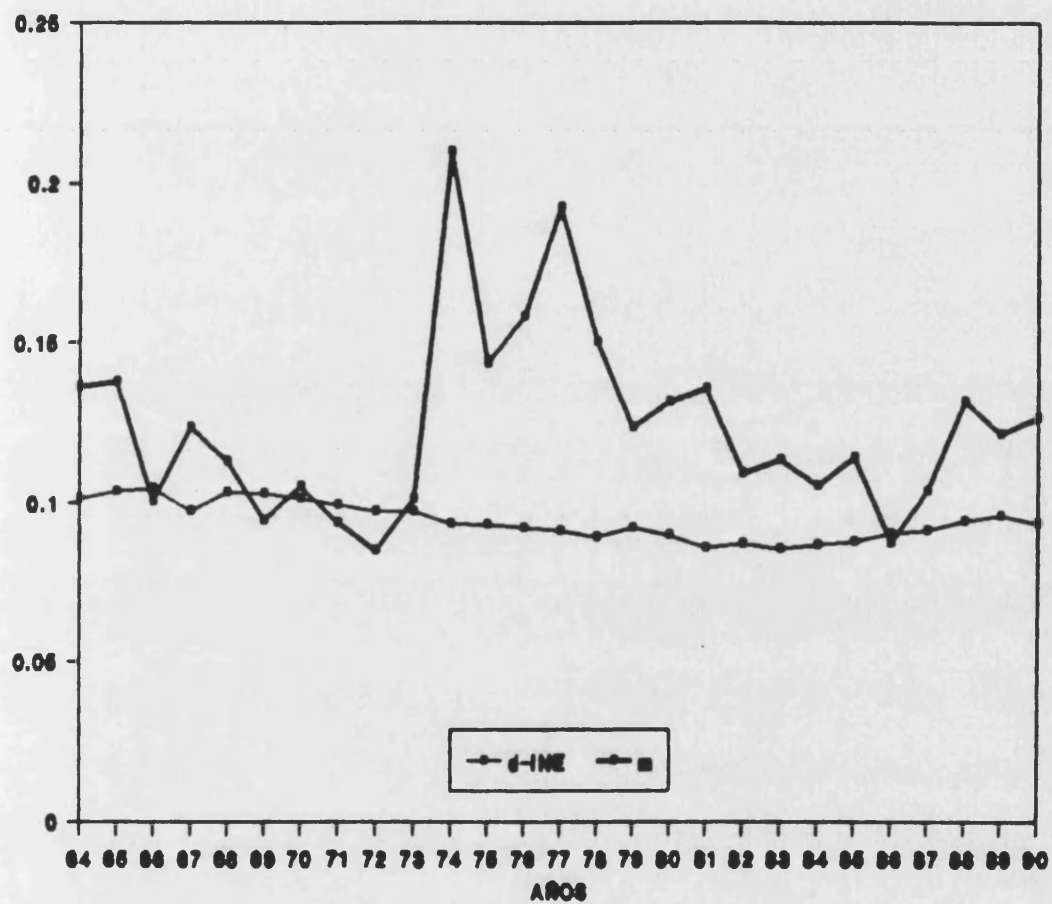
INVERSION NETA



DEPRECIACION



TASA DE DEPRECIACION

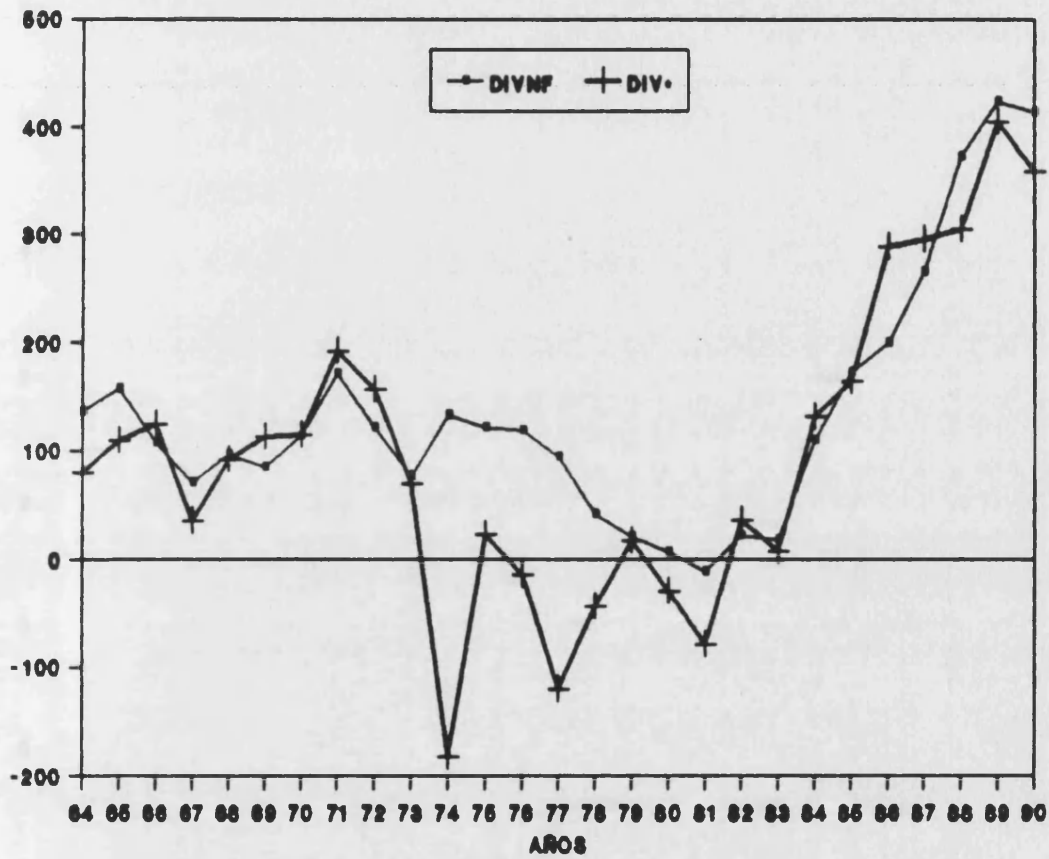


Cuadro nº 4. (6)

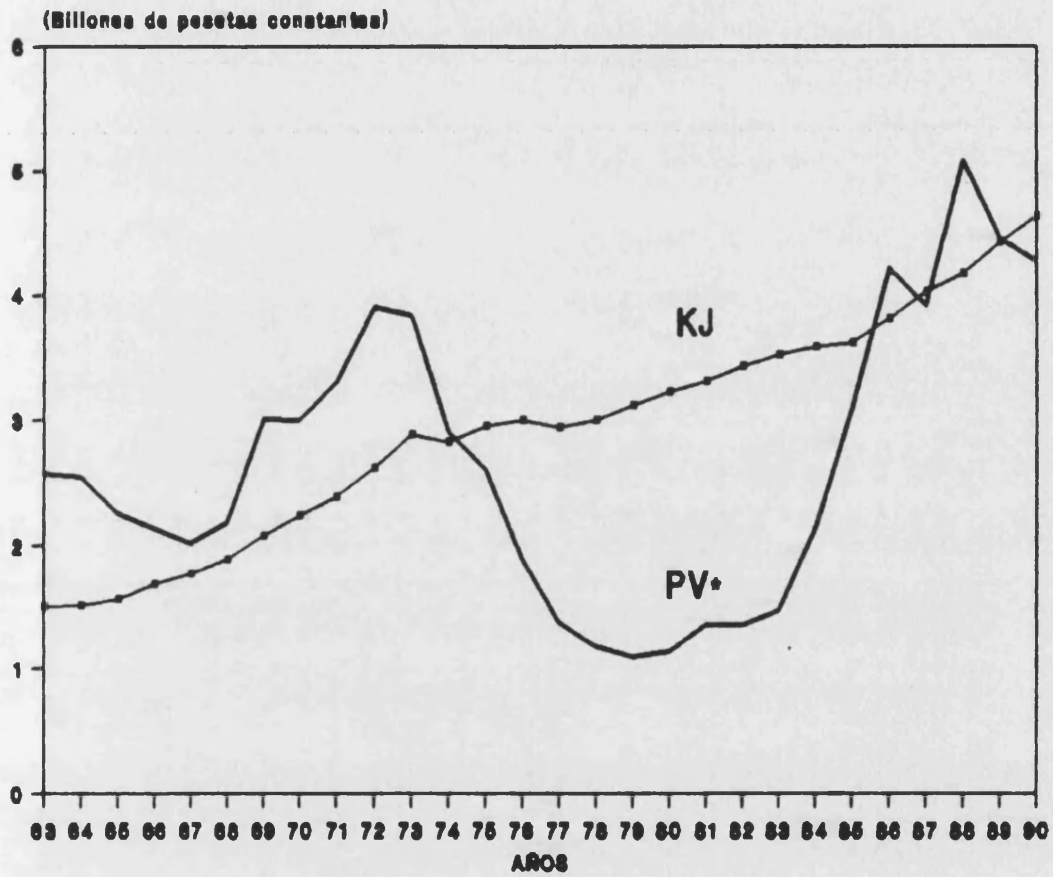
AÑOS	DIVNF	DIV*
1964	135.95	79.20
1965	156.65	109.19
1966	107.63	124.25
1967	70.61	35.14
1968	96.83	92.16
1969	85.51	113.42
1970	113.82	115.09
1971	171.28	192.88
1972	121.27	156.67
1973	76.99	70.24
1974	133.34	-182.66
1975	121.94	22.87
1976	119.09	-14.18
1977	94.41	-120.68
1978	41.81	-44.38
1979	20.77	17.01
1980	6.44	-29.46
1981	-11.48	-79.19
1982	22.09	36.40
1983	18.13	8.01
1984	110.56	132.19
1985	172.55	164.94
1986	200.00	289.49
1987	266.60	295.81
1988	372.26	305.04
1989	424.50	405.15
1990	413.63	358.81

6 La variable DIVNF recoge los dividendos contables expresados en miles de millones de pesetas constantes. La variable DIV* representa la valoración económica de la anterior y expresa miles de millones de pesetas constantes.

DIVIDENDOS CONTABLES Y ECONOMICOS



STOCK DE CAPITAL Y VALOR DE LA EMPRESA (En términos reales)



Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, los valores calculados de las variables stock de capital, inversión neta y depreciación, arrojan mucha más luz sobre los acontecimientos económicos de las tres últimas décadas, que aquellos que ofrecen las mediciones oficiales en base a la metodología de la Contabilidad Nacional.

El stock de capital justificado endógenamente experimenta un importante crecimiento durante el periodo anterior a 1974, parejo a la evolución pujante de la inversión neta de expansión. Al mismo tiempo, la depreciación evoluciona de acuerdo con lo que podríamos denominar su pauta "normal". Por otra parte, durante estos años, el ratio de valoración q^A , aún cuando experimenta alzas y bajas significativas, nunca se sitúa por debajo de la unidad. Una conclusión clara con implicaciones estadísticas que se puede sacar de este periodo, es que el método del inventario perpétuo es una técnica válida para aproximar las tres variables a las que nos estamos refiriendo.

Los resultados más significativos se obtienen en el periodo de la crisis en los años comprendidos entre 1974 y 1979. En este periodo el stock de capital se estanca de una manera muy significativa como fruto de la enorme depreciación de equipos productivos que se experimenta, consecuencia directa de la propia crisis energética. El deterioro económico, pero sobre todo la obsolescencia de tipo estructural podría estar en la base de este incremento significativo de la depreciación, que no puede ser explicado por el simple deterioro físico de los equipos, tal y como nos muestran los registros "oficiales" elaborados en base al método del inventario perpétuo. Por el mismo motivo, la inversión neta de expansión sufre un importante retroceso respecto a los niveles que venía experimentando en la década de los sesenta, llegando incluso a experimentar valores negativos en algunos de los años comprendidos en este primer periodo de crisis. La disparidad de valores que se observa al comparar los de la Contabilidad Nacional con nuestras estimaciones, pone de manifiesto lo inapropiado del método del inventario perpétuo, para el cálculo del stock de capital, en periodos de gran agitación económica. Es interesante comprobar cómo la evolución del ratio q^A , durante estos seis años, sufre una caída espectacular y sostenida, que llega a situar sus valores por debajo de 0.5 sin ningún viso de recuperación inmediato.

La evolución del stock de capital durante la década de los ochenta, en términos de los valores obtenidos endógenamente comparados con las mediciones oficiales, parece indicar que es posible restituir al método del inventario perpétuo como apropiado para registrar dicha evolución, aunque no los niveles dado que la naturaleza acumulativa del capital arrastrará hacia el futuro, los errores de medición cometidos en el pasado.

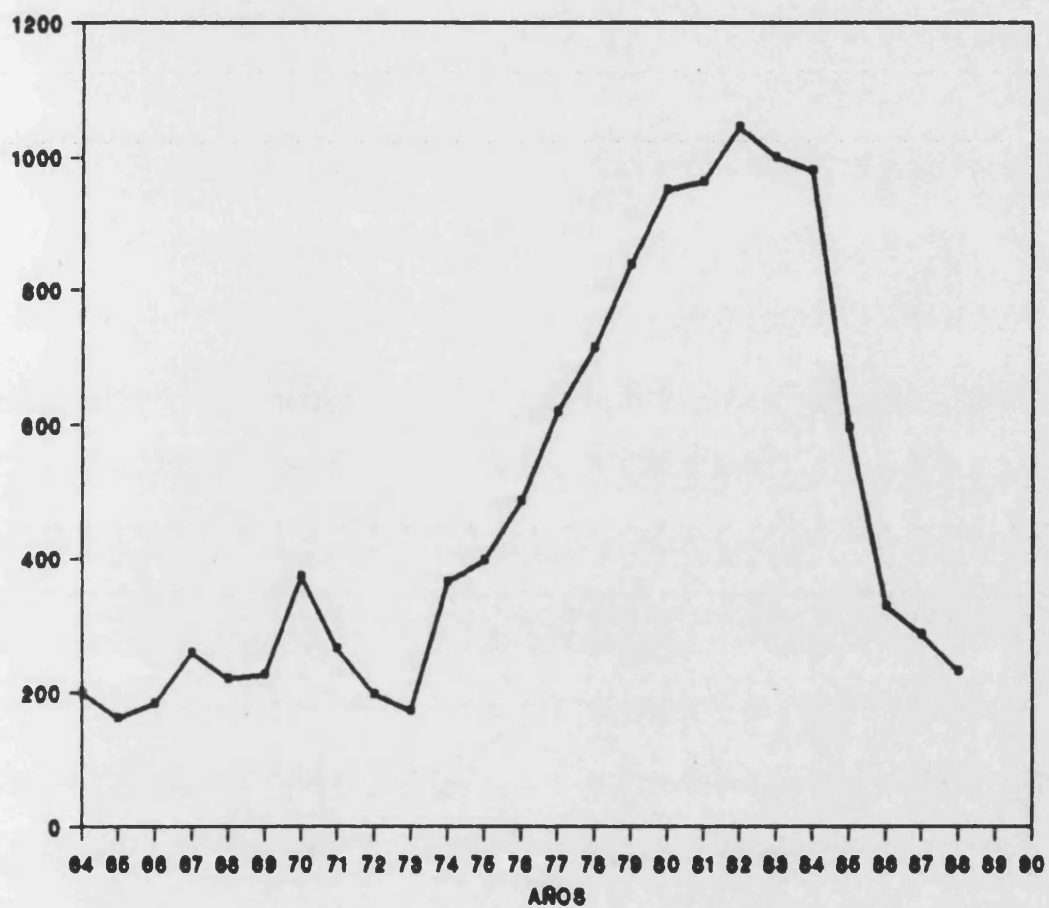
Finalmente, es de señalar el fuerte impulso que experimenta el sector endógeno de la economía española en los cinco años finales de la muestra (1986-1990). Asociado a este movimiento de recuperación general, el ratio q^A crece de una forma acelerada, desde valores apenas significativos, hasta lograr situarse, de nuevo durante estos cinco últimos años, por encima de la unidad. Fruto de esta nueva tendencia es la significativa recuperación de la inversión. Tanto la inversión bruta como la inversión neta de expansión -la calculada y la oficial- muestran una evolución sin precedentes desde la década de los sesenta. Esto mismo parece indicar la inflexión sufrida por la línea de evolución temporal del stock de capital, que se dispara a tasas semejantes a las del periodo anterior a la crisis.

Dos cuestiones hay que señalar respecto a los datos obtenidos. Por una parte, si bien es cierto que existe una recuperación de la inversión neta de expansión, parece ser que también la depreciación aumenta a un ritmo muy próximo al que experimentó en los años de la primera crisis de los setenta. Esto llama la atención puesto que la fuerte correlación positiva que se observa entre la depreciación y la inversión de expansión en estos seis últimos años de la muestra es, por una parte, mayor que la existente en los años sesenta cuando también ésta última iba en aumento; y por otra, marcadamente opuesta a la correlación negativa que se dió entre ambas variables en el periodo de mayor crecimiento de la depreciación. Como muestran los gráficos, la recuperación tan significativa de la depreciación no es captada por las mediciones "oficiales", lo cual pone de manifiesto que de nuevo se abre un periodo de agitación económica que no puede ser apprehendido por las mediciones realizadas con el método habitual del inventario perpétuo. La segunda cuestión es que todo parece indicar que el año 1990 va a señalar el comienzo de un nuevo periodo de estancamiento en la economía española.

En otro orden de cosas, presentamos también los resultados sobre el valor económico de los dividendos, DIV^* , y el valor de mercado del conjunto de empresas que componen el sector endógeno de la economía española como un agregado, PV^* . Como se puede ver en los gráficos correspondientes, los dividendos contables y la valoración económica que los agentes realizan de los mismos evolucionan de una forma bastante pareja en los subperiodos comprendidos entre 1964 y 1973 y a partir de 1982 hasta el final de la muestra. En cambio, durante el periodo de crisis 1974-1981, la característica más relevante es la sobrevaloración contable, con respecto a la verdadera valoración económica, de los dividendos distribuidos por las empresas. Además, esta baja valoración económica es tan acentuada que en seis de los ocho años considerados, los agentes valoran en términos negativos los dividendos recibidos, y en los otros dos apenas si son significativos. Esto que acabamos de ver que sucede con los dividendos, tiene su reflejo en la valoración global de la empresa, que en el año 1974 incia una fase de descenso de la que solo se recuperará a partir de 1985, alcanzando en esos años los niveles tendenciales de largo plazo que le corresponden.

En relación con los valores negativos a que nos referíamos en el párrafo anterior, conviene señalar que una ecuación como la 4.3 merece un cuidado especial a la hora de establecer consecuencias e implicaciones sobre las variables que en ella aparecen. Una lectura rápida de la misma podría llevar a interpretaciones erróneas tales como que dado que hay años en que el tipo de interés real es negativo, el valor de la empresa también lo será. Este tipo de inferencia no es correcto dado que el capital K^* y el ratio q^A no son nunca negativos y por consiguiente el valor de la empresa PV^* tampoco lo puede ser. De acuerdo con nuestro planteamiento, el ratio q^A determina necesariamente el valor de la empresa y por tanto, dado r , se determinan endógenamente los dividendos "justificados económicamente". Desde el momento en que se endogeneíza la depreciación, M , los dividendos económicos son endógenos y surgen como consecuencia de sustraer a BDB la verdadera depreciación. Así pues, nuestro enfoque analítico sí que permite contemplar la existencia de tipos de interés real negativos y no evade el hecho de que en España hayan sido negativos durante algunos años.

QUIEBRAS + SUSPENSIONES DE PAGOS



Como se puede apreciar en el cuadro n^o 4, los tipos de interés negativos van acompañados de dividendos económicos negativos. Las empresas pueden estar repartiendo dividendos casi como un coste contractual aún a costa de estar descapitalizándose, al no cubrir contablemente la verdadera depreciación. Una hipótesis plausible es que las empresas, ante tipos de interés negativos, se han podido endeudar para repartir dividendos, y en general para cubrir gastos de explotación más que para invertir. Evidentemente, este tipo de comportamiento empresarial tiene mucho que ver con la evolución de las quiebras y suspensiones, las cuales están más relacionadas con la evolución de los dividendos económicos que con la de los dividendos contables.

4.3 DISTINTAS MEDICIONES DEL STOCK DE CAPITAL A PARTIR DE DIFERENTES VALORES DEL RATIO Q-TOBIN EXISTENTES EN ESPAÑA.

Tal y como indicábamos más arriba, la metodología que proponemos para obtener el stock de capital y la tasa de depreciación a partir de un indicador de rentabilidad como el ratio q-Tobin, presenta dos líneas de desarrollo alternativas. La aplicación consistente en obtener inferencias sobre el stock de capital neto agregado a partir de valoraciones microeconómicas de la rentabilidad empresarial ha sido realizada ya en el apartado anterior para el caso de la serie consolidada que se presenta en Espitia (1987). En ese mismo trabajo también se ofrece una serie distinta, que corresponde al promedio de los valores obtenidos para cada una de las 77 empresas no financieras que se analizan. Por otra parte, podemos añadir a nuestro estudio dos nuevas series de valoración económica empresarial, obtenidas desde una perspectiva microeconómica a partir del seguimiento de 21 empresas no financieras de la economía española, que se presentan en Blanch (1988): una correspondiente al conjunto de las 21 empresas y otra correspondiente a aquellas que pertenecen al sector industrial.

El conjunto de estas cuatro series nos permite reproducir los cálculos del apartado 4.2, para cada una de ellas, con una doble voluntad. Por una parte este ejercicio muy bien puede servir para confirmar o desmentir la supuesta consistencia lógica del procedimiento utilizado en los apartados anteriores; y por otra, para concluir respecto a la consistencia empírica de los resultados en ellos obtenidos, correspondientes al sector endógeno de la economía española.

Aprovechamos de paso estas coordenadas para someter a una primera prueba empírica, la segunda de las vías de desarrollo posible a partir del análisis estrictamente teórico, la obtención del stock de capital neto que le corresponde al stock en términos brutos u oficial, recogido en el cuadro nº 2 y a partir del cual hemos elaborado nuestra propia serie de valoración empresarial, siguiendo la metodología de Chan-Lee y Torres (1987). Una metodología de la cual se hace uso en el apéndice del citado trabajo, para el

caso de Francia, y especialmente apropiada para las elaboraciones que toman como base la información agregada de las cuentas nacionales.

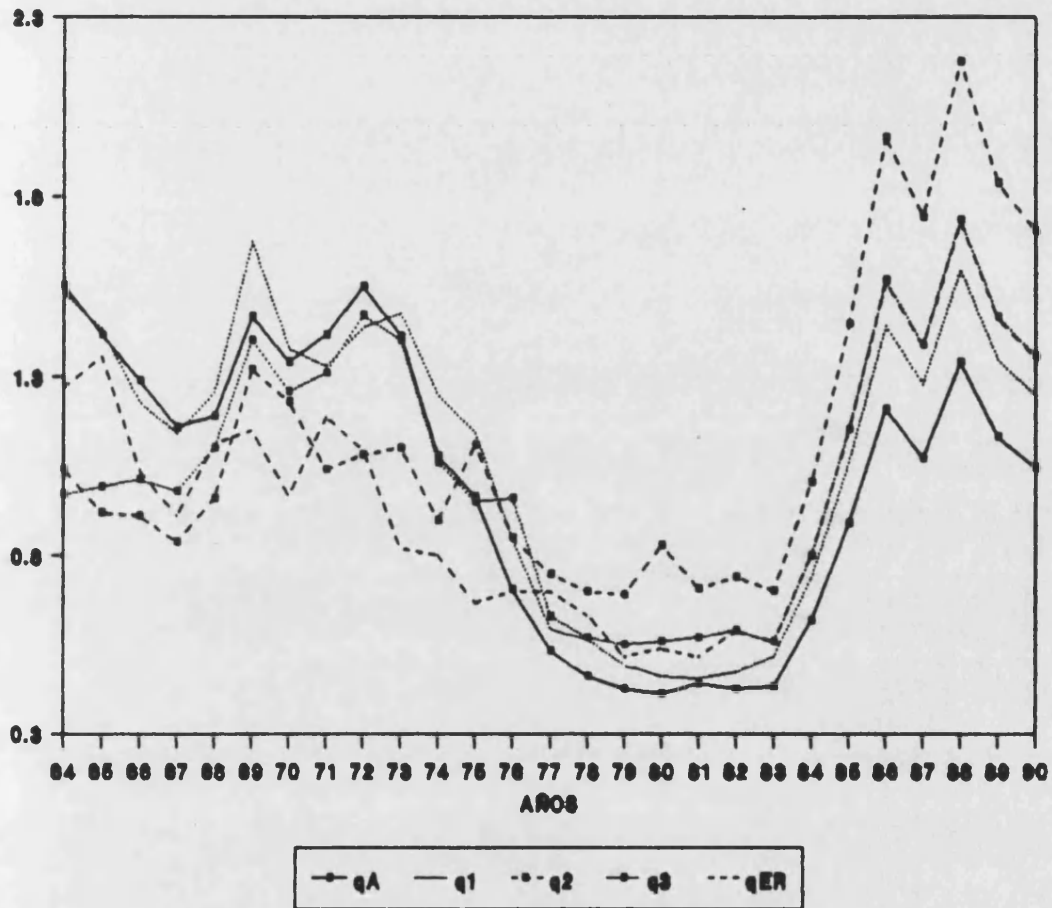
Como se puede comprobar, la procedencia y metodología propia de cada una de estas cinco series del ratio q-Tobin que vamos a utilizar son muy distintas, y ello debe servir para reforzar el papel de test que le hemos adjudicado al ejercicio que ahora nos ocupa. Al mismo tiempo servirá para comprobar el grado de sensibilidad de la serie de capital así obtenida con respecto a los distintos escenarios de rentabilidad posibles.

En el cuadro nº 5 se presentan los valores de las cinco series del ratio q, ampliadas desde su rango original hasta 1990 en base a las tasas de crecimiento que se derivan de nuestra propia estimación que figura en la última columna. En las dos series de Espitia el año de enlace es 1984 y en las de Blanch el año 1982. El resto de variables necesarias para la realización de los cálculos son las mismas que aparecían recogidas en los cuadros nº 1 y nº 2. En los cuadros nº 6, 7, 8 y 9 se ofrecen los resultados obtenidos sobre el stock de capital, la inversión neta de capacidad, volumen de depreciación y tasa de depreciación, con cada una de las cinco series aludidas en el cuadro nº 5. Además, se acompañan una serie de gráficos para ilustrar las trayectorias temporales comparadas, de todas las variables recogidas en los cuadros anteriores. El hecho de que reproduzcamos los resultados obtenidos en otros apartados anteriores obedece al interés manifiesto que tenemos por comparar unos resultados con otros.

Cuadro no 5.

AÑOS	qA ESPITIA CONSOLI- DADA	q1 ESPITIA MEDIA SIMPLE	q2 BLANCH INDUSTRIA	q3 BLANCH NACIONAL	qER ESCRIBA RUIZ
1964	1.551	1.530	1.040	0.970	1.267
1965	1.414	1.429	0.920	0.990	1.355
1966	1.289	1.227	0.910	1.010	1.034
1967	1.159	1.140	0.840	0.980	0.911
1968	1.190	1.256	0.960	1.100	1.113
1969	1.467	1.673	1.320	1.400	1.151
1970	1.341	1.379	1.230	1.260	0.966
1971	1.416	1.329	1.040	1.310	1.187
1972	1.548	1.435	1.080	1.470	1.094
1973	1.411	1.477	1.100	1.400	0.820
1974	1.079	1.248	0.900	1.060	0.802
1975	0.965	1.143	1.110	0.950	0.669
1976	0.705	0.848	0.850	0.960	0.700
1977	0.533	0.593	0.750	0.630	0.701
1978	0.461	0.565	0.700	0.570	0.634
1979	0.425	0.493	0.690	0.550	0.516
1980	0.412	0.460	0.830	0.560	0.538
1981	0.440	0.455	0.710	0.570	0.517
1982	0.426	0.471	0.740	0.590	0.588
1983	0.432	0.515	0.702	0.560	0.558
1984	0.619	0.738	1.006	0.802	0.800
1985	0.890	1.061	1.446	1.153	1.150
1986	1.209	1.442	1.966	1.567	1.562
1987	1.072	1.278	1.743	1.390	1.385
1988	1.340	1.597	2.177	1.736	1.730
1989	1.132	1.349	1.840	1.467	1.462
1990	1.047	1.249	1.703	1.357	1.353

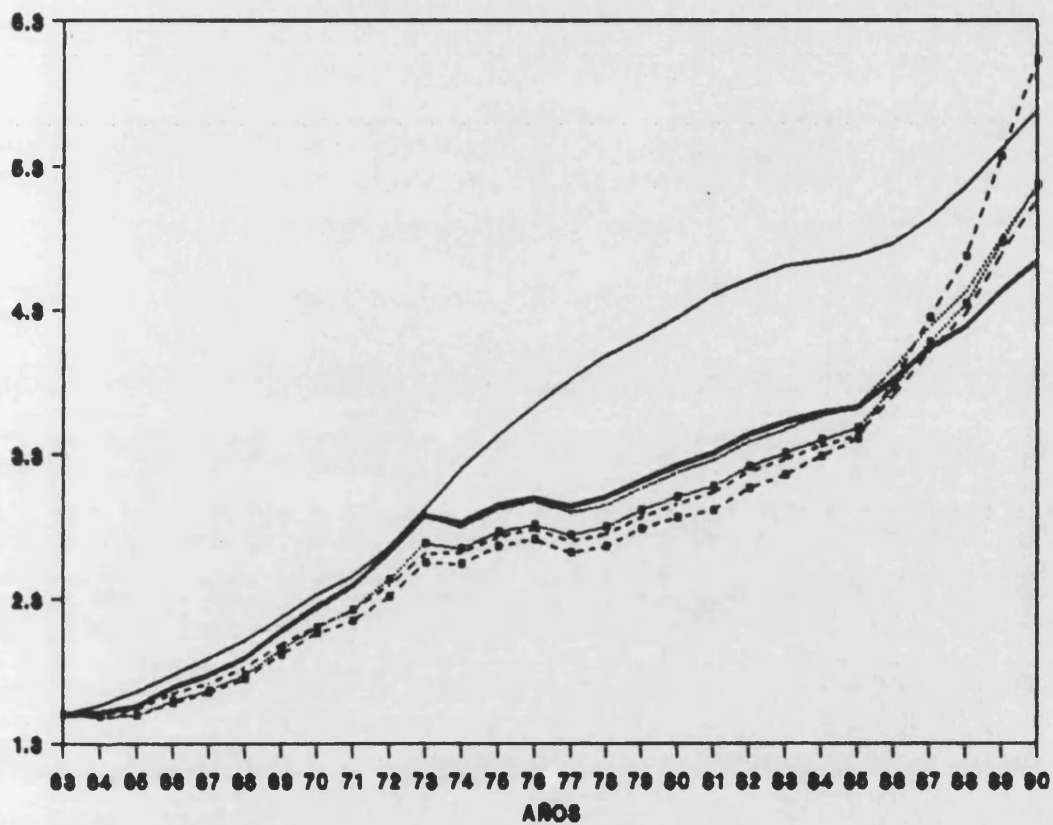
RATIOS q-TOBIN



Cuadro no 6.

AÑOS	KOF	KJ	KJ1	KJ2	KJ3	KJER
1963	1502.37	1502.37	1502.37	1502.37	1502.37	1502.37
1964	1562.32	1510.12	1509.08	1485.31	1481.97	1496.22
1965	1654.16	1555.62	1555.73	1490.68	1492.49	1536.03
1966	1768.62	1687.02	1680.57	1579.13	1590.82	1639.47
1967	1886.88	1769.15	1761.97	1649.66	1665.65	1713.05
1968	2007.04	1884.51	1882.48	1740.84	1768.43	1819.22
1969	2165.79	2071.45	2086.46	1908.18	1943.38	1977.37
1970	2332.37	2239.30	2258.60	2057.95	2097.43	2108.15
1971	2460.38	2389.41	2397.18	2140.52	2219.79	2214.13
1972	2657.98	2623.81	2619.45	2312.25	2434.86	2390.61
1973	2924.81	2883.48	2882.58	2548.76	2688.97	2615.04
1974	3204.81	2832.08	2803.42	2545.31	2652.85	2623.37
1975	3430.78	2950.07	2925.76	2664.27	2768.95	2732.45
1976	3635.04	3004.62	2977.25	2717.38	2819.07	2788.25
1977	3819.47	2942.68	2901.89	2620.46	2743.06	2697.92
1978	3984.08	3006.01	2954.54	2665.72	2798.51	2747.89
1979	4100.48	3117.88	3069.33	2786.84	2914.68	2862.12
1980	4248.01	3223.50	3171.55	2865.26	3011.02	2960.87
1981	4407.22	3309.79	3256.36	2915.61	3079.79	3040.46
1982	4510.88	3435.85	3385.96	3063.30	3217.56	3177.43
1983	4603.01	3524.74	3476.30	3155.96	3308.25	3267.96
1984	4639.07	3590.31	3567.19	3288.64	3405.27	3362.33
1985	4672.89	3622.96	3633.49	3412.67	3480.05	3433.58
1986	4762.72	3817.99	3897.24	3803.96	3762.93	3709.44
1987	4934.35	4029.03	4186.01	4247.52	4075.25	4014.00
1988	5150.64	4179.46	4424.44	4672.41	4342.01	4272.07
1989	5414.32	4429.75	4808.60	5363.36	4772.70	4689.72
1990	5678.90	4640.67	5151.26	6027.01	5163.75	5068.05

STOCK DE CAPITAL

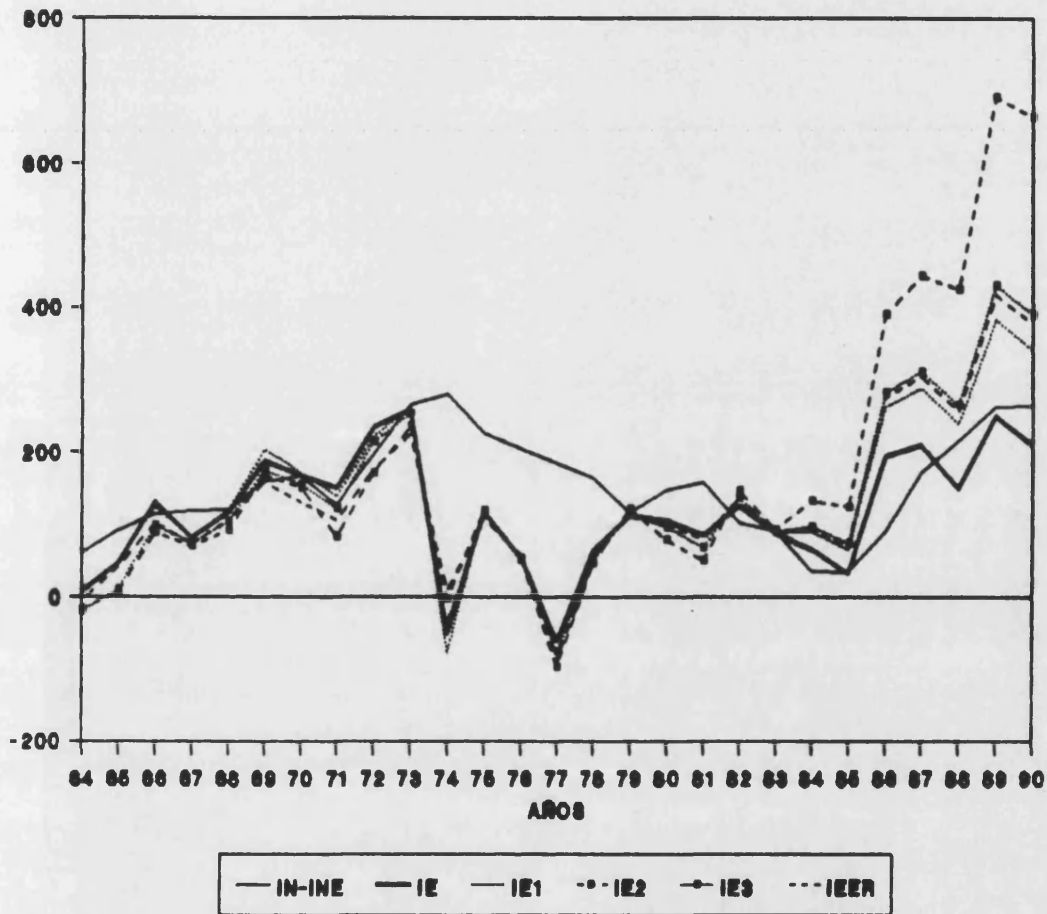


— KOF — KJ — KJ1 - - KJ2 - - KJ3 - - - KJER

Cuadro no 7.

AÑOS	IN-INE	IE	IE1	IE2	IE3	IEER
1964	59.96	7.75	6.71	-17.06	-20.40	-6.14
1965	91.84	45.51	46.65	5.38	10.52	39.81
1966	114.46	131.39	124.84	88.45	98.33	103.44
1967	118.26	82.13	81.40	70.53	74.83	73.58
1968	120.16	115.36	120.51	91.19	102.78	106.17
1969	158.75	186.94	203.98	167.33	174.95	158.15
1970	166.58	167.85	172.13	149.78	154.05	130.78
1971	128.00	150.11	138.58	82.57	122.36	105.99
1972	197.61	234.40	222.27	171.72	215.07	176.47
1973	266.82	259.67	263.13	236.51	254.10	224.44
1974	280.00	-51.40	-79.16	-3.44	-36.12	8.33
1975	225.97	117.99	122.35	118.96	116.10	109.08
1976	204.26	54.55	51.49	53.10	50.12	55.80
1977	184.43	-61.93	-75.36	-96.92	-76.01	-90.32
1978	164.61	63.33	52.66	45.26	55.45	49.96
1979	116.41	111.87	114.78	121.12	116.17	114.24
1980	147.53	105.62	102.23	78.42	96.34	98.75
1981	159.21	86.29	84.81	50.35	68.77	79.59
1982	103.66	126.07	129.60	147.69	137.77	136.97
1983	92.13	88.89	90.35	92.67	90.68	90.53
1984	36.06	65.57	90.89	132.67	97.03	94.37
1985	33.83	32.64	66.30	124.04	74.78	71.25
1986	89.82	195.04	263.74	391.29	282.88	275.86
1987	171.64	211.03	288.77	443.56	312.32	304.56
1988	216.29	150.43	238.43	424.89	266.77	258.07
1989	263.68	250.29	384.16	690.94	430.69	417.65
1990	264.58	210.92	342.66	663.65	391.05	378.33

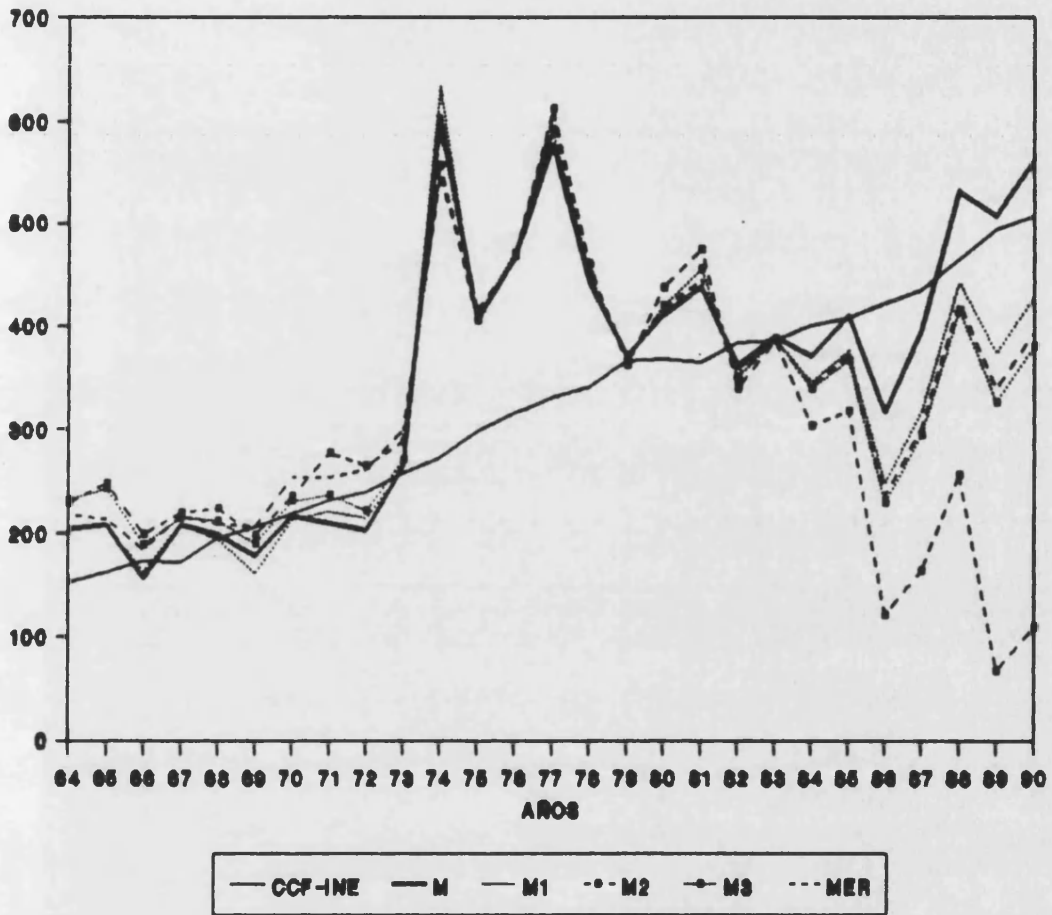
INVERSION NETA DE CAPACIDAD



Cuadro no 8.

AÑOS	CCF-INE	M	M1	M2	M3	MER
1964	152.18	204.39	205.42	229.20	232.53	218.28
1965	161.96	208.29	207.15	248.42	243.28	213.99
1966	173.01	156.07	162.62	199.01	189.13	184.02
1967	172.21	208.33	209.06	219.94	215.63	216.88
1968	194.76	199.57	194.41	223.74	212.14	208.75
1969	206.24	178.05	161.01	197.66	190.04	206.84
1970	218.94	217.68	213.40	235.75	231.48	254.75
1971	231.86	209.75	221.28	277.29	237.50	253.87
1972	239.75	202.96	215.09	265.64	222.29	260.89
1973	258.43	265.58	262.12	288.74	271.14	300.81
1974	273.69	605.09	632.85	557.13	589.81	545.36
1975	298.38	406.36	402.00	405.39	408.25	415.27
1976	316.44	466.15	469.21	467.59	470.58	464.90
1977	331.08	577.45	590.87	612.43	591.52	605.83
1978	340.99	442.28	452.95	460.35	450.16	455.64
1979	366.89	371.43	368.52	362.17	367.12	369.06
1980	368.74	410.65	414.04	437.85	419.93	417.52
1981	365.35	438.28	439.76	474.22	455.80	444.98
1982	384.44	362.03	358.50	340.40	350.33	351.12
1983	387.00	390.24	388.78	386.46	388.44	388.60
1984	401.24	371.72	346.41	304.62	340.27	342.92
1985	408.90	410.08	376.42	318.69	367.95	371.48
1986	422.99	317.77	249.07	121.52	229.93	236.95
1987	435.71	396.31	318.57	163.79	295.02	302.78
1988	465.57	531.43	443.43	256.97	415.09	423.79
1989	494.47	507.86	373.98	67.20	327.45	340.49
1990	508.02	561.68	429.94	108.95	381.55	394.27

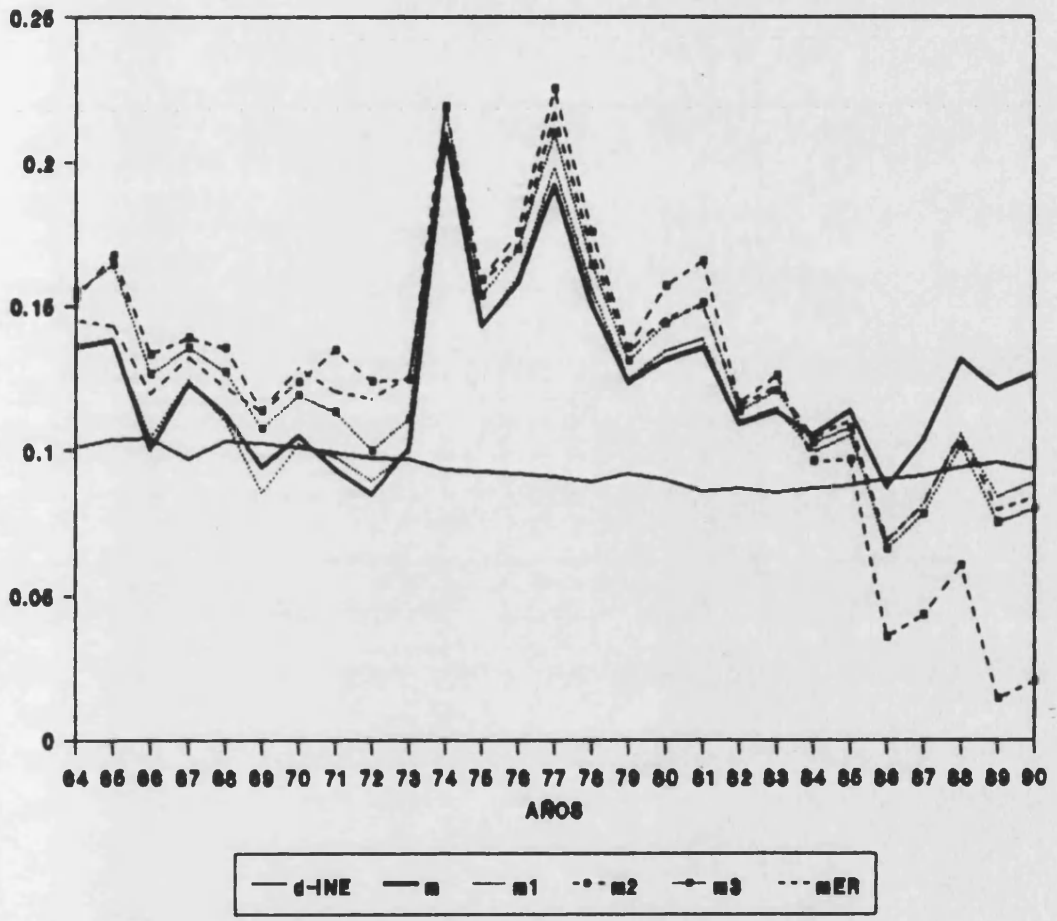
DEPRECIACION



Cuadro no 9.

AÑOS	d-INE	m	m1	m2	m3	mER
1964	0.10129	0.13604	0.13673	0.15256	0.15478	0.14529
1965	0.10366	0.13793	0.13727	0.16725	0.16416	0.14302
1966	0.10459	0.10033	0.10453	0.13350	0.12672	0.11980
1967	0.09737	0.12349	0.12440	0.13928	0.13555	0.13229
1968	0.10322	0.11280	0.11034	0.13563	0.12736	0.12186
1969	0.10276	0.09448	0.08553	0.11354	0.10746	0.11370
1970	0.10109	0.10508	0.10228	0.12355	0.11911	0.12883
1971	0.09941	0.09367	0.09797	0.13474	0.11323	0.12042
1972	0.09745	0.08494	0.08973	0.12410	0.10014	0.11783
1973	0.09723	0.10122	0.10007	0.12487	0.11136	0.12583
1974	0.09358	0.20985	0.21954	0.21859	0.21934	0.20855
1975	0.09310	0.14348	0.14340	0.15927	0.15389	0.15830
1976	0.09223	0.15801	0.16037	0.17551	0.16995	0.17014
1977	0.09108	0.19219	0.19846	0.22537	0.20983	0.21728
1978	0.08928	0.15030	0.15609	0.17567	0.16411	0.16889
1979	0.09209	0.12356	0.12473	0.13586	0.13119	0.13431
1980	0.08993	0.13171	0.13490	0.15711	0.14407	0.14588
1981	0.08601	0.13596	0.13866	0.16551	0.15138	0.15029
1982	0.08723	0.10938	0.11009	0.11675	0.11375	0.11548
1983	0.08579	0.11358	0.11482	0.12616	0.12073	0.12230
1984	0.08717	0.10546	0.09965	0.09652	0.10285	0.10494
1985	0.08814	0.11422	0.10552	0.09690	0.10805	0.11048
1986	0.09052	0.08771	0.06855	0.03561	0.06607	0.06901
1987	0.09148	0.10380	0.08174	0.04306	0.07840	0.08162
1988	0.09435	0.13190	0.10593	0.06050	0.10186	0.10558
1989	0.09600	0.12151	0.08453	0.01438	0.07542	0.07970
1990	0.09383	0.12680	0.08941	0.02031	0.07994	0.08407

TASAS DE DEPRECIACION



Como se puede observar en los gráficos anteriores, existe un marcado paralelismo entre los resultados que se obtienen con cada uno de los ratios q . Estos, si bien es cierto que ofrecen unos valores periódicos bastante dispares, también lo es que presentan un perfil temporal muy semejante, señalando hacia los primeros años de la década de los setenta como el inicio de un fuerte declive de la rentabilidad empresarial en la economía española, solamente recuperada a partir de los años 1982-1983. En el ínterin, un persistente y profundo estancamiento parecen experimentar todas las series a lo largo de la segunda mitad de los setenta y primeros ochenta. Evidentemente, el perfecto paralelismo de los diferentes indicadores de rentabilidad durante los últimos años de la muestra no es significativo dado que ello se debe exclusivamente al método utilizado para alargar las series. En cualquier caso, parece desprenderse un par de conclusiones muy claras: por una parte, en el periodo anterior a la crisis, nuestras medidas de rentabilidad se conducen de una forma poco estable y homogénea, pero son reconducidas, tras los primeros síntomas, hacia una uniformidad bastante acentuada; por otra, a partir del año 1977, quedan claramente delimitados dos grupos, q_1 , q_2 y q_{ER} se estrechan significativamente hasta el punto de constituir un núcleo alrededor del cual q_2 siempre se situará por arriba y q_A por debajo. Estas características apreciadas en los ratios de valoración se trasladan, como es lógico, al resto de variables analizadas en los cuadros nº 6, 7, 8 y 9.

Tanto el desfondamiento de la inversión neta de capacidad desde los inicios de la crisis de los setenta, como el aumento sin precedentes en la depreciación, y la recuperación posterior de la inversión en la segunda mitad de los ochenta, son características comunes a los resultados que se obtienen con todos y cada uno de los ratios q . El gap tan significativo que se abre, fundamentalmente desde el comienzo de la crisis, entre las mediciones oficiales del stock de capital y las aproximaciones "económicas" al mismo, aparece como una regularidad incuestionable después de verse confirmado por las cinco baterías de resultados recogidos en los cuadros anteriores.

Una consideración adicional debe hacerse con respecto al método del inventario perpétuo y su capacidad para aproximar el stock de capital. Si dejamos de lado los resultados obtenidos con las series -ambas- de Espitia,

la debilidad de este método aparece mucho más patente que en las consideraciones que hemos hecho al respecto en el apartado anterior, puesto que ya desde los primeros años de la muestra se hace evidente la sobreestimación oficial del capital obtenida con dicho método de cálculo.

En otro orden de cosas tenemos que el ratio q_1 ofrece prácticamente los mismos resultados que q_A hasta 1985, y a partir de ese año la recuperación de la inversión neta de capacidad es mucho mayor que la oficial y que la obtenida con los valores consolidados de Espitia. En consecuencia, el stock de capital neto experimenta un fuerte proceso de crecimiento que lleva a acortar significativamente el gap precedente con el stock bruto. El problema con estas series se encuentra en el hecho de que el ratio q_1 se construye valorando por igual los distintos ratios individuales correspondientes a las 77 empresas con independencia del tamaño de las mismas, y la recuperación de la rentabilidad en las empresas de tamaño inferior puede estar sesgando al alza el valor agregado de la media. Por ello, la recuperación de la inversión neta puede no haber sido tan significativa en los últimos años como la que se obtiene al utilizar la serie q_1 .

Los ratios q_3 y q_{ER} ofrecen como resultado unos valores de partida y de llegada muy semejantes a los que se obtienen con q_A y q_1 pero, en cambio, durante todo el periodo muestral, el stock de capital neto que generan es significativamente inferior. Otro tanto ocurre con q_2 , la valoración correspondiente a las empresas del sector industrial analizadas por Blanch, si exceptuamos el periodo 1985-1990 en el cual arroja un crecimiento espectacular del capital neto, llevando en el último de estos años a un valor del stock de capital superior al registrado con el método del inventario perpétuo en términos brutos. Evidentemente, de entre todos los ratios de valoración considerados, q_2 es el más deficiente puesto que, para su obtención, el número de empresas analizadas no llega a las 21 iniciales con que trabaja Blanch.

Como es fácilmente perceptible, la elección ya ha sido realizada y el desarrollo subsiguiente del análisis de la depreciación se realiza con los valores obtenidos utilizando el ratio consolidado de Espitia, q_A . Dadas sus propiedades y características, parece el más fiable para el objetivo que nos

hemos propuesto.

No por ello dejaremos de indicar que, con la excepción del periodo de ampliación y ciñéndonos a los años con registro original de los autores arriba indicados, los resultados sobre el stock de capital, inversión neta de capacidad y depreciación que se obtienen con los cinco indicadores son muy semejantes, obteniendo de ello una primera validación indirecta de las cuestiones que señalábamos en el apartado 4.2, tanto con respecto a la interpretación de los resultados como con respecto a las cuestiones más técnicas relativas a la metodología utilizada en la medición.

CAPITULO V

V. UN ESTUDIO MACROECONOMICO SOBRE LA DEPRECIACION EN ESPAÑA DURANTE EL PERIODO 1964-1990.

5.1 INTRODUCCION.

Este capítulo consta de tres apartados dedicados fundamentalmente a la profundización en el análisis de la depreciación del capital, sus causas y determinantes. Para ello tomamos como referencia el caso español durante un periodo tan prolijo en acontecimientos como el comprendido entre mediados de la década de los sesenta y la década de los noventa que ahora inauguramos. En este periodo de veintisiete años la economía española ha experimentado distintos avatares que van desde la fase expansionista de los sesenta, con su asentamiento en el orden económico occidental y la potenciación de un sistema productivo fundamentalmente de tipo industrial; pasando por una crisis de orden internacional sin precedentes cuya principal víctima fueron los sectores industriales de las economías occidentales, mostrando su debilidad ante las nuevas reglas del juego y la inadaptación a las nuevas técnicas productivas; hasta la profunda reestructuración del sistema productivo español iniciada en los primeros años ochenta y que se prolonga hasta la actualidad, con una fase de crecimiento acelerado entre 1986 y 1989 coincidente con la entrada en la CEE.

Todas estas vicisitudes, inevitablemente, encuentran su reflejo en las decisiones que los empresarios toman con respecto a la depreciación de los equipos productivos instalados en sus empresas. En el anterior capítulo procedimos a la medición agregada de la depreciación del capital desde la perspectiva que nos ofrecen las valoraciones económicas, y en éste nos proponemos arrojar luz sobre cuales son los principales determinantes de la misma y qué papel han jugado en el periodo que sometemos a análisis.

La polémica sobre la constancia o variabilidad de la tasa de depreciación planea sobre nuestro trabajo de la misma forma que lo ha hecho sobre toda la literatura que nos precede. Pero nuestro trabajo se caracteriza precisamente porque supone una apuesta fuerte a favor del principio de variabilidad, yá desde el estricto marco de la medición desarrollado en el capítulo anterior. No obstante, consideramos necesario señalar que determinados trabajos que en España nos han precedido (¹), han contribuido a allanar el camino en esta línea al generar un ambiente de escepticismo en torno a la validez del supuesto de una tasa de depreciación constante, planteando claramente la necesidad de captar la obsolescencia a la que han estado sometidas la estructuras productivas de la economía española, y en especial de la industria, durante las dos últimas décadas. Jaumandreu (1987) incluso ha llegado a realizar supuestos sobre un posible escalonamiento ascendente por tramos (el 8% desde 1964 a 1973, el 10% en 1974, y el 12% desde 1975), que aunque con muy poca base teórica y empírica, sin embargo se fundamenta sobre una muy positiva intuición económica.

Por lo que respecta a este trabajo, en el primer apartado nos concentraremos en la variabilidad de la depreciación y sus causas, apuntando una serie de fenómenos cuya influencia sobre el escenario económico en el cual los empresarios han de tomar decisiones es crucial para comprender la motivación que éstos manifiestan por la eliminación de una parte de sus equipos productivos y la sustitución por otros más eficientes. En este mismo apartado añadimos un estudio descriptivo de la serie de depreciación, abarcando a la tasa de inversión bruta y la tasa de crecimiento del capital, que intenta asentar el principio de variabilidad de la depreciación sobre la base de los datos disponibles para la economía española. En el segundo apartado nos dedicamos a identificar los determinantes de la depreciación sobre la base de la escasa literatura existente sobre el tema. Al mismo tiempo tratamos de esclarecer las distintas líneas de causalidad que entre estos determinantes y la tasa de depreciación se establecen, con una clara intención de que de ello se deriven hipótesis cuya contrastación sea factible. Finalmente, en el tercero pasamos a la inferencia y contrastación

¹ Entre otros tenemos a Segura y Jaumandreu (1987), Jaumandreu (1987), Segura y otros (1989).

de hipótesis. Haciendo uso de las modernas técnicas econométricas con aplicabilidad a las series temporales no estacionarias, desarrollamos un análisis de cointegración que nos permite obtener una relación de pseudo-equilibrio de largo plazo. A partir de aquí, y respetando la metodología y fundamentación estadística de los modelos de corrección de error, nos planteamos las relaciones dinámicas a corto plazo como un ejercicio que nos permitirá concluir acerca de los signos que corresponden a las variables relevantes en la determinación de la depreciación.

5.2 VARIABILIDAD DE LA DEPRECIACION.

En la mayor parte de los trabajos empíricos sobre la depreciación, e incluso en la mayoría de los ejercicios de tipo teórico, se ha tomado como punto de referencia la idea de una tasa de depreciación constante; es decir, en la literatura ha dominado un enfoque consistente en tratar la depreciación del capital de forma proporcionalmente constante al propio stock de capital. Esta forma de proceder encuentra su fundamentación en las condiciones de un crecimiento de estado estacionario en el cual se ignoran todo tipo de obsolescencias y el único deterioro del capital considerado relevante es del tipo output decay (deterioro físico). De esta manera se consigue reducir el problema de las minoraciones del capital a una cuestión puramente técnica donde el elemento económico no juega ningún papel, pero como contrapartida nos encontramos con que resulta innecesaria una teoría de la inversión. Si el stock de capital crece a una tasa constante, entonces tanto la inversión bruta como la neta crecen a una tasa constante.

No obstante, aún suponiendo que el deterioro es únicamente debido al output decay, dado un stock de capital compuesto de grupos de bienes de equipo con diferentes patrones de deterioro, la constancia del decaimiento físico a una tasa agregada exponencial necesita, entre otras cosas, que se satisfagan los siguientes requisitos: primero, que afecte a cada grupo a una tasa constante; segundo, que la composición del stock de capital por tipos de deterioro permanezca constante; tercero, que no existan desviaciones de la senda de crecimiento de steady-state; cuarto, que la nueva inversión mantenga la misma durabilidad de los equipos; y finalmente, que los precios de los factores, la tasa de descuento y el progreso técnico neutral sigan una senda apropiada y consistente con el estado estacionario (²).

No es de extrañar por tanto, que diversos autores hayan puesto en cuestión la relación de proporcionalidad tanto a largo como a corto plazo. La inclusión del input decay como determinante adicional del deterioro, ampliación que supone que la depreciación pasa a determinarse como una

² Feldstein, M.S. y Rothschild, M. (1974) pp. 397-404; Nickell, S. (1975) pp. 59-61.

decisión económica más, conectada con los costes de mantenimiento de los equipos y consiguientemente con los precios de los factores; el tratamiento del progreso técnico, incorporado en la nueva inversión y que genera obsolescencia tecnológica; así como un tipo de obsolescencia que es provocada por los cambios estructurales, conectados con shocks de oferta como el de los precios de la energía; nos llevan a la conclusión de que ni siquiera en una situación de equilibrio a largo plazo, la tasa de depreciación del capital puede ser tratada como una constante ⁽³⁾.

Como consecuencia de la incorporación a nuestro esquema de trabajo de todos estos elementos que han ido apareciendo en la literatura, se propone el siguiente marco interpretativo de las causas últimas que provocan la depreciación de los equipos productivos instalados o, como podríamos denominar con mayor generalidad, las minoraciones del stock de capital ⁽⁴⁾:

³ En contraste con los primeros modelos del acelerador, la acumulación de capital es hoy tratada como una decisión económica y no como una simple necesidad técnica. Este avance todavía pone más en entredicho la legitimidad de los supuestos utilizados para justificar una tasa constante de depreciación, teniendo en cuenta que ello nos obliga a ignorar el enfoque económico del problema.

⁴ Los distintos términos que se proponen en este esquema han sido empleados repetidamente en la literatura, aunque no se puede hablar de unanimidad en la forma concreta de utilizarlos para aludir a cada uno de los fenómenos que con ellos se pretende designar. El punto de referencia obligado lo constituye la división taxanómica que se hace en Feldstein y Rothschild (1974), pero con el esquema siguiente pretendemos actualizar el marco conceptual y adaptarlo al significativo avance que esta línea de investigación ha experimentado desde entonces.

CAUSAS DE LA DEPRECIACION:

A. EL DETERIORO.

Como característica propia de los bienes de equipo instalados afecta directamente a su productividad, y se manifiesta en una reducción sistemática de la misma ya sea por la vía de una menor capacidad de producción por unidad de input, o por los mayores requerimientos de input por unidad de output. La depreciación debida al deterioro de los equipos productivos se nos muestra más o menos directamente relacionada con el envejecimiento del capital y con el desgaste, y solamente podrá ser atenuada mediante un proceso de mantenimiento continuado de los equipos deteriorados. El deterioro puede ser concebido bajo dos formas alternativas en función de cómo se manifiesta y de sus implicaciones con respecto a las decisiones de la empresa.

A.1. OUTPUT DECAY.

Este tipo de deterioro, el más generalizado en la literatura, implica que las mismas sumas de capital de diferentes edades difieren en la cantidad de servicios que ellos proporcionan. También puede ser identificado como el deterioro físico experimentado por los equipos, y refleja el hecho de que cuando los equipos envejecen sólo son capaces de producir un output menor. La disminución en la productividad del capital, que como consecuencia de este tipo de deterioro se produce, se debe fundamentalmente a la reducción paulatina del numerador dado el valor del denominador. El volumen de depreciación que del mismo se deriva tiene unas connotaciones puramente físicas, o técnicas, que lo hacen susceptible de modelizar bajo el supuesto de una tasa de depreciación constante, ajena del todo a los problemas de decisión empresarial.

A.2. INPUT DECAY.

Pone de manifiesto la existencia de un tipo de deterioro que trasciende al meramente físico, y precisamente por ello es conocido como deterioro económico. Refleja el hecho de que, con el envejecimiento, los equipos productivos absorben unas cantidades crecientes de uno o más inputs variables (materias primas, energía, trabajo suplementario bajo la forma de servicios de mantenimiento, etc.) para producir una unidad de output. Los costes o gastos de mantenimiento son un elemento que la empresa debe procesar cuando toma decisiones, y que resultan necesarios para asegurar el nivel de producción inicial. La caída de la productividad, por tanto, es debida a los incrementos en el denominador dado un valor de numerador. Para conservar la productividad original del capital es preciso que la empresa incurra en unos costes adicionales a los de producción que aseguren el mantenimiento de los equipos. La depreciación que de aquí se desprende forma parte de las variables de decisión empresarial en tanto en cuanto deja de ser una necesidad técnica y pasa a depender de la conveniencia o no de asumir los correspondientes costes de mantenimiento. La existencia de este segundo tipo de deterioro desvanece completamente la posibilidad de tratar la depreciación como un mero requerimiento técnico. Como consecuencia, no parece ya apropiado utilizar el supuesto de una tasa de depreciación constante.

B. LA OBSOLESCENCIA.

Sobreviene como consecuencia de circunstancias ajenas a los propios equipos que la experimentan, y consiste en la pérdida paulatina, generalmente sobrevenida, de las cuasi-rentas que venían generando los equipos viejos instalados. Los equipos productivos, una vez realizada la inversión, quedan instalados con unas propiedades técnicas inamovibles; la productividad media de cada una de las generaciones de bienes de capital es una variable dada para la empresa con la cual debe contar en el momento de tomar decisiones sobre la depreciación. Esta productividad media junto con el precio del output determinarán los ingresos medios que el empresario deberá ponderar con los costes variables que se desprenden de utilizar los equipos instalados, fundamentalmente el precio de las materias primas y del factor trabajo.

Aumentos sucesivos en el precio de las materias primas y del factor trabajo junto con un mercado apático o en clara recesión, en el cual el precio del output que vende la empresa no se mueve con el índice general de la economía, van erosionando las cuasi-rentas hasta hacerlas desaparecer, momento en el cual la empresa decide óptimamente apartar los equipos de la producción. Esta pérdida, como acabamos de ver, puede tener distintos orígenes y por ello vamos a diferenciar entre dos tipos distintos de obsolescencia.

B.1. TECNOLÓGICA.

Cuando la desaparición de las cuasi-rentas son debidas a los incrementos salariales asociados al progreso técnico incorporado en la nueva inversión.

Las nuevas generaciones de capital, al incorporar en general una menor intensidad en el uso del factor trabajo, consiguen unas cuasi-rentas superiores que permiten determinados incrementos salariales no soportables por las generaciones más antiguas. Además, estas últimas no pueden modificar, ex-post, su intensidad relativa en la utilización de los factores.

B.2. ESTRUCTURAL.

Cuando las cuasi-rentas experimentan mermas sustanciales como consecuencia de dos tipos de impacto tan importantes como la alteración de la estructura de precios relativos por una parte, debida fundamentalmente a cambios en los patrones del comercio internacional o cambios en la estructura general de la demanda; y por otra, el aumento en los costes de producción, debidos al incremento de los precios de las materias primas.

En general, este tipo de obsolescencia se produce cuando las generaciones antiguas de capital no pueden adaptarse a las características cambiantes de los productos demandados y de las materias primas utilizadas, o por decirlo de otra manera, cuando el capital instalado es simultáneamente output específico e input específico. En tal caso, los cambios estructurales se encuentran con estrangulamientos por el lado de la oferta al no poderse llevar a cabo los imprescindibles cambios en las estructuras productivas por la escasa versatilidad de las mismas.

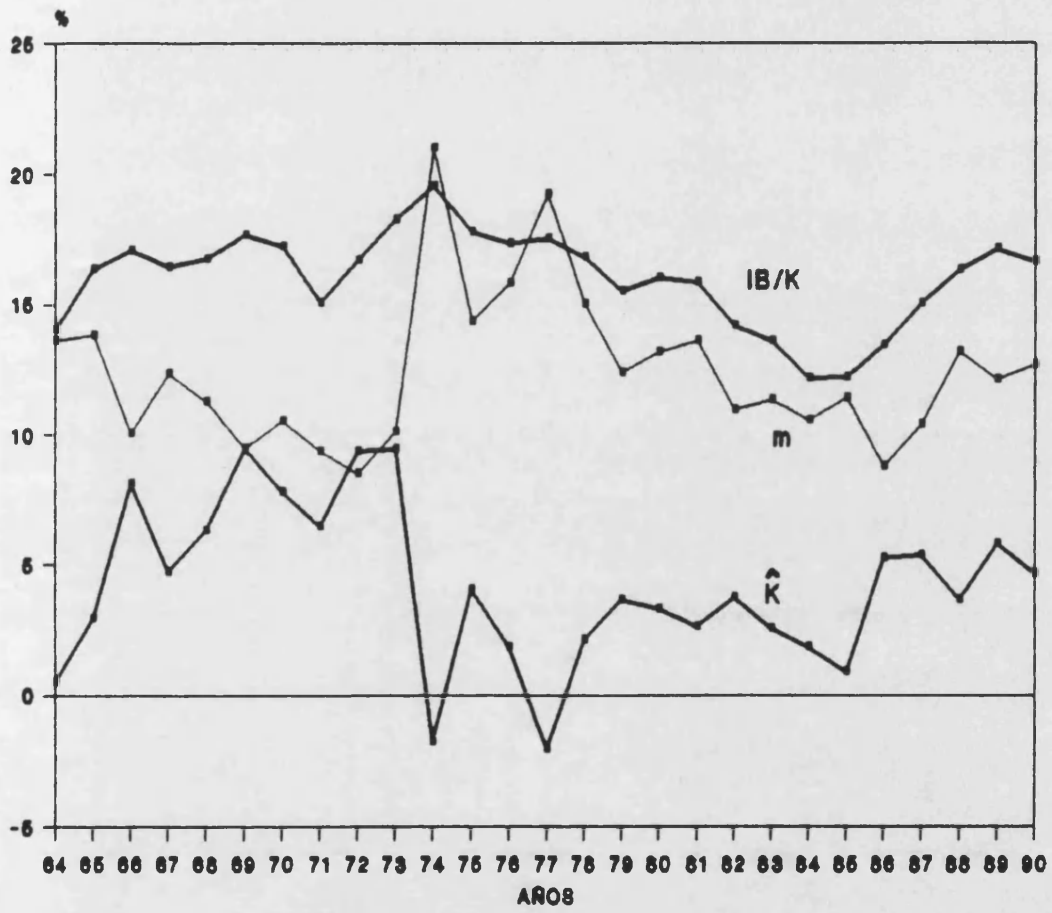
A la vista del esquema anterior, dada la pluralidad de motivos por los cuales es posible que se deprecie parte del stock de capital instalado, parecería poco atinado continuar nuestro análisis bajo el supuesto de una tasa de depreciación constante. Aún así, y dado que disponemos para el sector endógeno de la economía española de una serie de valores de la tasa de depreciación calculada endógenamente, que para nada se ha apoyado en supuesto alguno que implique la constancia de la misma, sería conveniente como primera aproximación hacer un análisis descriptivo de los datos que nos permitiésemos obtener algún tipo de evidencia acerca de la pauta temporal que guía los movimientos de la tasa de depreciación.

El análisis se amplía también a la tasa de inversión y a la tasa de crecimiento del stock de capital, variables que por su significancia en la teoría del crecimiento pueden ayudarnos a dilucidar respecto a la conveniencia o no de adoptar un enfoque analítico fundamentado en la existencia de una tasa de depreciación constante. En concreto, los postulados extremos que pretenden fundamentar la supuesta constancia implican en sus argumentos a estas dos variables, sus valores y su trayectoria temporal, intentando restringir el marco económico a las situaciones en que pueda hablarse de equilibrio de estado estacionario.

Cuadro no 5.1

	IB/K	K̂	m		IB/K	K̂	m
1964-1990				1964	14.05	0.51	13.60
MEDIA	16.02	4.18	12.41	1965	16.31	2.97	13.79
MAX	19.55	9.46	20.98	1966	17.04	8.11	10.03
MIN	12.18	-2.08	8.49	1967	16.42	4.75	12.35
VAR	3.11	9.21	8.23	1968	16.71	6.32	11.28
C. V.	0.11	0.73	0.23	1969	17.62	9.46	9.45
1964-1973				1970	17.22	7.79	10.51
MEDIA	16.53	6.52	10.90	1971	15.06	6.49	9.37
MAX	18.22	9.46	13.79	1972	16.67	9.36	8.49
MIN	14.05	0.51	8.49	1973	18.22	9.44	10.12
VAR	1.32	8.12	2.97	1974	19.55	-1.80	20.98
C. V.	0.07	0.44	0.16	1975	17.77	4.08	14.35
1974-1979				1976	17.33	1.83	15.80
MEDIA	17.42	1.30	16.29	1977	17.52	-2.08	19.22
MAX	19.55	4.08	20.98	1978	16.82	2.13	15.03
MIN	15.50	-2.08	12.36	1979	15.50	3.65	12.36
VAR	1.45	5.88	8.61	1980	16.02	3.33	13.17
C. V.	0.07	1.86	0.18	1981	15.85	2.64	13.60
1980-1985				1982	14.21	3.74	10.94
MEDIA	14.01	2.50	11.84	1983	13.59	2.55	11.36
MAX	16.02	3.74	13.60	1984	12.18	1.84	10.55
MIN	12.18	0.91	10.55	1985	12.22	0.91	11.42
VAR	2.36	0.87	1.29	1986	13.43	5.24	8.77
C. V.	0.11	0.37	0.10	1987	15.07	5.38	10.38
1974-1985				1988	16.31	3.67	13.19
MEDIA	15.71	1.90	14.06	1989	17.11	5.82	12.15
MAX	19.55	4.08	20.98	1990	16.65	4.65	12.68
MIN	12.18	-2.08	10.55				
VAR	4.81	3.74	9.91				
C. V.	0.14	1.02	0.22				
1986-1990							
MEDIA	15.72	4.95	11.43				
MAX	17.11	5.82	13.19				
MIN	13.43	3.67	8.77				
VAR	1.76	0.55	2.67				
C. V.	0.08	0.15	0.14				

IB/KC \hat{K} m



El cuadro anterior recoge los principales estadísticos que pueden arrojar luz sobre la estabilidad/variabilidad de la tasa de inversión bruta, la tasa de crecimiento del stock de capital y la tasa de depreciación. Si analizamos el periodo completo 1964-1990, encontramos que ninguna de las tres variables contribuye al sostenimiento de la hipótesis consistente en caracterizar dicho periodo como una situación de estado estacionario. Los valores significativamente distintos de cero del coeficiente de variación son indicativos de la variabilidad que las caracteriza, y por tanto también de la anterior afirmación. Además, podemos ver cómo la inestabilidad es mayor en la tasa de crecimiento del stock de capital, intermedia en el caso de la tasa de depreciación, y menor en la tasa de inversión bruta. En cambio, este orden se altera al considerar el rango de valores existente entre el máximo y el mínimo de la muestra, es la tasa de depreciación precisamente la que ha registrado unos valores más extremos, mientras que la inversión bruta se ha mantenido dentro de un margen relativamente discreto de variabilidad. Mas llamativo todavía es el estrecho margen temporal existente entre dichos valores máximo y mínimo de la tasa de depreciación, tan solo dos años. Por todo ello, el análisis de los valores anuales de las tres variables anteriores no puede dejar más clara la conveniencia de evitar cualquier supuesto sobre la estabilidad a largo plazo y la constancia de la tasa de depreciación.

En otro orden de cosas, si uno analiza los datos por subperiodos, lo primero que salta a la vista es que junto a la mayor estabilidad de la tasa de inversión bruta (esta particularidad ya se experimentaba al analizar el periodo completo), si descontamos el periodo 1974-1979 la tasa de depreciación se puede establecer en un valor cercano al 11%, con una variabilidad significativamente reducida si comparamos con la que se registraba al analizar el periodo muestral completo. No podemos afirmar lo mismo con respecto a la tasa de crecimiento del stock de capital que, tanto dentro de cada subperiodo como entre los distintos en que se ha dividido la muestra, sigue manteniendo una muy marcada variabilidad.

Dos elementos bastante concluyentes se nos muestran en el cuadro anterior: por una parte, la no excesiva estabilidad de las variables analizadas durante los periodos que podríamos considerar de relativa

normalidad económica, y por otra, la existencia de periodos de gran agitación económica que imposibilitan cualquier aproximación razonable a los supuestos característicos de una situación de estado estacionario.

Por otra parte, si comparamos con los datos de la economía americana recogidos en Eisner (1972) se confirma, también para el caso de España, una mayor variabilidad de la tasa de crecimiento del stock de capital frente a la experimentada por la tasa de depreciación.

Para finalizar con este apartado diremos que de los datos mostrados en el cuadro nº 1 se desprende un postulado bastante concluyente: la depreciación del capital experimentada en el sector endógeno de la economía española durante el periodo 1964-1990 no se corresponde de ninguna de las maneras con la caracterización que se hubiera obtenido en el caso de que dichos datos respondiesen fielmente al supuesto de una tasa de depreciación constante. Así las cosas, la no estabilidad de la tasa de depreciación, nos abre las puertas hacia la más enriquecedora actividad de modelizar el comportamiento de dicha variable en términos de las distintas fuerzas económicas que subyacen a su dinamismo temporal, y que han sido detalladamente descritas en las páginas anteriores.

5.3 LOS DETERMINANTES DE LA DEPRECIACION.

A partir del esquema que hemos presentado en el apartado anterior en donde se relatan de una manera exhaustiva las distintas causas de la depreciación, nos proponemos ahora identificar un conjunto de variables que de una manera lo más inequívoca posible representen la influencia que cada una de dichas causas ejercen sobre la depreciación. Este apartado, en su conjunto, está pensado como preludeo del ejercicio econométrico que presentamos seguidamente en el apartado 5.4 y que servirá para contrastar las distintas hipótesis que ahora vamos a plantear. La necesidad de este apartado se pone de manifiesto a partir de la enorme complejidad conceptual que envuelve al campo de la economía que estudia la depreciación, y la justificación última proviene de la escasa literatura de tipo cuantitativo que existe con respecto a los determinantes de la misma tanto a nivel agregado como en términos microeconómicos.

La existencia de una literatura bastante prolija en cuanto a las causas de la depreciación, fundamentalmente modelos teóricos en los cuales la depreciación es una consecuencia del impacto que determinados fenómenos tales como el envejecimiento de los equipos productivos y el progreso técnico tienen sobre el sistema económico, no se ha plasmado en una serie de hipótesis contrastables que darían pie al desarrollo de toda una literatura paralela encaminada a la obtención de evidencia acerca del grado de satisfacción de dichas hipótesis. La escasos estudios aplicados existentes, debido a los problemas de medición que la variable depreciación entraña, han introducido un elemento adicional de confusión al trabajar unas veces con la inversión de reposición obtenida de encuestas de opinión empresarial, otras con el consumo de capital fijo que se deriva de los cálculos del stock de capital con el método del inventario perpétuo, y otras con los retiros de equipos productivos que se registran en los estados contables de las empresas.

En realidad, toda la literatura sobre la depreciación existente se puede resumir en una serie de ejercicios dirigidos a contrastar la hipótesis de una tasa de depreciación constante. La polémica abierta en torno a dicha

hipótesis ha dado lugar a una serie de desarrollos analíticos ⁽⁵⁾ que han venido a clarificar el panorama con respecto a la diversidad y multiplicidad de causas que pueden, en una economía, acabar por provocar la depreciación de una parte de las instalaciones productivas, pero todo el esfuerzo inicial se ha visto neutralizado en el momento de proceder a la medición de dicha depreciación sobre la base de su decidibilidad por parte de la empresa. La dificultad de encontrar un esquema que responda a las necesidades de los investigadores, acomodándose a los requerimientos teóricos de la supuesta variabilidad de la tasa de depreciación y que al mismo tiempo proporcione una medición de la misma, está concentrando todos los esfuerzos, de manera que muy pocos son todavía los trabajos que se plantean un objetivo como el que nosotros pretendemos cubrir en este capítulo.

En este punto, nuestro trabajo se asienta sobre los resultados que se han ido obteniendo en los capítulos anteriores, en concreto la presentación de un esquema integrado de valoración y medición de la depreciación (capítulos II y IV) fundamentado analíticamente sobre los pilares de un modelo de producción teórico con tecnología putty-clay, cuya principal aportación son las dos reglas endógenas para determinar la depreciación óptima provocada por el deterioro y la obsolescencia (capítulo III). A continuación vamos a tratar de vincular las distintas causas de la depreciación a variables observables concretas, de manera que podamos contrastar empíricamente los efectos de cada una de estas variables sobre la tasa de depreciación. Esta forma de proceder nos permitirá contrastar simultáneamente la hipótesis nula definida por una tasa de depreciación constante, en cuyo caso todas las variables que podamos considerar además de una constante resultarán no significativas.

Veámos pues las distintas causas y las variables que las pueden representar:

⁵ Feldstein y Foot (1971), Eisner (1972), Bitros y Kelejian (1974), Feldstein y Rothschild (1974), Nickell (1975), Bosshardt y Mairesse (1980), Lioukas (1980 y 1982), y Driver (1986)

Deterioro Físico. El uso de los equipos y el envejecimiento de los mismos acarrea un desgaste en términos de menor output por unidad de input. La depreciación que de aquí se deriva puede recogerse con una variable de escala que aproxime el tamaño del equipo productivo y consiguientemente la magnitud de la depreciación. El stock de capital parece ser la variable más indicada para cumplir esta función, pero un problema de endogeneidad nos obliga prescindir de ella. Cuanto mayor sea el capital mayor depreciación cabe esperar, pero la propia depreciación es un elemento fundamental en el proceso de determinación del stock de capital. Una forma de evitar este problema y que nosotros adoptamos en este trabajo consiste en modelizar la tasa de depreciación antes que el volumen, de esta forma el papel que debía jugar el stock de capital como determinante de la depreciación se transfiere a la constante de proporcionalidad. En el proceso de validación, en caso de rechazar cualquier determinante adicional, esta constante de proporcionalidad nos daría una indicación cuantitativa del valor de la tasa de depreciación constante que le correspondería a la hipótesis no rechazada. En otro caso no tiene ya porqué ser igual a la tasa constante de deterioro físico en el largo plazo a que nos remite la hipótesis de proporcionalidad. Rechazada la hipótesis de una depreciación constante, el coeficiente del capital o constante de regresión se interpretará sencillamente como el porcentaje medio de depreciación que es específico del periodo muestral analizado.

Aún cuando la magnitud del capital, o alternativamente la constante, por sí misma pueda recoger el efecto positivo del deterioro físico sobre la depreciación, es evidente que también el uso o la intensidad con que se utilicen los equipos productivos contribuye a incrementar o disminuir la importancia de la depreciación física. En la literatura se ha pretendido recoger este efecto por medio de la variable utilización de la capacidad productiva (UCP). En general, los diferentes autores lo que persiguen es poder captar el efecto más global de la demanda sobre la depreciación.

Desde este punto de vista lo que parece importante, dada la no maleabilidad del capital ex-post, es si las variaciones en el nivel de actividad provocadas por alteraciones en la demanda son transitorias, en cuyo caso las variaciones en la demanda se neutralizan con variaciones en la utilización de la capacidad productiva y los efectos sobre la depreciación se

orientan hacia un mayor deterioro físico; o bien son permanentes y por lo tanto la influencia sobre la depreciación caería dentro de lo que denominamos obsolescencia, procediendo al retiro de los equipos que se han vuelto obsoletos bajo las nuevas condiciones del mercado.

Bosshardt y Mairesse señalan que cuando las empresas anticipan una expansión de la demanda disminuirán sus retiros a la vez que aumentarán su inversión. Ello nos llevaría a considerar que el crecimiento de la producción en los años precedentes afecta negativamente a la depreciación, pero estos mismos autores no obtienen resultados concluyentes al respecto, aún cuando sí que consiguen arrancar de los datos un claro efecto acelerador sobre la inversión. Por su parte, Nickell ratifica la relación positiva que plantean Feldstein y Foot, pero considera que la respuesta de la depreciación se acomoda a la siguiente pauta: la depreciación será mayor antes y después de un boom de la demanda y disminuirá en el mismo boom, de tal modo que antes de que se cree nueva capacidad es probable que se mantenga el equipo obsoleto. En cambio, el mecanismo expuesto por Feldstein y Foot según el cual la variable UCP afecta a la depreciación, gravita no sobre el efecto directo de la demanda sino sobre los costes crecientes que acompañan a la mayor intensidad en el uso de la capacidad, los cuales constituyen un claro incentivo al reemplazamiento. Bitros y Kelejian, y Driver no obtienen una relación nítida entre la variable UCP y la depreciación. Sin embargo los primeros creen que la respuesta de la depreciación deberá ser positiva sobre todo en la fase expansiva del ciclo. Los argumentos de Lioukas en relación a la utilización de la capacidad productiva contienen la doble interpretación correspondiente a los valores corrientes y los anticipados. Defiende una relación inversa entre la utilización de la capacidad productiva y la depreciación siempre y cuando el aumento en la UCP sea anticipado, en cuyo caso se mantendrán plantas obsoletas en uso, mientras que si se anticipase un aumento en el margen de capacidad ociosa se retirarían. Por otra parte, pronostica una relación directamente proporcional entre el nivel corriente de la variable UCP y la depreciación.

El problema se agudiza cuando se pretende captar unívocamente el efecto de la demanda por medio de la variable UCP. La utilización de la capacidad productiva en los modelos putty-clay o clay-clay no es simplemente indicativo

de la demanda y hasta cierto punto puede ser una consecuencia de la propia depreciación, en cuyo caso al aumentar los retiros y disminuir la capacidad productiva, ceteris paribus aumenta la utilización de la capacidad productiva (⁶). O bien pueden ser entre sí alternativas y ante una caída de la demanda las empresas optar entre destruir capacidad o reducir su utilización (⁷).

Como consecuencia de todo lo anterior, la relación entre la variable UCP y la depreciación es bastante ambigua y nada garantiza que el efecto que recoge sea pura y exclusivamente el del deterioro físico, pues también se pueden establecer vínculos entre esta variable y la depreciación por obsolescencia.

Deterioro Económico. Otra causa por la cual una economía puede experimentar depreciación de su equipo capital es la que proviene de las decisiones empresariales encaminadas a hacer frente al deterioro que experimenta dicho equipo. La posibilidad de realizar o no un mantenimiento de los equipos, para cuya realización la empresa debe asumir una serie de costes adicionales a los de producción, asociados fundamentalmente a los servicios de mantenimiento contratados, es lo que traslada la depreciación al ámbito de las decisiones empresariales. La decisión empresarial con respecto al deterioro económico, en presencia de costes de mantenimiento, se toma de tal forma que el ahorro marginal obtenido del último equipo retirado iguale el coste de oportunidad del mismo, su rentabilidad presente y esperada en el seno de la actividad productiva empresarial.

⁶ "...(El) exceso de capacidad puede tomar la forma de obsolescencia". Esto ya lo anticipó Domar a diferencia de Harrod. "Sin embargo, en un modelo de generaciones, dejar de lado el equipo obsoleto es un proceso normal, debidamente anticipado, mientras en el modelo de Domar puede obstaculizar el incentivo a invertir" (Wan, 1971 p. 207). "Harrod y Domar consideran la escasez de mano de obra o la conversión en chatarra del equipo, como posibles señales de una recesión, e incluso de una depresión. No obstante, el modelo clay-clay muestra que la supresión normal del equipo obsoleto es un síntoma de vitalidad para una economía competitiva dotada de progreso técnico" (Wan, 1971 p. 216).

⁷ Recientemente Sanghamitra (1990), estudiando la industria del cemento en Estados Unidos, ha planteado un modelo de decisión empresarial en términos discretos en el cual, dado el conjunto de información presente y las expectativas de futuro, la empresa debe optar entre mantener operativos, infrautilizar o retirar los equipos productivos.

En presencia de input decay los gastos de mantenimiento necesarios para sostener la productividad media que en origen poseía ese equipo crecerán con el tiempo y estarán constituidos principalmente por costes salariales. Un aumento del salario real hace aumentar los costes de mantenimiento y por tanto la depreciación. Para un salario más elevado, la empresa encuentra incentivos a depreciar un mayor porcentaje de su equipo productivo, puesto que en tal caso su ahorro es mayor que para un salario menor. Ceteris páribus la depreciación aumentará hasta que el nuevo ahorro marginal sea igual al coste de oportunidad del capital.

Desde este punto de vista cabe esperar una relación directamente proporcional entre el nivel salarial y el volumen de depreciación. Para tasas salariales más elevadas los bienes de equipo son reparados en una menor cuantía y así podemos observar una depreciación mayor. Ahora bien, la variable salarios no solo admite esta interpretación con respecto al deterioro económico (input decay). Si los salarios de hoy pueden tomarse como un indicador de las expectativas de los empresarios con respecto a la evolución futura de los mismos, la interpretación puede cambiar de signo. Las expectativas de mayores costes de mantenimiento en el futuro puede llevar a los agentes a anticipar, en la medida de lo posible, la reparación y el mantenimiento de los equipos; consiguientemente con los valores actuales de las variables podríamos observar una relación inversa entre el salario y la depreciación.

Además de esta sutil ambigüedad, existe otro tipo de interferencia que pone en cuestión, o al menos limita, la capacidad de la variable salarios para ejercer de determinante de la depreciación como indicador del deterioro económico de una manera pura. Como más adelante veremos, el salario, o más bien las variaciones experimentadas por la tasa salarial, parece tener otro tipo de vinculaciones con la obsolescencia tecnológica, por lo que el efecto de los salarios sobre la depreciación puede tener una interpretación compartida entre el deterioro económico y esta obsolescencia de tipo tecnológico.

Por otra parte, hemos visto anteriormente que las decisiones empresariales ponderan también el coste de oportunidad del capital retirado en el momento de optar entre reparar o depreciar. Desde este punto de vista, otra variable que puede contribuir a recoger los efectos del deterioro económico sobre la depreciación es el tipo de interés. Cuanto más elevado sea el tipo de interés, indicándonos con ello un mayor coste de oportunidad del capital que se deprecia, menor será la depreciación, y al revés. Esta relación inversa entre tipo de interés y depreciación ya fue señalada por Driver, el cual apuntaba la conveniencia de trabajar con los niveles del tipo de interés a largo plazo, pues al reconocer que la tasa relevante es la esperada a lo largo del periodo medio de vida de los equipos, no es de esperar que la depreciación responda a los cambios en el tipo de interés de carácter transitorio.

Desde otro punto de vista, el argumento de Nickell para defender la relación inversa entre tipo de interés y depreciación está más relacionado con los costes de mantenimiento que con el coste de oportunidad del capital depreciado. Nickell suponía que, dados unos costes de mantenimiento, lo relevante para el empresario es el valor presente descontado de los mismos, y por lo tanto una elevación de los tipos de interés a largo plazo que reducen el valor presente descontado de los costes de mantenimiento pueden constituir un incentivo al alargamiento de la vida útil de los equipos por la vía de realizar una mayor mantenimiento.

El principal problema a que tiene que hacer frente la variable tipo de interés como exponente del deterioro económico es que dicha variable puede también estar afectando la posición de liquidez de las empresas, e indirectamente por esta otra vía también a la depreciación. Restricciones de liquidez o tipos de interés elevados pueden forzar a las empresas a incrementar la depreciación, así como una situación de fácil acceso al crédito barato pueden llevar a reducirla. En cambio, Lioukas al intentar captar este efecto liquidez obtiene los resultados opuestos. Mayores disponibilidades de fondos permiten una reposición de equipos más rápida y por consiguiente una mayor depreciación. No está claro pues, el signo entre tipo de interés y depreciación cuando se intenta captar el efecto liquidez; pero por lo que a nosotros respecta, la posibilidad de que el tipo de interés

esté reflejando la influencia del efecto liquidez sobre la depreciación ya es suficientemente grave como para poner en cuestión la validez de la asociación entre deterioro económico y tipo de interés para explicar la depreciación (⁸).

Obsolescencia. La desaparición de las cuasi-rentas que proporcionan los equipos productivos a las empresas son la causa fundamental por la cual los empresarios deciden apartarlos de la producción. El retiro de generaciones completas de bienes de capital antiguas constituye una parte muy significativa, sinó la más importante, del volumen total de depreciación.

En un modelo de generaciones con un componente clay ex-post (modelo putty-clay o clay-clay) los equipos quedan instalados con unas características técnicas que no es posible alterar ni siquiera con el paso del tiempo. Desde el punto de vista de la empresa cuyo objetivo es maximizar la rentabilidad de los diferentes equipos productivos, la propiedad más relevante es su productividad media, y cada generación de bienes de inversión lleva asociada una determinada productividad media con la que la empresa deberá contar sin poder actuar sobre la misma. Así pues, al analizar los distintos factores por los que se puede experimentar una reducción en las cuasi-rentas nos encontramos con que los elementos más significativos son aquellos que introducen variaciones en los costes asociados a la utilización de los equipos de cada generación y en el precio del output. El progreso técnico, fundamentalmente incorporado; los shocks de oferta, principalmente aquellos que están provocados por la elevación de los precios de las materias primas; los cambios en los patrones de comercio internacional; las alteraciones experimentadas por la estructura y composición de la demanda, debidas fundamentalmente a las variaciones en los gustos y preferencias de los consumidores; y el efecto sobre las empresas de las decisiones tomadas por las administraciones públicas, principalmente las regulaciones directas y

⁸ En la literatura sobre inversión de reemplazamiento se ha defendido, desde el trabajo de Feldstein y Foot, una relación positiva: la disponibilidad de fondos no induce por sí misma a las empresas a incrementar su capacidad de producción, sino más bien a acelerar sus planes de reemplazamiento. En la medida en que en esta literatura los retiros son un componente de la inversión de reemplazamiento, pantean que en periodos de dificultades en la disponibilidad de fondos se pospone el retiro de equipos, dedicándose la empresa a asumir los gastos de capital de mayor prioridad (Lioukas).

las políticas impositivas y de gasto, son algunos de esos elementos que directa o indirectamente repercuten sobre la cuasi-rentas y por consiguiente sobre la depreciación.

Dado que hemos convenido en diferenciar dos tipos de obsolescencia, una de tipo tecnológico y otra de tipo estructural, podemos asociar el progreso técnico incorporado a la primera y el resto de los elementos considerados en el párrafo anterior a la segunda. Veamos pues qué es lo que podemos decir con respecto a cada una de ellas y cual es la variable que mejor las puede representar.

Obsolescencia tecnológica. Nos referimos a la obsolescencia que sobreviene como consecuencia del progreso técnico incorporado en las nuevas generaciones de bienes de inversión. En cualquier momento del tiempo la generación más antigua devenga una cuasi-renta menor que las más modernas, aunque paga el mismo salario. Si el progreso técnico es aumentativo de la eficiencia del factor trabajo, los incrementos en la productividad acabarán por transformarse total o parcialmente en incrementos salariales. En ese momento, las máquinas más antiguas con una menor productividad media se convierten en obsoletas, no porque hayan perdido su eficiencia sino porque son incapaces de cubrir sus costes variables. Este efecto positivo del progreso técnico sobre la depreciación se puede intentar aproximar por medio de una de las dos variables siguientes: la tasa de inversión bruta o la variación experimentada por la tasa salarial. Cada una de estas variables tiene sus ventajas e inconvenientes que pasamos a comentar.

Con respecto a la inversión bruta cabe indicar que es una variable que parece especialmente apropiada para actuar como indicador de la obsolescencia tecnológica, debido a que la nueva inversión transmite el progreso técnico, es decir, la inversión es el vehículo normal de incorporación del progreso técnico en la economía. Como consecuencia de ello esperaremos una relación positiva entre la inversión bruta y la depreciación.

El principal inconveniente es que la inversión bruta no es un indicador unívocamente relacionado con el progreso técnico, y a partir del mismo con la obsolescencia tecnológica, lo cual puede acarrear dificultades a la hora de

interpretar los resultados cuantitativos. De hecho la inversión constituye uno de los más importantes componentes de la demanda, y como tal podría establecer interferencias con la discusión que sobre la relación de la variable UCP y la depreciación hemos planteado más arriba. Pero existen además otras fuentes de ambigüedad con respecto al signo que cabe esperar y que diferencian entre los valores actuales de la inversión y los valores pasados de la misma como determinantes de la depreciación. Driver por ejemplo nos indica que cabe esperar un efecto negativo de la inversión corriente, mientras que positivo de la inversión pasada. Con ello pretende recoger todos los puntos de vista que en la literatura se han dado con respecto al papel de la inversión como determinante de la depreciación (⁹).

Con respecto a las variaciones salariales, encontramos un punto a favor de esta variable en el hecho de que, más pronto o más tarde, el progreso técnico acaba manifestándose por esta vía. Los modelos de generaciones clay-clay con progreso técnico incorporado, bajo condiciones de steady-state han dejado claramente establecido que un crecimiento del salario real reduce el tiempo de vida de un equipo productivo al disminuir sus cuasi-rentas (¹⁰).

⁹ Se ha discutido mucho en la literatura sobre si la inversión bruta recoge un efecto de signo contrario sobre la depreciación como consecuencia de una cierta tendencia a estabilizar el ciclo de la inversión (Feldstein y Foot así como Lioukas responden afirmativamente, mientras Eisner lo hace negativamente). Es frecuente, cuando se pretende explicar la depreciación por medio de la inversión de reemplazamiento, acentuar el intento de las empresas de estabilizar el nivel total de inversión y presentar la inversión de reemplazamiento como alternativa a la de expansión, de tal manera que las empresas podrían posponer la primera si hay un deseo manifiesto de expandir la capacidad productiva motivado por la disponibilidad de fondos. No obstante, nosotros no nos planteamos este problema que en la literatura se ha fundamentado sobre la hipótesis de que la empresa considera a la inversión neta o de expansión como variable de decisión. Ya hemos dejado establecido en los capítulos anteriores que las variables de decisión empresarial son la depreciación por un lado y la inversión bruta por otro. Así pues, la verdadera inversión neta es algo que se deriva de las decisiones anteriores como ya tenía muy claro Domar (1947) al distinguir entre productividad social y virtual de la inversión a través del concepto del drop-out

¹⁰ Johansen (1959), Phelps (1963), Solow, Tobin, Weizsacker y Yaari (1966), Bliss (1968) y Brito (1969) nos remiten invariablemente a la condición de obsolescencia por medio de la igualación entre el salario real y la productividad media del trabajo. También hemos encontrado repetidamente alusiones a esta condición de obsolescencia en otros trabajos más recientes que hacen de la depreciación, y en especial de la obsolescencia, el objeto principal de su estudio: Feldstein y Rothschild (1974), Nickell (1975), y

Por tanto, existirá una relación positiva entre depreciación y salario real ⁽¹¹⁾. Este resultado es obtenido aún en ausencia de deterioro tanto físico como económico a partir de la necesaria igualdad que en cualquier estado estable debe existir entre el salario real -cuando éste es el único exponente de los costes variables- y la productividad media del trabajo en el equipo marginal, en un sentido exclusivamente extensivo.

Sin embargo, en un modelo putty-clay la relación entre salario real y minoraciones no queda establecido con la misma contundencia. Si hay sustituibilidad ex-ante el papel de las expectativas sobre los propios salarios reales juega un papel crucial. La intensidad en el uso de los factores ex-ante no es una imposición tecnológica sino que se desprende del propio proceso de maximización de beneficios. Como consecuencia de esta peculiaridad de los modelos putty-clay, la relación entre las variaciones en los salarios y la depreciación queda empañada por una sombra de ambigüedad. Es necesario diferenciar entre el efecto sobre las generaciones antiguas de bienes de capital que sigue manteniendo el signo positivo de la relación, y el efecto que un incremento de los salarios provoca sobre las expectativas futuras de evolución del salario.

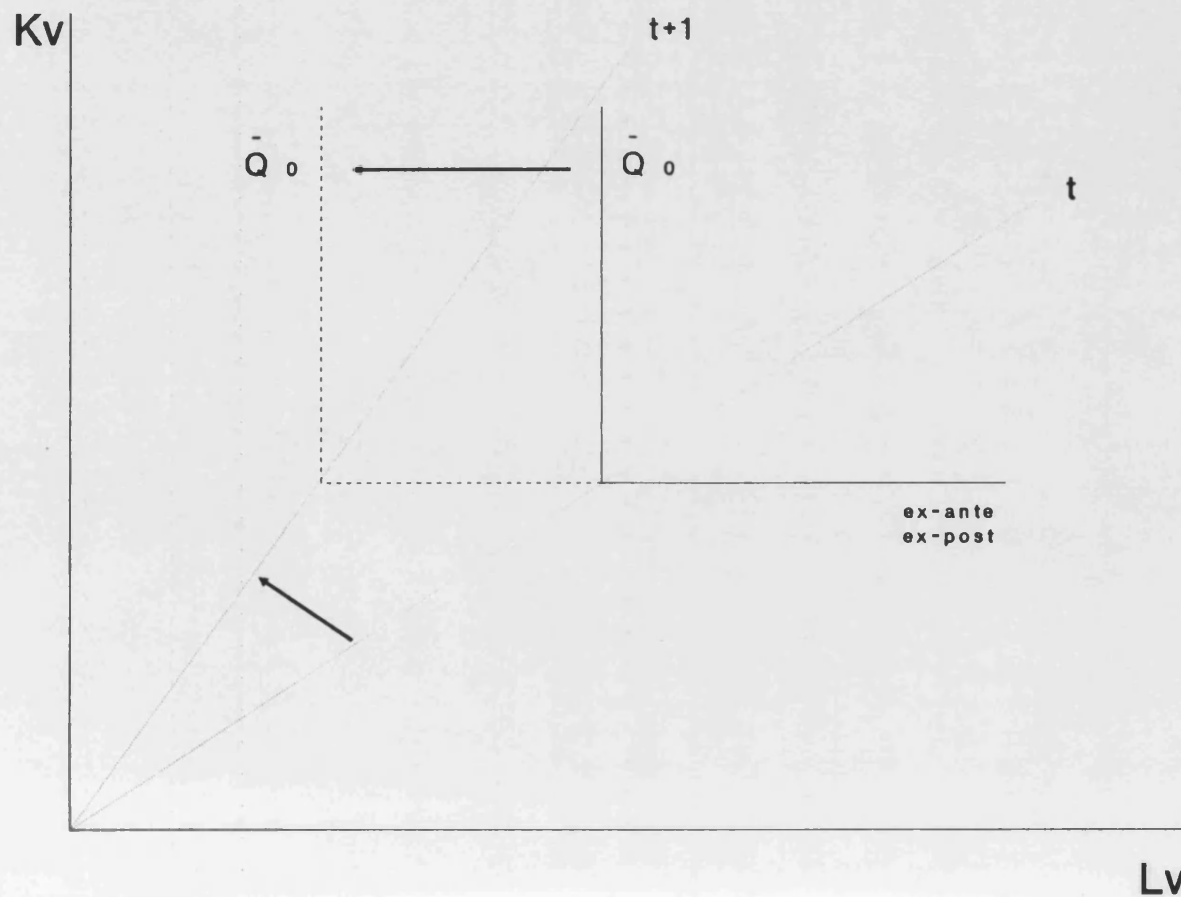
Como se muestra en las figuras adyacentes, la relación K/L elegida en un momento dado no dependerá ya de los valores corrientes de los precios de los factores sino, sobre todo, del crecimiento previsto del salario que estimulará el uso de procesos menos intensivos en trabajo y por tanto la sustitución en el margen extensivo se verá reducida; y lo que es más importante, la obsolescencia de los bienes de equipo ralentizada, pues cuanto menor sea la mano de obra unitaria requerida mayor es el lapso de vida económica al prolongarse más las cuasi-rentas positivas.

sobre todo Malcomson (1975).

¹¹ Puede darse una cierta indeterminación en la relación entre el salario real y productividad media del trabajo correspondiente al equipo marginal si no hay perfecta continuidad en las generaciones.

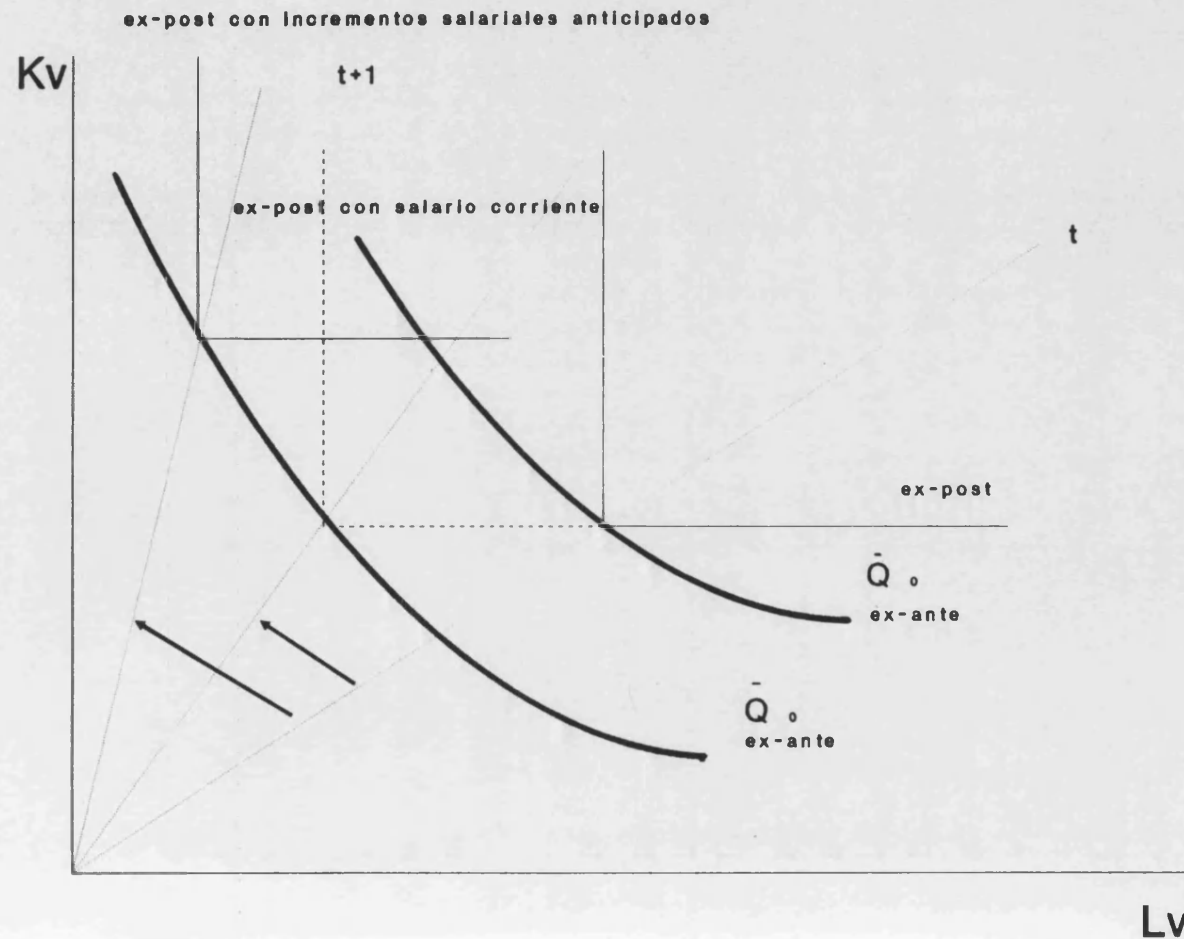
PROGRESO TECNICO INCORPORADO NEUTRAL-HARROD.
MODIFICACION EN LA RELACION Kv/Lv.

a) CLAY-CLAY



PROGRESO TECNICO INCORPORADO NEUTRAL-HARROD. MODIFICACION EN LA RELACION Kv/Lv.

b) PUTTY-CLAY



Obsolescencia estructural (¹²). La disminución e incluso desaparición de las cuasi-rentas no solo tiene su origen en los efectos del progreso técnico sobre las variaciones en la tasa de salarios; los shocks de oferta y los cambios en los patrones de la demanda han provocado en los países occidentales cambios mucho más importantes en las estructuras productivas como consecuencia de la enorme corriente de obsolescencia que han generado sobre las estructuras más antiguas, las cuales se arrastraban de un pasado no demasiado lejano en el cual las condiciones de producción eran muy distintas a las que han tenido que hacer frente desde mediados de los años setenta. En especial la economía española, con sus peculiaridades socio-económicas, se ha visto afectada por un continuo de cambios de tipo estructural durante el periodo que estamos analizando, que van desde el shock de los precios energéticos hasta la entrada en la CEE, pasando por los programas de reconversión industrial.

Desde este punto de vista, los cambios estructurales constituyen una fuente de obsolescencia (obsolescencia estructural) de primera magnitud que puede manifestarse de múltiples formas en la economía. El encarecimiento de las materias primas (piénsese fundamentalmente en el incremento del precio de la energía) por una parte, y las variaciones en la estructura de la demanda por otra, repercuten negativamente sobre las cuasi-rentas que venían generando los equipos, instalados antes de producirse tales modificaciones en las condiciones económicas bajo las cuales fueron deseados por las empresas. En concreto, tanto el incremento en los costes de producción que provoca la primera, como la apatía y contracción del mercado que puede provocar la segunda en los sectores o industrias que más negativamente se vean afectados, constituyen, junto con los incrementos salariales, las principales vías por las cuales van desapareciendo las cuasi-rentas y los equipos se vuelven obsoletos. Pero también otros fenómenos pueden añadirse a la generación de obsolescencia estructural al introducir cambios en las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la producción; nos estamos refiriendo a los golpes de timón dados por la política fiscal y a determinadas políticas de regulación

¹² Esta denominación la debemos a los trabajos de Bailly (1981a, 1981b). En el segundo de los trabajos citados, que es donde presenta su modelo putty-putty, reserva el término obsolescencia exclusivamente para la depreciación que se deriva de los cambios estructurales.

encaminadas hacia el objetivo de una modernización de las estructuras productivas.

De acuerdo con esta forma de ver las cosas, variables como el índice de precios de las materias primas, así como un índice que recogiese los cambios en la estructura de precios relativos, serían dos buenos indicadores del cambio estructural, y por consiguiente dos claros candidatos a determinantes de la depreciación. Dado que los cambios estructurales generan obsolescencia si los bienes de capital no son lo suficientemente maleables ex-post para alterar la intensidad relativa en el uso de los factores (bienes de equipo input-específicos), ni lo suficientemente versátiles para adaptarse a la nueva naturaleza de los bienes que se demandan (bienes de equipo output-específicos) ⁽¹³⁾, cabe esperar una relación positiva entre el índice de precios de las materias primas (energéticas) y el indicador de la variabilidad de los precios relativos entre las distintas industrias por una parte, y la depreciación por otra.

Resumiendo vemos que la obsolescencia, tanto la tecnológica como la estructural, aparece asociada a una serie de variables que podrían constituirse en determinantes de la depreciación: la inversión bruta, las variaciones salariales, la variabilidad de la estructura de precios relativos y los precios de las materias primas. Ahora bien, debemos recordar que éstas todavía tienen que hacer frente a un par de críticas dignas de toda consideración. Por una parte la ambivalencia en cuanto al fenómeno que en realidad se encuentra detrás de su influencia sobre la tasa de depreciación; esto ocurre con la tasa de inversión bruta y las variaciones en la tasa salarial. Y por otra la parcialidad de las restantes, pues muchos son los elementos que pueden provocar obsolescencia estructural y muy pocos los

¹³ También puede interpretarse como que esta falta de maleabilidad convierte a las generaciones antiguas en energía-ineficientes cuando la elevación del precio de determinada fuente energética no encuentra la respuesta que sería de desear, precisamente por no estar las distintas técnicas empleadas en la producción en disponibilidad de sustituir unas fuentes de energía por otras. No obstante, estas no son las únicas posibilidades a considerar puesto que las regulaciones públicas, los cambios en los patrones del comercio internacional y las políticas fiscal-impositivas, también actúan sobre esa base inflexible, sin maleabilidad y con escasa versatilidad, convirtiendo a gran parte del capital instalado en redundante y obsoleto.

representados por las variables elegidas.

Para tratar de evitar estos dos problemas es por lo que vamos a intentar sustituir el amplio conjunto de variables que pueden atribuirse la capacidad de transmitir los efectos de los cambios estructurales y del progreso técnico a la depreciación, por una sola que pueda interpretarse como resumen de todas ellas. El principal candidato es la tasa de inflación, puesto que si de algún fenómeno podemos estar seguros que irremisiblemente acompaña a los cambios estructurales y a los procesos de incorporación desequilibrada del progreso técnico, éste es el de la inflación.

De acuerdo con Pasinetti (1981) las diferencias intersectoriales en el crecimiento de la productividad, junto con un crecimiento más o menos uniforme de los costes de producción (salarios y materias primas), provoca una elevación del índice general de precios de la economía, debido fundamentalmente a la resistencia a la baja manifestada por los precios que fijan las industrias cuya tasa de crecimiento de la productividad se sitúa por encima de la media. En estas condiciones, la tasa de inflación desempeña el papel de válvula de escape para que la resistencia de los precios a la baja no distorsione el cambio en los precios relativos que sería necesario para que el sistema económico en su conjunto mantenga una estructura de precios eficiente. Por otra parte, en Baily (1981b) se demuestra que los periodos de mayor variabilidad de los precios relativos suelen corresponderse con los de mayores tasas de inflación.

Tenemos pues que las principales causas de la desaparición de las cuasi-rentas, y de la existencia de obsolescencia, se nos manifiestan paralelos a los incrementos de precios que se esconden tras la espiral inflacionista. Por un lado los incrementos salariales provocados por el progreso técnico que, en tanto que costes de producción laborales, se trasladan a los precios. Por otro el encarecimiento de las materias primas (fundamentalmente productos energéticos importados) que provocan una reducción del excedente económico nacional, ante lo cual se inicia una lucha por la reconstitución de las participaciones de los salarios y los beneficios en la distribución de la renta que desemboca en una espiral de salarios y precios. Pero no solamente esto sino que además, el componente estructural de

la inflación nos indica que tras la misma se esconde una alteración muy significativa de la estructura de precios relativos entre los distintos sectores e industrias. De tal forma que, si la inflación nos determina en parte el ritmo de evolución de los sectores activos y en expansión de la economía, o al menos estos sectores pueden adaptarse a la pauta establecida por la propia tasa de inflación, los sectores pasivos, aquellos que se ven perjudicados por la alteración en los patrones de la demanda y cuyos precios se ven estancados, padecerán de una forma más cruda los efectos de la obsolescencia, puesto que pagando salarios cada vez más elevados no podrán resarcirse por medio de la elevación de precios que les permitiría hacer frente a la pronunciada disminución de las cuasi-rentas. Finalmente, como señala Andrés et al. (1990), la tasa de inflación va acompañada de un aumento en la incertidumbre que envuelve a las transacciones al ir acompañada de notables alteraciones de precios relativos, y también puede incorporar efectos de carácter fiscal al no ser el sistema impositivo neutral respecto a la evolución de los precios.

Es fácil pues, a partir de las argumentaciones anteriores, establecer una serie de vínculos muy estrechos entre los incrementos salariales, el encarecimiento de las materias primas, la variabilidad de precios relativos, e incluso la fiscalidad, y la tasa de inflación. Es decir, entre la obsolescencia tecnológica y estructural de los equipos productivos y la tasa de inflación. No se trata de afirmar que sea la propia inflación la que provoca la obsolescencia sino que, dada la asociación que se produce entre ésta y el progreso técnico y los cambios estructurales, que son los verdaderos causantes de la depreciación por obsolescencia, muy bien se puede tomar la tasa de inflación corriente como proxy de dichos procesos desencadenantes de la depreciación del capital. Por todo ello consideramos que la tasa de inflación como determinante de la depreciación constituye un factor globalizador de todos los elementos que presionan desde el lado de la obsolescencia, tanto tecnológica como estructural.

5.4 RESULTADOS ECONOMETRICOS.

Como indicábamos en el apartado anterior, los escasos ejercicios empíricos que existen relacionados con la depreciación tienen como objetivo la contrastación de una hipótesis sencilla. Su objetivo apenas abarca más allá de comprobar si es aceptable, o más bien se debe rechazar, la hipótesis de una tasa de depreciación constante. En el proceso, los distintos autores han barajado la posibilidad de incluir entre los determinantes de la tasa de depreciación variables que, en muchos casos, difieren sustancialmente de unos trabajos a otros. La significatividad estadística de alguna de estas variables se toma como prueba suficiente para rechazar la constancia de la tasa de depreciación, pero dado que no siempre establecen una asociación entre cada una de estas variables y las causas últimas de la depreciación (deterioro y obsolescencia en sus distintas conceptualizaciones), se hace muy difícil la interpretación en profundidad de los resultados obtenidos. Con ánimo globalizador, hemos ido refiriéndonos a todas esas variables en el apartado anterior, indicando al mismo tiempo el tipo de vínculo que guardan (o pueden guardar, dado que muchas veces nos hemos visto obligados a concluir en términos bastante ambiguos) con la depreciación. Haciendo un esfuerzo adicional, las hemos estructurado de acuerdo con las distintas causas que podrían estar detrás de esa relación esperada entre cada una de ellas y la tasa de depreciación.

Proponemos a continuación un contraste econométrico para identificar la contribución de las variables del apartado anterior a la depreciación del capital. El trabajo que presentamos examina las propiedades en equilibrio de largo plazo para estas variables, utilizando la noción estadística de cointegración tal y como fue establecida en Engle and Granger (1987). Dado el carácter no estacionario de dichas variables, el objetivo se centra en obtener relaciones de cointegración que aseguren la estacionariedad de los residuos. Las estimaciones de los vectores de cointegración se obtienen por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). La consistencia de las estimaciones mínimo-cuadráticas de los parámetros de cointegración, cuando las variables se caracterizan por seguir un proceso no estacionario, está asegurada por el teorema de la "super consistencia" desarrollado en Stock

(1987). Este teorema demuestra que cualquier sesgo que pueda surgir, p. e. como consecuencia de errores en la medición de las variables, es asintóticamente despreciable cuando estas variables están cointegradas, y por lo tanto el método de los MCO es directamente aplicable. El paso siguiente es obtener especificaciones dinámicas del ajuste a corto plazo, formulación que recogerá los desajustes mínimo cuadráticos del largo plazo como determinantes de primera magnitud. Una buena muestra de la metodología a seguir en estos casos lo constituyen los trabajos de Andres et al. (1989), (1990) y (1991) y Dolado et al. (1990).

Investigando estas cuestiones, nos encontramos con que el punto de partida lo constituye una relación como la siguiente:

$$[5.1] \quad \text{Depreciación (M)} = M_1 \text{ (por deterioro)} + M_2 \text{ (por obsolescencia)}$$

Ahora bien, en el apartado anterior hemos visto un conjunto de variables que de alguna u otra manera están relacionadas con el deterioro y la obsolescencia, y que muy bien pueden servirnos como determinantes de la depreciación total. Después de introducir el correspondiente término de error, podríamos escribir una relación como la siguiente:

$$[5.2] \quad M = h(K, UCP, WR, RN, IB, TP) + u$$

Para evitar los problemas que pueden plantearse con la endogeneidad del stock de capital (problemas de multicolinealidad en las estimaciones minimocuadráticas), planteamos el modelo empírico en términos de tasas. Al dividir por el stock de capital, la variable endógena a explicar será la tasa de depreciación, y los determinantes aparecerán todos bajo la forma de tasas porcentuales como en la siguiente especificación:

$$[5.3] \quad m = H(1, UCP, WRK, RN, TIBC, TP) + \epsilon$$

En las anteriores ecuaciones 5.2 y 5.3:

M : volumen de depreciación;

m : tasa de depreciación, (M/K);

K : stock de capital;
UCP : tasa de utilización de la capacidad productiva;
WR : salario real;
WRK : salario real/stock de capital, (WR/K);
RN : tasa de interés a largo plazo;
IB : volumen de inversión bruta;
TIBC: tasa de inversión bruta, (IB/K);
TP : tasa de inflación.

La modelización en términos de tasas obedece a un hecho suficientemente reconocido en la literatura por distintos autores. Dado que la perturbación aleatoria ϵ recoge el efecto combinado de las variables omitidas, si suponemos que no existen componentes deterministas que afecten de manera sistemática, o por lo menos que estos efectos se autocompensen, el método de los mínimos cuadrados nos ofrece estimaciones eficientes de los parámetros del modelo. En otras palabras, la perturbación aleatoria presenta la estructura de una variable ruido blanco. Con toda probabilidad tenemos que $\text{var}(u) = \sigma^2 \cdot K^2$, donde $u = \epsilon \cdot K$. Por ello, al dividir por el stock de capital estamos obteniendo una perturbación aleatoria ϵ , en el modelo a estimar, que es homoscedástica. Es más, a partir de ahora supondremos que ϵ se distribuye según una normal con media cero y varianza σ^2 , [$\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$].

La búsqueda de una relación estable entre las variables de la ecuación 5.3 que pueda tener algún significado como equilibrio de largo plazo nos lleva a trabajar, siguiendo las técnicas de cointegración, con los residuos obtenidos de la estimación, los cuales habrán de seguir un proceso estacionario de media cero. Por ello dejaremos un poco de lado el valor concreto de los coeficientes estimados, aún cuando nuestra interpretación de los resultados se fundamentará en el signo de estos mismos coeficientes para ver si se acomodan a las expectativas que se derivan de los comentarios del apartado anterior.

De acuerdo con la metodología de las técnicas de cointegración, una variable z_t se dice que es integrable de orden d [$z_t \sim I(d)$] si es representable por una estructura ARMA no determinista, invertible y estacionaria, después de diferenciarla d veces. Consideremos dos variables x_t

e y_t , ambas representables por procesos no estacionarios $I(1)$, si existe una constante a tal que $w_t = x_t - a y_t$ es estacionaria $I(0)$, entonces x_t e y_t se dice que están cointegradas de orden cero, y a es el parámetro de cointegración.

En nuestro modelo, para facilitar las cosas suponemos que la función H es lineal, de tal forma que en el caso más general en que todas las variables exógenas cointegren con la tasa de depreciación, podríamos especificar el modelo de la siguiente forma:

$$[5.4] \quad m = \Omega_0 + \Omega_1 UCP + \Omega_2 WRK + \Omega_3 RN + \Omega_4 TIBC + \Omega_5 TP + \epsilon$$

siendo el vector $(1, -\Omega_0, -\Omega_1, -\Omega_2, -\Omega_3, -\Omega_4, -\Omega_5)$ el vector de parámetros de cointegración. Sin embargo, el procedimiento que seguimos es el de encontrar primero un vector de cointegración de la menor dimensionalidad posible, e ir añadiendo paulatinamente variables que, además de respetar la propiedad de cointegración con la consiguiente exigencia de que se generen unos residuos estacionarios, nos acerquen al mayor grado posible de varianza explicada.

Con la estimación de algunas relaciones anidadas en el modelo general de la ecuación 5.4 no pretendemos discriminar entre modelos teóricos alternativos claramente identificados. En la literatura sobre la depreciación tales modelos no existen, solamente en la discusión referente a la supuesta constancia de la tasa de depreciación se ha llegado a plantear modelizaciones alternativas, y ni siquiera en este ámbito las diferencias son nítidas ni las líneas de separación están claramente definidas. En concreto, la hipótesis de una tasa de depreciación constante será rechazada desde el momento en que encontremos una relación de cointegración entre la tasa de depreciación y alguna de las variables consideradas en la ecuación 5.4. Con este enfoque tan general lo que pretendemos es contrastar la significatividad de aquellas variables que, actuando como resortes del deterioro y la obsolescencia, contribuyen a apuntalar el principio de endogeneidad y variabilidad de la tasa de depreciación.

Para contrastar la cointegración de las variables acudimos a una serie de tests que han sido propuestos en la literatura y muy generalmente

utilizados. Los estadísticos que manejamos para contrastar la hipótesis nula de no estacionariedad de los residuos son el Durbin-Watson (DW) y el estadístico de Dickey y Fuller (DF y ADF). Dada la estimación minimocuadrática de los residuos (¹⁴) por la serie Z_t , los tests de cointegración proceden estableciendo la hipótesis nula de que x_t e y_t no están cointegradas.

$$[5.5] \quad H_0: x_t, y_t \text{ No cointegradas}$$

En el test basado en el estadístico Durbin-Watson (CRDW), éste estadístico se construye con la serie de los residuos estimados Z_t , y se compara con los valores computados por Sargan y Bhargava (1983). Si el valor estimado es mayor que el valor crítico, la hipótesis nula de no cointegración debe ser rechazada. Por otra parte, los estadísticos DF y ADF nos obligan a realizar una serie de regresiones previas de acuerdo con la siguiente formulación:

$$[5.6] \quad dZ_t = \mu + \delta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=0}^k \delta_i dZ_{t-i} + e_t$$

$$[5.7] \quad dZ_t = \delta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=0}^k \delta_i dZ_{t-i} + e_t$$

Los estadísticos se elaboran calculando el cociente entre el valor estimado del parámetro δ_0 y su correspondiente error standard. El orden del polinomio de retardos p será tal que asegure que los residuos estimados en las regresiones 5.6 y 5.7, sean ruido blanco. Si $k=0$, el t-estadístico anteriormente calculado nos ofrece el valor del estadístico DF. Si $k>0$ el ratio t se conoce como el estadístico ADF. Los valores críticos de estos dos estadísticos se presentan en Engle y Granger (1987) y Engle y Yoo (1987), según que el número de variables cointegradas sea igual o mayor que dos.

¹⁴ Stock (1987) ha demostrado que cuando dos variables x e y están cointegradas, las estimaciones minimocuadráticas de los parámetros del vector de cointegración son consistentes y altamente eficientes.

En el APENDICE A se ofrecen todos los resultados de las pruebas de orden de integrabilidad para las variables implicadas en nuestro análisis. La conclusión sumaria es que todas ellas son integrables de orden uno $I(1)$. Evidentemente, este resultado requiere ya de entrada de una breve explicación al afirmar la no estacionariedad de la tasa de depreciación. Por una parte, hemos de subrayar que la no estacionariedad de la tasa de depreciación es una conclusión totalmente condicionada por el periodo muestral que se está analizando, dado que a largo plazo no es sostenible una tasa de depreciación con tendencia, aún cuando ésta se revele fundamentalmente aleatoria. Por otra parte, como se puede comprobar en el apéndice, esta conclusión no está exenta de polémica; mientras que un análisis visual no parece confirmarla, los contrastes de Dickey y Fuller solo ofrecen resultados que no permiten rechazarla cuando se contrasta la hipótesis conjunta de una raíz unitaria junto con una constante por medio del estadístico ratio de verosimilitud. Los factores que nos han llevado a inclinarnos por esta opción son la ambigüedad de los contrastes de Dickey y Fuller, los resultados concluyentes del contraste secuencializado de Dickey y Pantula, pero también el sentido común; pues el hecho de que todos los determinantes fundamentales de la tasa de depreciación se manifiesten inequívocamente no estacionarios, y que el periodo que estamos analizando sea especialmente rico en acontecimientos como los descritos en el apartado 5.3, parecen apuntar en esta dirección. Este último punto resulta especialmente importante puesto que muy fácilmente pueden provocar movimientos erráticos en la tasa de depreciación como consecuencia de los cambios bruscos experimentados por la economía española, que son percibidos por los empresarios, e inciden en el proceso de la toma de decisiones.

De acuerdo con lo que señalábamos en el párrafo anterior, nos encontramos con un conjunto de variables, todas ellas $I(1)$, que no aceptan un tratamiento basado en los métodos de la econometría clásica. Es por ello por lo que iniciamos a continuación un análisis econométrico basado en las técnicas de cointegración.

Los resultados de las pruebas de cointegración los resumimos en los cuadros que a continuación pasamos a comentar.

Cuadro no 5.2

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
CTE . t	0.075 (7.113)	0.021 (0.159)	0.181 (3.992)	0.094 (4.365)	0.017 (0.464)
UCP t		0.065 (0.398)			
WRK t			-1527.3 (-2.40)		
RN t				-0.187 (-1.02)	
TIBC t					0.343 (1.684)
TP t	0.477 (5.089)	0.482 (5.010)	0.541 (6.036)	0.518 (5.080)	0.479 (5.307)
CRDW	1.820	1.847	1.917	1.900	2.110
R ²	0.519	0.522	0.616	0.540	0.572
\bar{R}^2	0.499	0.481	0.582	0.500	0.534
DW	1.93	1.92	2.02	1.89	1.92
k	0	0	0	0	0
DF	4.62 (3.67)	4.67 (4.11)	4.96 (4.11)	4.71 (4.11)	5.39 (4.11)

Cuadro no 5.3

	(F)	(G)	(H)	(J)
CTE t	0.223 (1.487)	0.197 (4.118)	0.128 (1.934)	
UCP t	-0.046 (-0.29)			
WRK t	-1588.2 (-2.33)	-1504.6 (2.370)	-1302.4 (-1.96)	
RN t		-0.173 (1.035)		
TIBC t			0.220 (1.090)	0.433 (7.680)
TP t	0.541 (5.905)	0.579 (5.996)	0.533 (5.953)	0.491 (5.747)
CRDW	1.907	2.029	2.084	2.110
R ²	0.617	0.633	0.635	0.568
\bar{R}^2	0.565	0.583	0.585	0.550
DW	2.02	2.00	2.02	1.91
k	0	0	0	0
DF	4.96 (4.35)	5.10 (4.35)	5.40 (4.35)	5.41 (4.11)

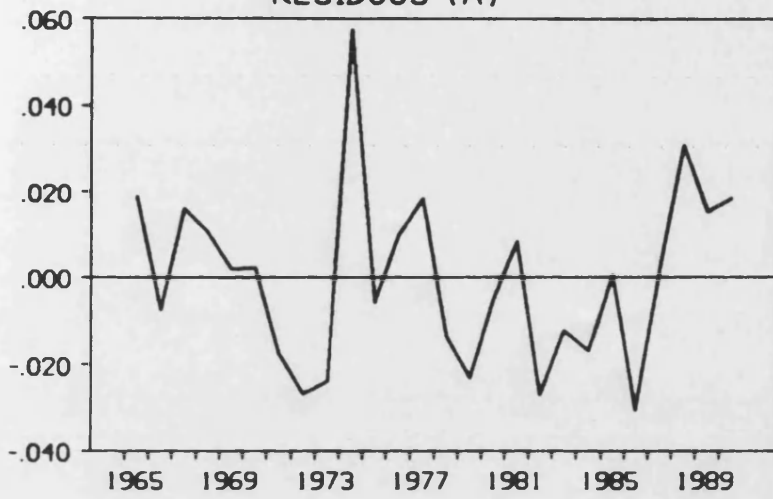
Cuadro nº 5.4

ADF	$\kappa=1$	$\kappa=2$	$\kappa=3$	$\kappa=4$
(A)	-3.22	-2.41	-2.27	-2.61
(B)	-3.29	-2.50	-2.41	-2.61
(C)	-3.61	-3.26	-3.04	-3.64
(D)	-3.42	-2.62	-2.42	-2.74
(E)	-3.67	-2.35	-2.07	-2.38
(F)	-3.61	-3.23	-2.94	-3.48
(G)	-3.80	-3.45	-3.07	-3.58
(H)	-3.81	-3.15	-2.91	-3.38
(J)	-3.61	-2.18	-1.84	-2.05

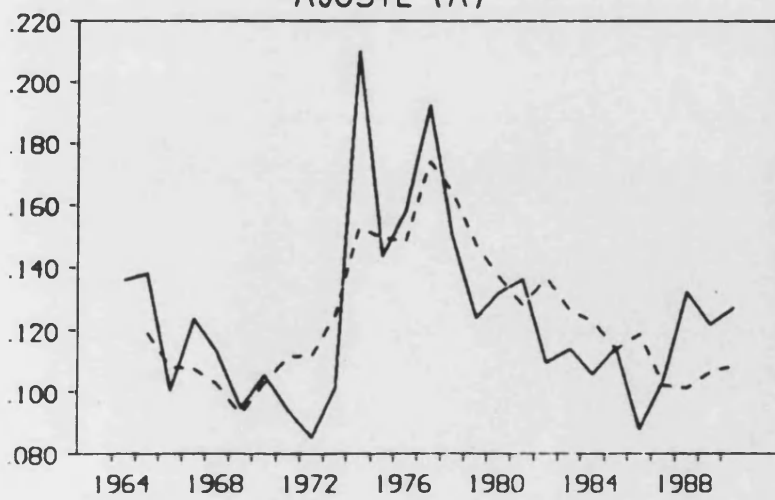
Cuadro nº 5.5

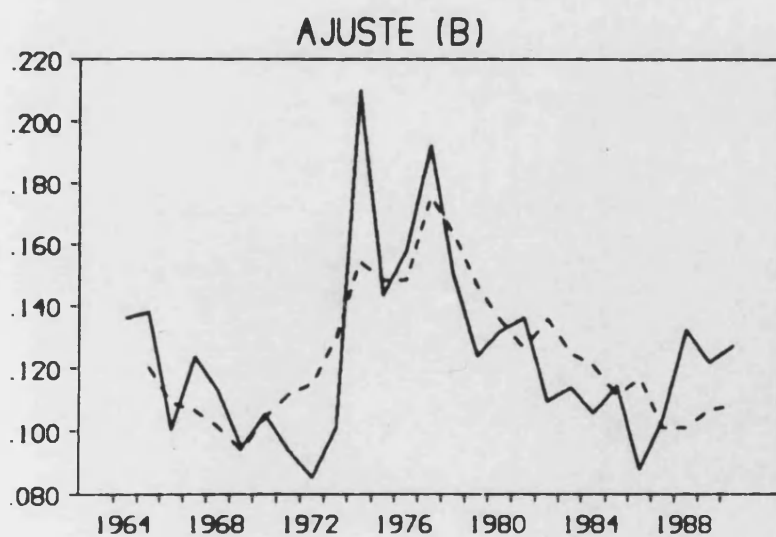
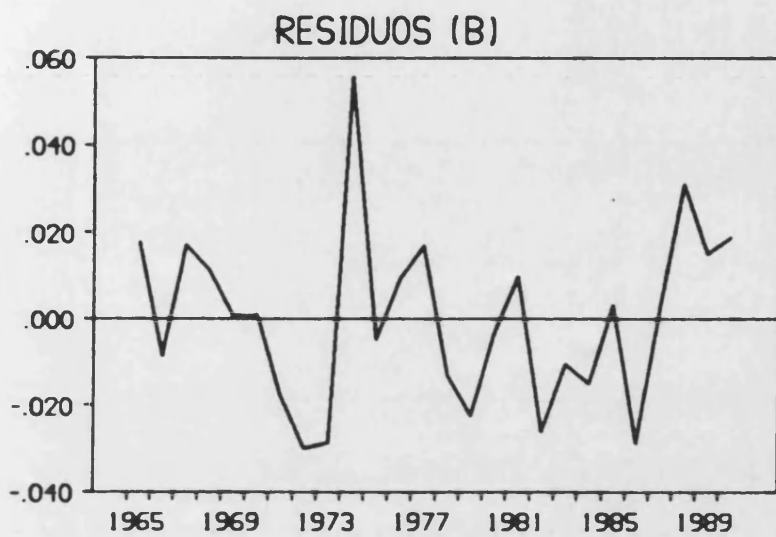
LM	(2)	(3)	(4)
0.05	5.99	7.81	9.49
(A)	0.18	0.39	0.93
(B)	0.18	0.45	1.28
(C)	0.21	1.14	2.55
(D)	0.27	0.58	1.44
(E)	0.35	0.61	0.82
(F)	0.34	1.26	2.80
(G)	0.54	2.01	3.89
(H)	0.40	1.23	2.50
(J)	0.27	0.72	0.70

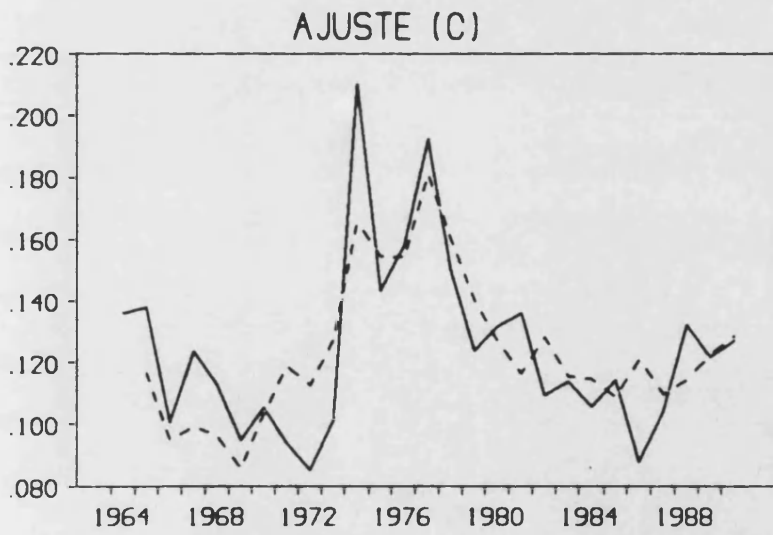
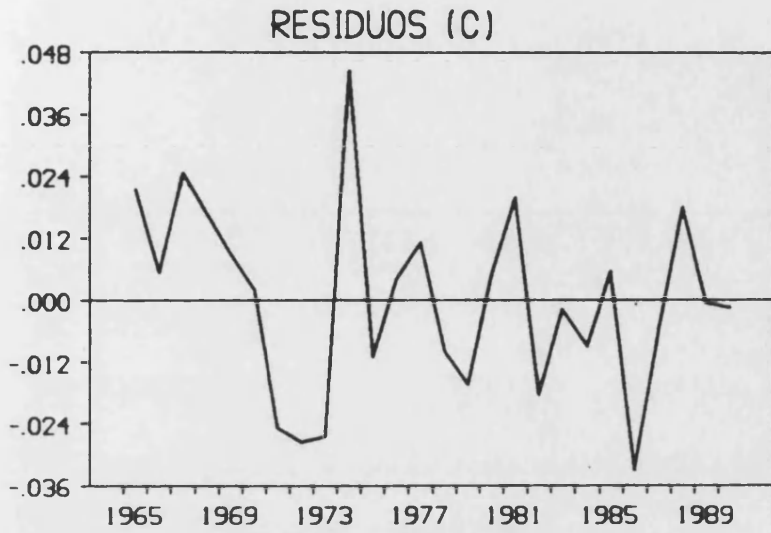
RESIDUOS (A)

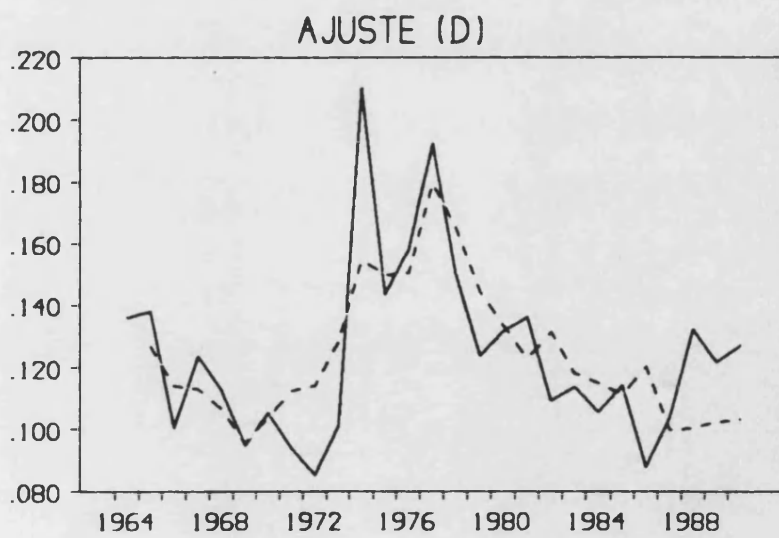
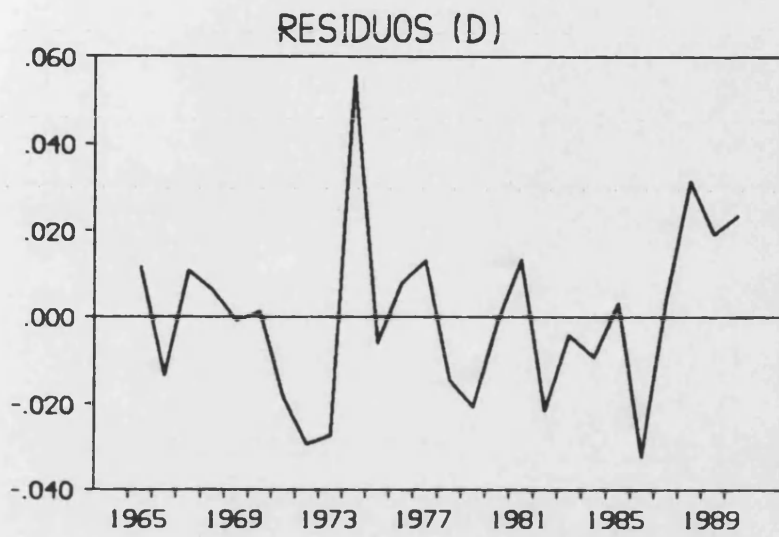


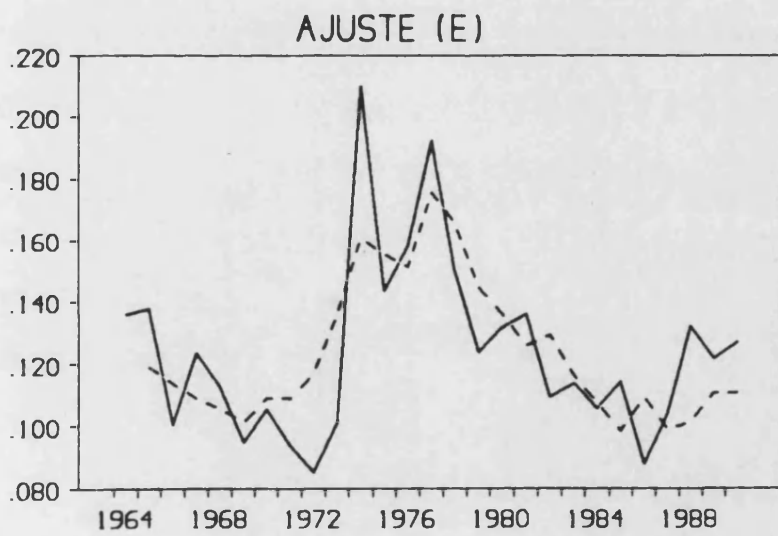
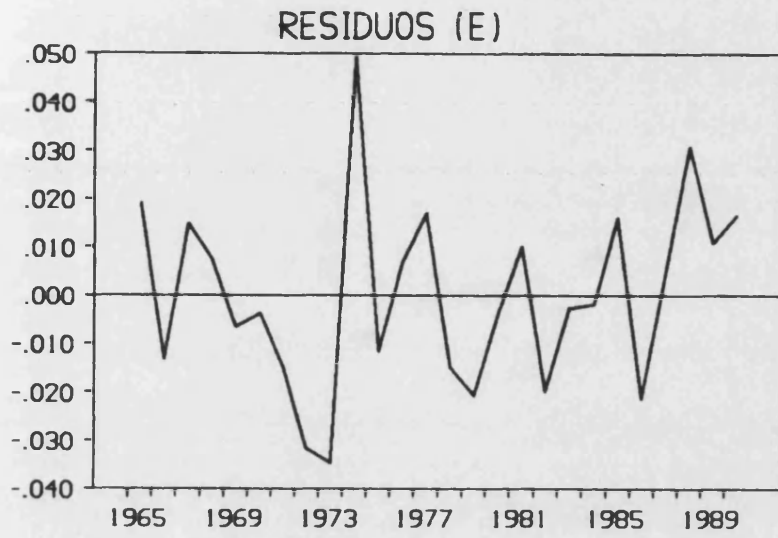
AJUSTE (A)

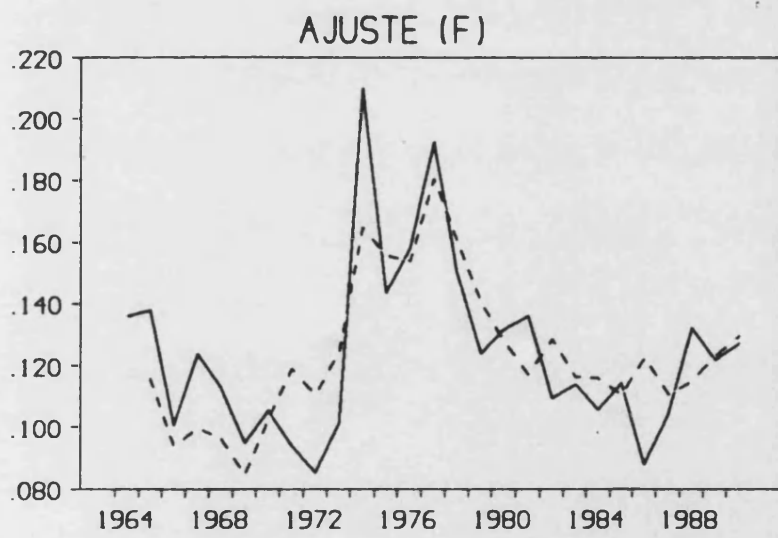
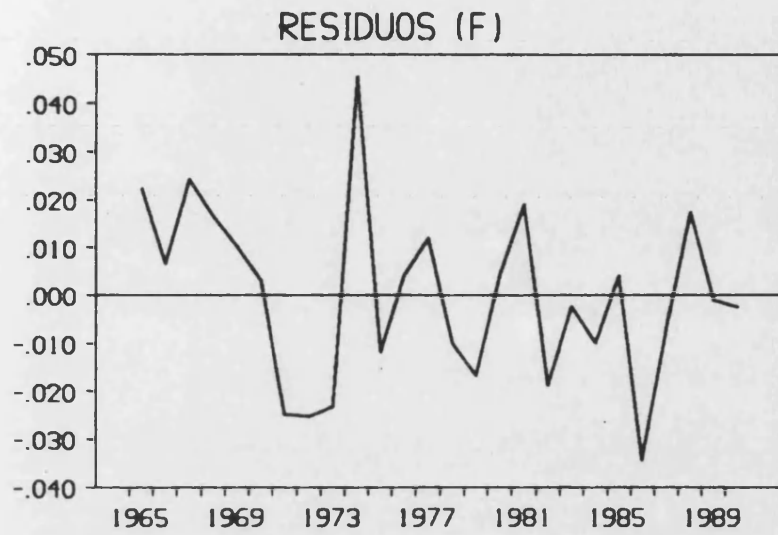


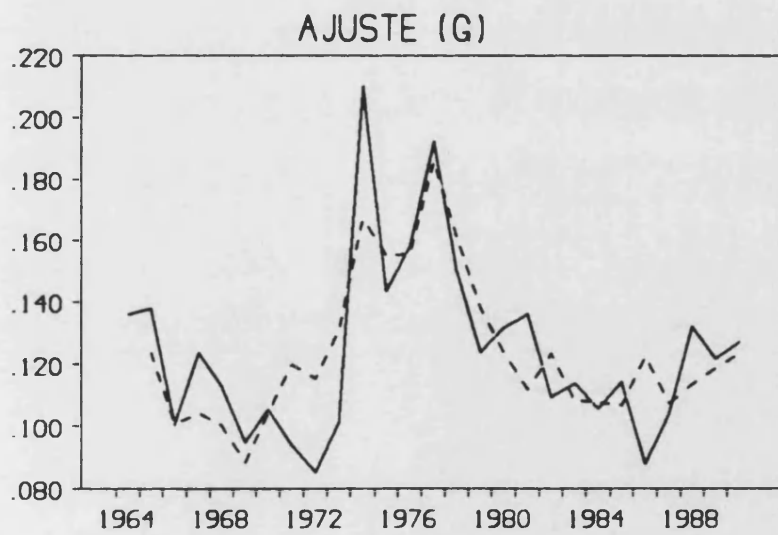
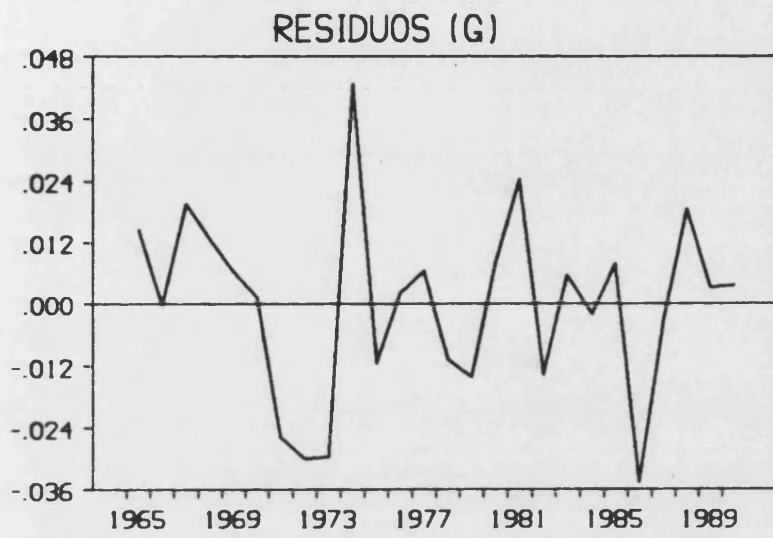


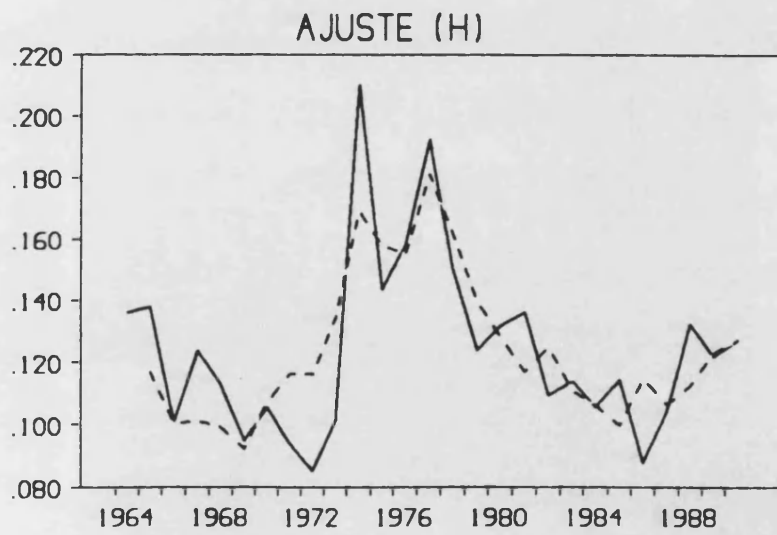
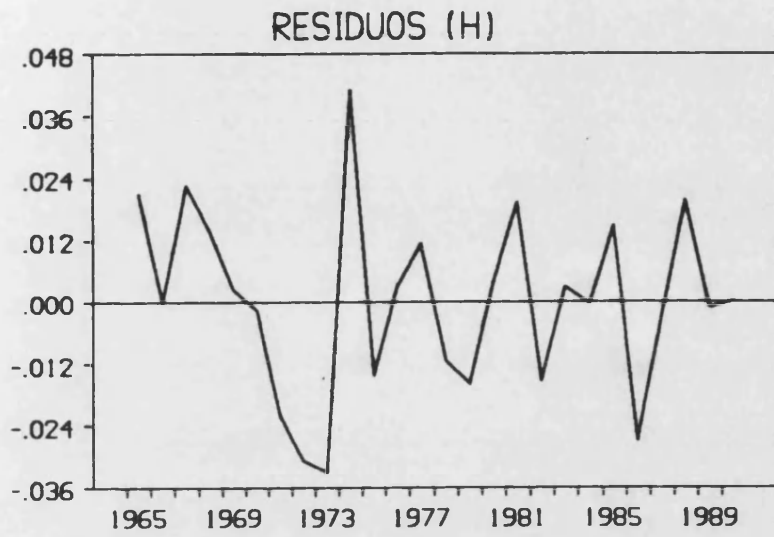


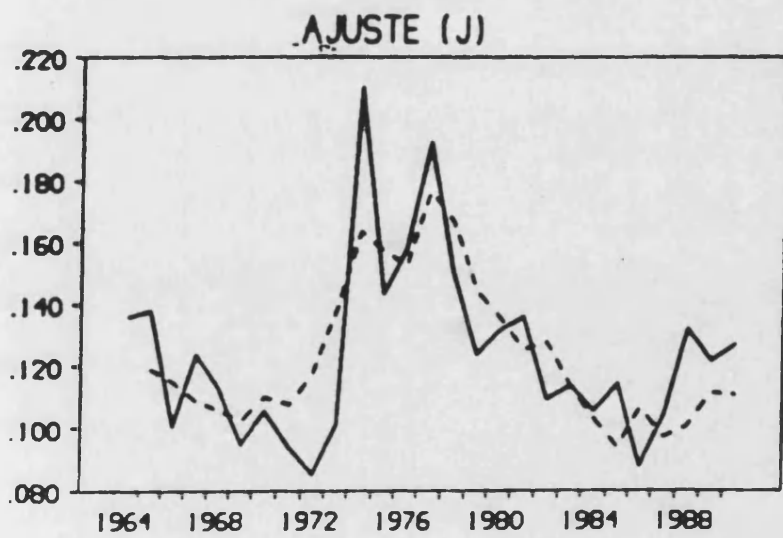
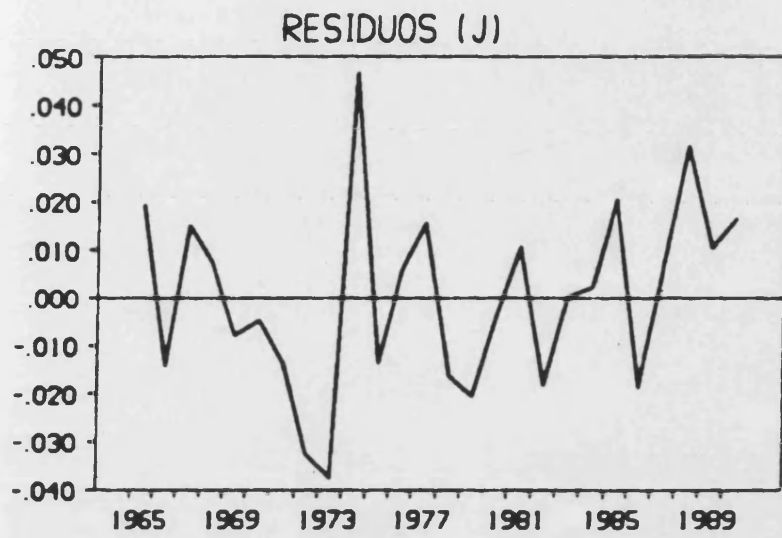












Lo primero que queremos señalar es que en las pruebas de cointegración que se han realizado con la tasa de depreciación y el resto de las variables de la ecuación 5.4 tomadas de una en una, sólo ha sido posible encontrar un vector de cointegración estimado por el método MCO entre la tasa de depreciación y la tasa de inflación. Este vector cuyos parámetros se recogen en la regresión (A) se caracteriza por el elevado valor de CRDW (1.82) y un valor del DF de 4.62, muy superior al valor crítico 3.67, que lleva a rechazar la hipótesis de no estacionariedad de los residuos y con ella la de no cointegración de las variables tasa de depreciación y tasa de inflación. El estadístico DF ha sido obtenido tomando los residuos de la regresión (A) y estimando una ecuación de la forma de la ecuación 5.7, sin constante y sin estructura autorregresiva ($k=0$).

En esta primera aproximación al problema nos encontramos ya con la gran importancia que cobra una variable como la tasa de inflación en la explicación de la depreciación. Esta variable por sí sola permite explicar un 52% de la varianza total experimentada por la tasa de depreciación. La significatividad individual de los coeficientes estimados, expresada por los estadísticos t , muestra unos valores muy elevados (7.11 para la constante y 5.09 para la tasa de inflación). Ateniéndonos a esta primera regresión, parece desprenderse de los resultados un claro rechazo a la hipótesis de la tasa de depreciación constante. Estos resultados no vienen sino a respaldar todas nuestras manifestaciones en contra de la supuesta constancia y a confirmar lo que concluíamos en el primer apartado de este capítulo, desde una perspectiva totalmente descriptiva. Además, el papel tan importante que juega la tasa de inflación en la determinación de la tasa de depreciación pone de relieve que, aparte de la justa relevancia que hay que conceder al deterioro físico como causa de la depreciación, en España la obsolescencia de las estructuras productivas que se han heredado del periodo expansionista de los años sesenta constituye la causa principal de la depreciación que se ha registrado durante los años setenta y ochenta.

A propósito de los estadísticos comentados en los dos párrafos anteriores, se debe señalar que la técnica de cointegración es la apropiada para realizar ejercicios de inferencia en las regresiones donde las variables en niveles son no estacionarias. Una característica de estas regresiones,

repetidamente señalada en la literatura (¹⁵), es la de la tendencia a mostrar una elevada correlación espúrea. La regresión con variables no estacionarias frecuentemente ofrece unos valores elevados del estadístico t , el cual no posee una distribución acotada sino que por el contrario diverge con el tamaño de la muestra, y como consecuencia se produce un sesgo hacia el rechazo de la hipótesis de no relación entre las variables. Por otra parte, el estadístico Durbin-Watson converge en probabilidad a cero en las regresiones entre variables independientes (¹⁶) que presentan estructura de paseo aleatorio, y por ello es frecuente encontrarnos con valores relativamente bajos del mismo. Finalmente, el coeficiente de determinación R^2 se caracteriza por los valores no excesivamente elevados que presenta en las regresiones espúreas.

Cuando los niveles de las series económicas son no estacionarias, las regresiones que relacionan tales variables requieren el uso de métodos y resultados bastante diferentes de aquellos que se han establecido para la práctica econométrica más corriente, y esto es válido también para los estadísticos comentados en el párrafo anterior. Con ánimo de obtener especificaciones que eviten cualquier tipo de connotación con el fenómeno de la correlación espúrea, exigimos a nuestros resultados que además de superar los tests más potentes para rechazar la hipótesis de no cointegración, dichas regresiones no ofrezcan unos valores excesivamente bajos de los estadísticos t y R^2 que contradigan todas las expectativas que se pueden generar al trabajar con series no estacionarias.

En la regresión (A), como se puede ver en el cuadro 5.2, el valor del coeficiente de determinación resulta algo más bajo de lo que sería deseable, especialmente si se tiene en cuenta que se está trabajando con una muestra pequeña y que los sesgos que de esta limitación se derivan podrían llevarnos a interpretar que el valor estimado de los coeficientes está sesgado en un

15 Véase, entre otras, la detallada exposición que de estas cuestiones se realiza en Phillips (1986).

16 La condición de independencia entre las variables y la perturbación aleatoria que es tan importante en las regresiones clásicas, no lo es tanto en los ejercicios de cointegración, como se demuestra en Stock (1987). En realidad, la consistencia de las estimaciones minimocuadráticas de los parámetros de cointegración no descansa sobre este supuesto de independencia.

50% aproximadamente (¹⁷). Esta apreciación por una parte, pero también la voluntad de contrastar hipótesis conjuntas sobre la significancia de otras causas y otras variables, en la determinación de la depreciación que ha experimentado el capital del sector endógeno de la economía española durante el periodo 1964-1990, es lo que nos lleva a tratar de encontrar un nuevo vector de cointegración que incluya una variable adicional.

Las regresiones (B)-(J) representan el esfuerzo hecho en esta dirección. Todas estas regresiones tienen la particularidad de que generan unos residuos estacionarios, lo cual nos lleva a rechazar la hipótesis de no cointegración para cada una de ellas. Este resultado se puede comprobar en los propios cuadros 5.2 y 5.3 en donde se ofrecen los valores de los estadísticos CRDW y DF, puesto que los valores obtenidos superan con suficiencia los valores críticos. Dado que nos encontramos con un conjunto excesivamente numeroso de posibles relaciones de equilibrio de largo plazo, hemos de establecer los criterios a seguir en la selección. A este efecto, como se puede comprobar en los cuadros 5.4 y 5.5, poca ayuda nos puede prestar el contraste de Dickey y Fuller Aumentado (ADF). En todos los casos nos encontramos con que no podemos rechazar la hipótesis nula; aunque para descargar de responsabilidad a esta última conclusión diremos que los contrastes de autocorrelación de orden superior en los residuos de la cointegración rechazan, en todos los casos y para todos los ordenes, la existencia de la misma. Es por ello por lo que consideramos que el contraste DF es lo suficientemente potente como para mantenernos en la situación previamente indicada de que todas las regresiones (B)-(J) nos ofrecen relaciones de cointegración perfectamente sustitutivas las unas de las otras. Consiguientemente, hemos de seguir buscando la forma de discriminar entre ellas. Una forma que se nos ocurre consiste en analizar una por una las distintas regresiones con criterio económico, llegando en este proceso hasta el punto en que el mayor o menor grado de correspondencia entre relación de cointegración y modelo de corrección de errores pueda actuar como criterio de elección estadístico.

¹⁷ De acuerdo con Banerjee et al. (1986) las estimaciones minimocuadráticas de los parámetros de cointegración compensan la rápida convergencia a los verdaderos valores, con un sesgo en la muestras pequeñas que en ciertos casos puede ser del orden del 1-R.

Las regresiones (B), (C), (D) y (E) nos ofrecen los resultados de incorporar, correlativamente, cada una de las restantes variables a la relación que identificábamos previamente entre la tasa de depreciación y la tasa de inflación. Cada uno de estos cuatro conjuntos de variables aparece ligado por los parámetros de un vector de cointegración diferente.

La regresión (B) nos pone de manifiesto que la variable UCP no aporta apenas capacidad explicativa; el signo positivo del coeficiente se acompaña de un t estadístico muy bajo y, lo que es más importante, el coeficiente de determinación corregido por el número de variables es menor que el que ofrece la regresión (A). Así pues, los resultados no nos permiten concluir a favor de ninguna de las opiniones enfrentadas con que los distintos investigadores pretendían justificar el papel de la utilización de la capacidad productiva en la explicación de la tasa de depreciación. Este hecho parece apuntar que la evolución cíclica de la demanda no ha jugado un papel determinante en la explicación de la depreciación en España durante el periodo analizado, y que el deterioro físico del capital ya queda suficientemente representado por la constante de regresión (¹⁸).

Con las regresiones (D) y (E) debemos sacar conclusiones similares para las variables tipo de interés y tasa de inversión bruta respectivamente. Ninguna de estas variables parece significativa tomada individualmente, y el coeficiente de determinación no experimenta variación alguna en el primer caso, comparado con la regresión (A), mientras que en el segundo el incremento es de tan solo 5 puntos porcentuales. No obstante, los signos de estas dos variables sí que parecen comportarse de acuerdo con lo esperado. El signo negativo del tipo de interés, por una parte, reflejando el desincentivo a la depreciación que surge de un mayor coste de oportunidad de los equipos susceptibles de ser retirados. El signo positivo de la tasa de inversión no hace sino reforzar el argumento de la presión positiva que la obsolescencia

¹⁸ Tanto en ésta como en todas las demás regresiones que presentamos en los cuadros 5.2 y 5.3, la constante de regresión no debe interpretarse como la tasa constante de largo plazo, sino más bien como una proporción media de depreciación que depende totalmente del periodo muestral. Su valor recoge tanto elementos económicos (el deterioro físico vinculado al uso de los equipos y al envejecimiento de los mismos), como elementos estadísticos (la omisión de determinadas variables explicativas).

tecnológica debe ejercer sobre la depreciación observada.

De nuevo nos encontramos ante lo que parece surgir con más fuerza de los datos, es decir, el argumento de que la principal causa determinante de la depreciación en España, durante los últimos veinticinco años, ha sido la obsolescencia a la que los continuos cambios estructurales y el progreso técnico han sometido a unas estructuras productivas heredadas del pasado y que rápidamente se han convertido en antieconómicas y redundantes.

Finalmente, la regresión (C) considera la posibilidad de incorporar la variable tasa salarial a la relación de cointegración. Los resultados que ofrece son plenamente satisfactorios desde este punto de vista puesto que con unos coeficientes significativamente distintos de cero, el coeficiente de determinación es mayor que el de la regresión (A) en aproximadamente diez puntos porcentuales, tanto el ordinario como el corregido por el número de variables incluidas en la regresión. Evidentemente, y esto es lo más importante, el test CRDW (1.92) así como el DF (4.96) rechazan la hipótesis de no estacionariedad de los residuos de la regresión. Por otra parte, el valor R^2 igual a 0.62, aunque todavía preocupante desde el punto de vista de lo señalado en la nota 17, resulta esperanzador teniendo en cuenta que ahora el sesgo se reduciría del 50 al 40% aproximadamente (¹⁹). Además, si se observa el cuadro 5.4 se comprueba que, de entre las regresiones analizadas hasta ahora, los valores del estadístico ADF más elevados para los distintos valores de κ los presenta esta ecuación.

En esta regresión llama la atención el signo negativo del coeficiente que corresponde a la tasa salarial. Generalmente los costes de mantenimiento de los equipos, necesarios para hacer frente al deterioro económico, se asocian con los servicios laborales que se contratan para llevar a cabo la reparación de las máquinas, y de aquí se desprendería una relación positiva entre la tasa salarial y la depreciación. Cuanto más elevados sean los salarios que hay que pagar por obtener los servicios laborales de mantenimiento de los equipos, menores parecen ser los incentivos a que las

¹⁹ Resulta interesante comprobar como, al comparar las regresiones (A) y (C), paralelamente a la reducción del sesgo de Banarjee se experimenta un aumento en los valores de los coeficientes estimados.

empresas reparen los equipos viejos y mayores a que los sustituyan por otros nuevos, generando con ello una corriente de depreciaciones mucho más importante que la que se experimentaría con unas tasas salariales más bajas. Contrariamente a esta intuición, nuestros datos arrojan una relación negativa entre salarios corrientes y tasa de depreciación. No obstante, desde la perspectiva de las tecnologías putty-clay, es posible interpretar de una manera satisfactoria esta relación negativa entre salario y tasa de depreciación. Dado que este marco tecnológico decisorial constituye el escenario natural en el cual las empresas tienen constantemente una preocupación por los acontecimientos futuros, y en él la mayor o menor capacidad manifestada para anticiparlos y tomar hoy las medidas adecuadas puede resultar sumamente lucrativo (la previsiones acertadas pueden revertir en unos mayores beneficios o evitar unos costes mayores en el futuro), si unos salarios crecientes se pueden tomar como referente de las expectativas de mayores incrementos futuros, entonces es posible que las empresas anticipen la reparación y mantenimiento de los equipos deteriorados y reduzcan la depreciación.

Por otra parte, la regresión (C) parece que combina los dos efectos determinantes de la depreciación que hemos considerado a lo largo de todo este trabajo; ahora bien, la regresión (E) en tanto que baraja simultáneamente las dos variables representativas de los dos tipos de obsolescencia, tecnológica y estructural, y la hipótesis fuerte por la cual apostamos es que en España, durante el periodo analizado, la mayor presión experimentada sobre los bienes de equipo hacia mayores tasas de depreciación ha sido consecuencia de la obsolescencia, constituye un punto de referencia que no debemos pasar por alto. Así las cosas, proponemos dos líneas de avance alternativas en la búsqueda de una relación de largo plazo para la tasa de depreciación. En el cuadro 5.3, por una parte se continúa la estrategia de añadir variables adicionales a la regresión básica, en estos momentos la (C); y por otra, tomando como referencia la regresión (E), se propone la regresión (J) en la cual todo el peso de la explicación a largo plazo se deposita en las variables que de alguna manera expresan los efectos de la obsolescencia.

La regresión (G) que incorpora la variable tipo de interés al conjunto de variables cointegradas en la regresión (C), contribuye a reforzar, con su signo negativo, el signo también negativo de la variable tasa salarial. La interpretación conjunta de estas dos variables es que tanto las anticipaciones de mayores costes de mantenimiento en el futuro que conllevan una mayor predisposición a la reparación presente de los equipos, como los mayores costes de oportunidad del capital que llevan a alargar el periodo medio de vida de los equipos, tienen como consecuencia una disminución en la depreciación por deterioro económico de los equipos. Esta regresión, con unas propiedades estadísticamente aceptables desde el punto de vista del análisis de la cointegración, nos ofrece una imagen muy clara de cuales han sido los procesos desencadenantes de la depreciación del capital en España durante los últimos veinticinco años apuntando hacia un trade-off entre deterioro y obsolescencia muy claramente decantado hacia esta última. La importancia relativa de la obsolescencia es tan significativa que con su peso específico es capaz de contrarrestar los incentivos que los empresarios podían haber encontrado, en un ambiente de elevados tipos de interés y salarios crecientes, para alargar el periodo medio de vida de los equipos por medio de un mantenimiento óptimo de los mismos. Por otra parte la regresión (G) presenta en el cuadro 5.4 unos valores del estadístico ADF, para los distintos valores de κ , que son los más altos de toda la tabla, e incluso para un valor de $\kappa=1$ éste resulta significativo para un nivel de significatividad del 10%. En cambio, teniendo en cuenta que las relaciones de cointegración presentan sesgos al alza en los valores del estadístico t, resulta preocupante el valor de significatividad tan bajo que se obtiene para el coeficiente del tipo de interés; mucho más cuando el coeficiente de determinación corregido por el número de variables que se regresan señala la irrelevancia de añadir dicha variable con respecto a la regresión (C).

La regresión (J) al eliminar la constante de regresión manteniendo como variables explicativas la tasa de inversión y la tasa de inflación, atribuye gran poder explicativo a ambas variables, pero en este caso no podemos utilizar los elevados valores del estadístico t para elegir una regresión frente a otra porque ésto es precisamente lo que cabe esperar de las regresiones donde aparecen variables no estacionarias. Por otra parte, los

valores de los diferentes estadísticos de cointegración no parece que decanten la elección de una manera clara, pues a los valores de CRDW y DF que rechazan la hipótesis de no cointegración hay que añadir unos valores del estadístico ADF que resultan los más bajos de todos los presentados en el cuadro 5.4. Por otra parte resulta interesante comprobar que esta última regresión presenta unos valores del coeficiente de determinación ordinario y corregido, de nuevo descienden hasta niveles ya superados por la regresión (C). Este hecho particular debe suponer una llamada de atención con respecto a lo que apuntábamos más arriba en relación al sesgo que cabe esperar en la estimación de los parámetros de cointegración en muestras pequeñas.

Vistos los resultados de los diferentes estadísticos no nos queda más remedio que tratar de discriminar mediante el criterio de integrar en la interpretación los correspondientes modelos dinámicos. Así pues, para lograr una mayor concentración de esfuerzos vamos a analizar las relaciones que existen entre las regresiones de cointegración y los ajustes dinámicos de corto plazo para solamente dos de las regresiones, la regresión (C) del cuadro 5.2 y la regresión (J) del cuadro 5.3.

En el APENDICE B se presentan todos los resultados obtenidos en el proceso de especificación de una relación dinámica para la tasa de depreciación. Dado que el teorema de la representación de Granger establece unos vínculos muy estrechos entre la relación de cointegración y la dinámica de los modelos de corrección de error, podemos comparar los resultados estadísticos de las especificaciones (I) y (II) frente a (III) y (IV) para ver si arrojan luz en el proceso de selección que hemos dejado inconcluso en los párrafos anteriores.

Tal y como se indica en el apéndice, los modelos (I) y (II) constituyen nuestra propuesta de ajuste dinámico, estimando en una y dos etapas respectivamente, para una relación de largo plazo como la obtenida en la regresión (C). Los modelos (III) y (IV) representan el ajuste dinámico para una relación como la obtenida en la regresión (J). Los tests de autocorrelación, heteroscedasticidad y estabilidad estructural resultan concluyentes en todos los casos, aceptándose de una manera inequívoca las

respectivas hipótesis nulas. Solamente en lo que respecta a la predicción parece que los modelos (I) y (II) presentan un mayor poder predictivo que los modelos (III) y (IV). Esta conclusión parecería suficiente para decantarnos por los primeros y rechazar los segundos. En cambio, dada la semejanza de las interpretaciones económicas que se derivan de unos y de otros, consideraremos que el hecho de que en las respectivas estimaciones conjuntas de los parámetros de cointegración, el modelo (III) parece ofrecer unos resultados estadísticamente más atractivos que el modelo (I), contribuye a impedir que nos decantemos por uno o por otro. En el apéndice B se detallan una serie de características propias de cada una de las modelizaciones dinámicas que, juntamente con los comentarios anteriores, dejan el proceso de selección en una posición bastante ambigua.

Como se puede ver en las regresiones del cuadro B-1, la dinámica de corto plazo por una parte refuerza la interpretación que hacíamos sobre los determinantes de la depreciación y de las causas que se ocultan tras ellos; y por otra profundiza en los efectos secuencializados de cada uno de los términos resaltados en la relación de cointegración. En cuanto a la primera de estas cuestiones, el ajuste dinámico nos muestra la importancia tan extraordinaria que cobra el deterioro económico y, sobre todo, la obsolescencia en la determinación de la tasa de depreciación. Los salarios y los tipos de interés describen el papel del primero, mientras que la tasa de inflación y la tasa de inversión bruta recogen el efecto de la segunda. En las distintas pruebas que hemos realizado no ha sido posible encontrar una significatividad estadística relevante para la primera diferencia de la variable utilización de la capacidad productiva, con y sin retardos, que justificase su inclusión; consiguientemente la demanda tampoco parece tener nada que decir con respecto a la determinación dinámica de la tasa de depreciación en el corto plazo.

Con respecto a la segunda de las cuestiones apuntadas, resulta interesante comprobar una cierta diferenciación temporal en la influencia de los distintos tipos de obsolescencia, la estructural y la tecnológica; y sobre todo el papel diferenciado de los salarios en la determinación dinámica de la tasa de depreciación.

La significatividad de la primera diferencia de la tasa de inflación sin ningún desfase apunta a que los cambios estructurales, interpretados éstos en un sentido amplio de acuerdo con los establecido en los apartados anteriores, afectan a la tasa de depreciación de una manera inmediata, sin dilación alguna. Los cambios estructurales sufridos por las distintas economías, de acuerdo con esto, impactan sobre las estructuras productivas heredadas del pasado provocando la obsolescencia inmediata de aquellos equipos y plantas de producción poco maleables y con escasa versatilidad ex-post. En cambio, el desfase de dos periodos encontrado en la primera diferencia de la tasa de inversión bruta parece indicarnos que la incorporación del progreso técnico, el cual se lleva a cabo de una forma continuada por medio de la adquisición de nuevos bienes de equipo, solo se manifiesta en una mayor obsolescencia tecnológica después de transcurrido un periodo mínimo de dos años.

Por otra parte, la significatividad de la primera diferencia de la tasa salarial, tanto en valores corrientes como desfasados un periodo, requieren de un tratamiento diferenciado. Con respecto al signo positivo de las variaciones retardadas un periodo, sólomente indicar que este efecto viene a añadirse al efecto apuntado para la tasa de inversión bruta. La incorporación del progreso técnico tiene una de sus primeras manifestaciones en los incrementos salariales que acompañan al aumento en la productividad del factor trabajo; desde este punto de vista, dados los valores de la productividad media de las máquinas de cada generación, los incrementos salariales generalizados contribuyen a reducir las cuasi-rentas, provocando con ello la obsolescencia económica de los equipos con una menor productividad. En cuanto al signo negativo de la primera diferencia de los salarios reales sin retardo, queremos remitirnos a la idea señalada en el apartado 5.3 según la cual los incrementos salariales corrientes pueden interpretarse bajo la forma de expectativas de mayores tasas salariales en el futuro. En estas circunstancias las empresas esperan mayores costes de mantenimiento de los equipos en el futuro y por lo tanto encuentran el incentivo necesario para anticipar, en la medida de lo posible, las reparaciones o, en cualquier caso, para no postergarlas a periodos venideros. En un marco con una tecnología putty-clay en el cual es totalmente legítimo considerar los procesos de formación de expectativas por parte de los

agentes, y la correspondiente anticipación de sus actuaciones con las miras puestas en unos mayores beneficios o unos menores costes, estos incrementos salariales acarrearán una menor depreciación por el motivo expuesto del deterioro económico. Finalmente, tanto en la regresión (I) como en la (II) el efecto contemporáneo de los salarios, con signo negativo, domina sobre el efecto retardado, con lo cual, a largo plazo es lógico que se observe el coeficiente negativo en la relación de cointegración con un valor que aproximadamente se corresponde con la diferencia entre los valores de la suma de los dos coeficientes de corto plazo.

A continuación, y para finalizar, vamos a establecer una serie de conclusiones de carácter general con respecto al proceso económico de depreciación del capital que se ha experimentado en el sector endógeno de la economía española, en base a los resultados de las regresiones presentadas en los cuadros 5.2, 5.3, B-1 y B-2.

La depreciación no se debe a factores de demanda, por lo menos en su concepción agregada relativa al comportamiento cíclico de la misma. Ahora bien, existe en la depreciación un componente debido al deterioro físico del capital que sería recogido por la constante de regresión. En cuanto al resto, que constituye la parte más significativa de la misma, cabe señalar que es el resultado de la actuación de dos fuerzas contrapuestas. Por una parte la tendencia hacia un menor deterioro económico como consecuencia de la presión que ejercen sobre las decisiones empresariales la evolución de los salarios y el tipo de interés de largo plazo. El perfil continuamente creciente de ambas variables hasta mediados de los años ochenta, constituye un fuerte incentivo para que las empresas pospongan el retiro y procedan a un rápido mantenimiento de las capacidades productivas de los equipos deteriorados. Por otra, la tendencia hacia una cada vez mayor obsolescencia. Los niveles tan elevados de inflación que ha experimentado la economía española durante el periodo que estamos analizando, no reflejan sino la magnitud de las convulsiones que ha sufrido nuestra economía, y a las cuales se ha enfrentado con una infraestructura productiva caracterizada por una endeblez estructural muy acusada.

Las empresas españolas han encontrado en el marco económico nacional algunos incentivos para "mantener" los bienes de capital por medio de la reparación continuada, haciendo frente al deterioro y alargando con ello el periodo medio de vida de los equipos productivos; pero los importantes cambios estructurales padecidos durante las dos últimas décadas, añadidos a la presión establecida por el flujo de innovaciones que, en general en todas las economías occidentales, han sido incorporadas a los procesos productivos, han acabado provocando un efecto de signo contrario mucho más efectivo y contundente: la obsolescencia generalizada de equipos antiguos e incluso, en alguno de los sectores más duramente castigados, plantas de producción completas. Como resultado de todo ello tenemos las elevadas tasas de depreciación que ha experimentado la economía española, especialmente durante la década de los setenta y la primera mitad de los ochenta.

Estas conclusiones parecen respaldar algunas de las opiniones que durante estos últimos años han ido extendiéndose, aunque con alguna resistencia, entre los investigadores que tratan de ofrecer una imagen integral de la economía española en crisis. Si tomamos como referencia de esta forma de ver las cosas el trabajo de Segura y otros (1989), que trata de explicar los vaivenes experimentados en el sector industrial de la economía española, encontraremos una perfecta complementación entre la hipótesis que acabamos de demostrar cuantitativamente en torno a la depreciación del capital del sector endógeno, y las principales conclusiones que allí se defienden para el conjunto de la industria.

La situación de bancarrota hacia el año 1977, el déficit público, la inflación en torno al 30%, el paro creciente, el retraso en la adopción de medidas de política económica, la dependencia energética y tecnológica del exterior, la especialización en producciones trabajo intensivas y la concentración de las exportaciones en este tipo de productos así como en los recursos naturales, los desequilibrios estructurales del sistema productivo español, la persistente pérdida de competitividad internacional, los problemas financieros de la empresas, los cambios en los patrones del comercio internacional, los planes públicos de reconversión industrial iniciados en 1981, los cambios en la composición de la demanda, la importante

incorporación de progreso técnico ahorrador de trabajo, la recuperación de la actividad en 1985, la entrada en la CEE, etc. son algunas de las principales características de la industria española que se destacan el el trabajo antes citado.

En unas circunstancias en las cuales "...el aspecto crucial de la crisis es la inadecuación de la estructura productiva mundial -tanto en su composición relativa como en su localización- a las nuevas condiciones económicas y a la división internacional del trabajo...", "...una estructura industrial muy vulnerable a desplazamientos relativos de la demanda en contra de las industrias tradicionales, y cuya capacidad de exportación depende crucialmente del mantenimiento de costes del trabajo que compensen las insuficiencias de dimensión y tecnológicas..." necesariamente debe haber experimentado un proceso generalizado de obsolescencia, que encontrará su reflejo en la depreciación económica del capital, y consiguientemente en las mediciones de la misma cuando estas se lleven a cabo en la forma debida (²⁰).

El periodo 1974-1984 ha sido a todas luces dramático para la economía española: el enorme crecimiento del desempleo debido a la destrucción de puestos de trabajo en la industria; las tasas de inflación tan elevadas; la atonía inversora; la caída en la tasa de crecimiento del PIB, etc, configuran una situación económica que rompe claramente con la senda marcada desde los primeros años sesenta. Este periodo de crisis ha supuesto para la economía española una experiencia de reestructuración industrial continuada, que todavía coletea y que se reaviva ante la necesidad de modernización y adaptación por la próxima entrada en vigor del mercado único europeo, a la que no han sido inmunes los equipos productivos. No es de extrañar que si hay una variable que juega un protagonismo especial en la explicación de la depreciación ésta sea la tasa de inflación como proxy del cambio estructural(²¹).

20 Los enunciados entre comillas corresponden a citas textuales de Segura y otros (1989).

21 La evolución de las quiebras y suspensiones declaradas en España marcan una senda muy próxima, aunque desfasada, a la de la tasa de inflación. Aumentan espectacularmente desde 1972 a 1982, y solo empiezan a reducirse notablemente en 1985. El gráfico de esta variable se puede observar en el capítulo anterior.

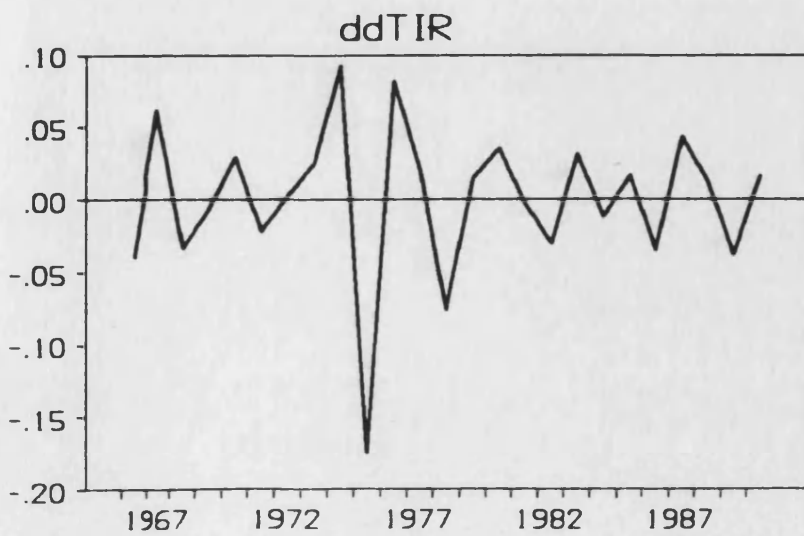
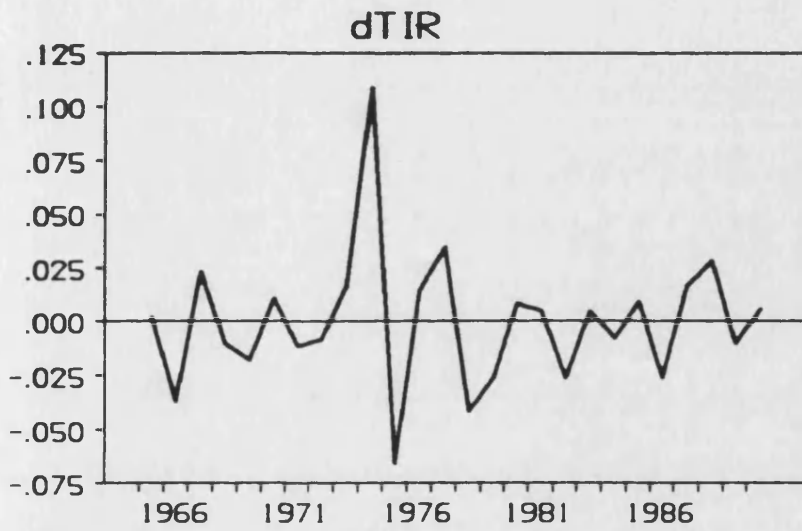
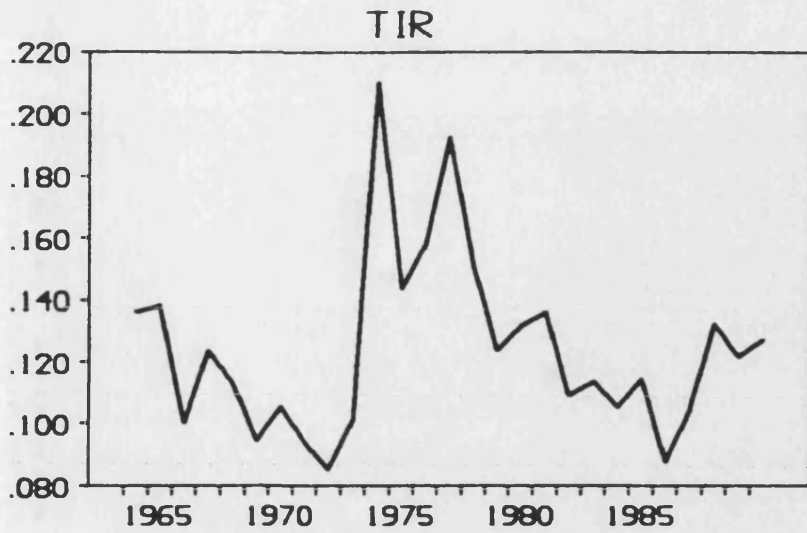
Podemos concluir pues, que en este periodo ha habido una fuerte destrucción de capital que no recogen directamente las estadísticas oficiales y que pone seriamente en entredicho la utilización de tasas de depreciación "normales". Apoyándonos en los resultados econométricos podemos ahora afirmar que la causa más importante de esta depreciación de gran alcance ha sido la obsolescencia estructural y tecnológica, por encima del simple deterioro. Un dato tan burdo como el número de empresas que han declarado quiebra o suspensión de pagos es más ilustrativo de lo que ha acontecido en este periodo que cualquier serie del stock de capital prolongada desde los años sesenta con los datos oficiales de consumo de capital fijo y de inversión.

APENDICE A.

En este apéndice realizamos un análisis sobre las propiedades de integrabilidad de las series que aparecen recogidas en la ecuación 5.4 del texto. Necesitamos conocer el orden de integrabilidad de las series antes de plantearmos la posibilidad de encontrar una relación entre la tasa de depreciación y sus determinantes. Fundamentalmente lo que se trata de evitar es el error de plantear una relación espúrea que, a pesar de ofrecer un aparentemente inmejorable ajuste estadístico, no se corresponda con el verdadero proceso generador de los datos.

Los resultados que se presentan a continuación han sido obtenidos según los tres métodos más habituales de identificación del orden de integrabilidad de una serie. Estos son la identificación visual, el análisis de Dickey y Fuller (1981), y el análisis de Dickey y Pantula (1987). En el segundo de estos métodos, al proceder con contrastes de tipo paramétrico que se fundamentan sobre la hipótesis de que los residuos de las estimaciones presentan una estructura de ruido blanco, nos hemos visto obligados a contrastar simultáneamente la hipótesis de no existencia de autocorelación, dado que este es el principal problema con que nos podemos encontrar en las regresiones de Dickey y Fuller. Por otra parte, las regresiones de Dickey y Pantula proceden a partir de la hipótesis de que las series poseen tres raíces unitarias en su estructura, es decir son $I(3)$; si se rechaza ésta, entonces se contrasta la hipótesis de que tienen dos raíces unitarias $I(2)$, y finalmente, si también rechazamos, se realiza el contraste de la hipótesis de una única raíz unitaria, $I(1)$.

Esta forma de proceder, con múltiples contrastes superpuestos, nos permite comprobar la potencia de los resultados cuando estos se mueven en la misma dirección en todos y cada uno de los contrastes. En cambio, cuando ocurra que distintos contrastes nos ofrecen resultados distintos, esta misma pluralidad de contrastes alternativos nos permitirá establecer criterios para discriminar, pudiendo concluir sobre el grado de integrabilidad de las variables con unas garantías mínimas de acierto. En primer lugar recogemos una serie de gráficos con los correlogramas y la representación gráfica de las series y sus diferencias.



SNPL 1984 - 1990
27 Observations
IDENT TIR

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.416	0.416
.	2 0.217	0.055
.	3 0.273	0.200
.	4 -0.039	-0.279
.	5 -0.353	-0.381
.	6 -0.290	-0.109
.	7 -0.220	0.070
.	8 -0.450	-0.237
.	9 -0.272	-0.020
Q-Statistic (9 lags) 22.470		S.E. of Correlations 0.192	

SNPL 1985 - 1990
28 Observations
IDENT DTIR

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.334	-0.334
.	2 -0.201	-0.352
.	3 0.308	0.129
.	4 0.008	0.153
.	5 -0.318	-0.199
.	6 -0.003	-0.312
.	7 0.249	0.025
.	8 -0.339	-0.189
.	9 0.052	-0.018
Q-Statistic (9 lags) 13.724		S.E. of Correlations 0.198	

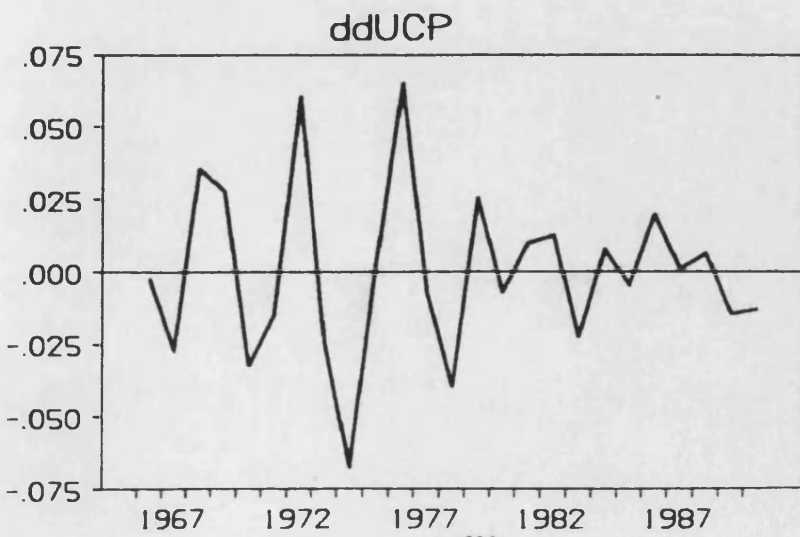
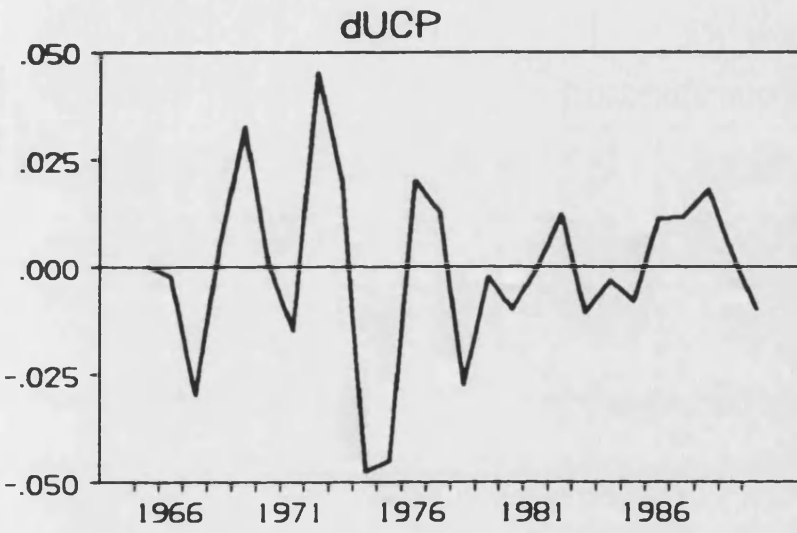
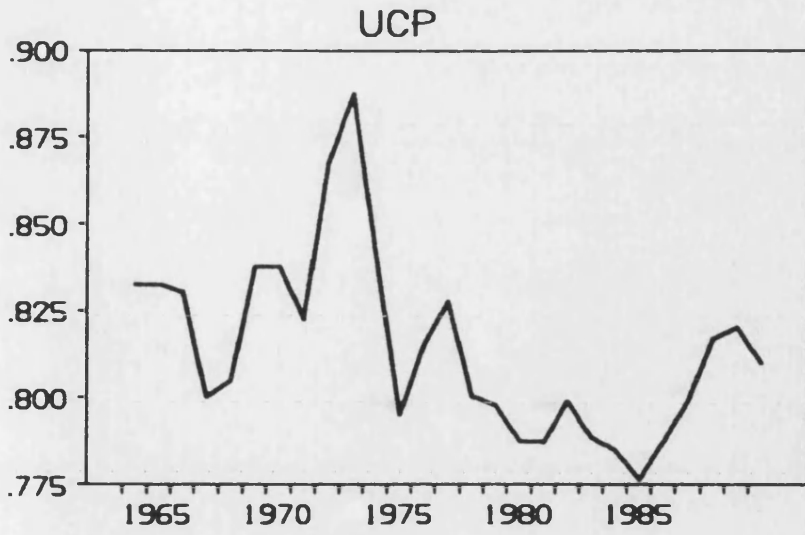
225

SNPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DDTIR

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.648	-0.648
.	2 -0.140	-0.037
.	3 0.300	-0.420
.	4 0.013	-0.026
.	5 -0.244	0.028
.	6 0.026	-0.300
.	7 0.314	-0.081
.	8 -0.305	-0.224
.	9 0.172	0.091
Q-Statistic (9 lags) 18.414		S.E. of Correlations 0.200	

SNPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDDTIR

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.012	-0.012
.	2 -0.038	-0.659
.	3 0.245	-0.558
.	4 0.002	-0.198
.	5 -0.186	0.099
.	6 0.001	-0.191
.	7 0.316	0.057
.	8 -0.378	-0.058
.	9 0.200	0.237
Q-Statistic (9 lags) 18.068		S.E. of Correlations 0.204	



SMPL 1984 - 1990
 27 Observations
 IDENT UCP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac	
1	0.073	0.073		1	0.073	0.073
2	0.304	-0.273		2	0.304	-0.273
3	0.314	0.470		3	0.314	0.470
4	0.325	-0.242		4	0.325	-0.242
5	0.111	-0.095		5	0.111	-0.095
6	-0.032	0.023		6	-0.032	0.023
7	-0.002	-0.064		7	-0.002	-0.064
8	-0.030	-0.071		8	-0.030	-0.071
9	-0.139	-0.016		9	-0.139	-0.016
Q-Statistic (9 lags)		21.140	S.E. of Correlations		0.192	

SMPL 1985 - 1990
 26 Observations
 IDENT DUCP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac	
1	0.070	0.070		1	0.070	0.070
2	-0.599	-0.607		2	-0.599	-0.607
3	0.041	0.239		3	0.041	0.239
4	0.343	-0.107		4	0.343	-0.107
5	-0.176	-0.131		5	-0.176	-0.131
6	-0.275	-0.087		6	-0.275	-0.087
7	0.116	-0.092		7	0.116	-0.092
8	0.052	-0.197		8	0.052	-0.197
9	-0.070	0.109		9	-0.070	0.109
Q-Statistic (9 lags)		15.864	S.E. of Correlations		0.196	

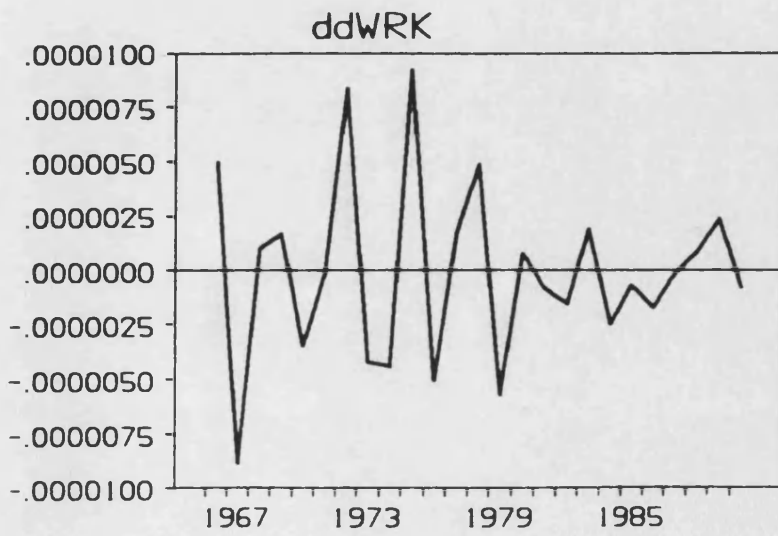
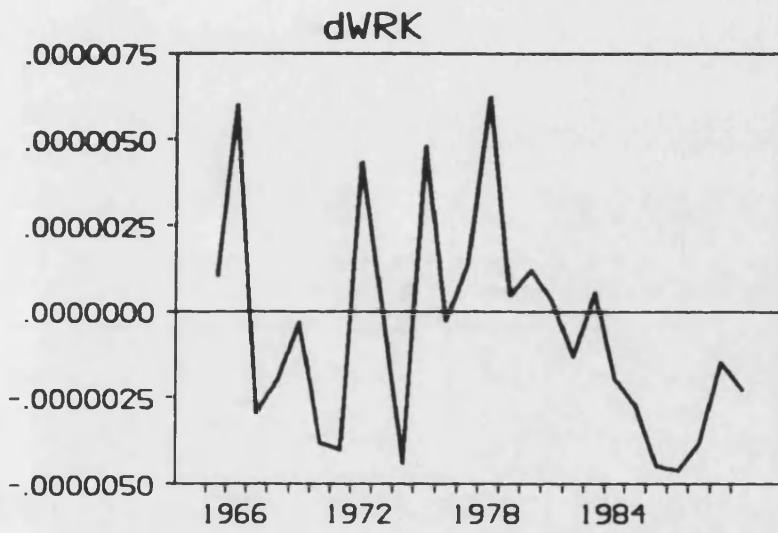
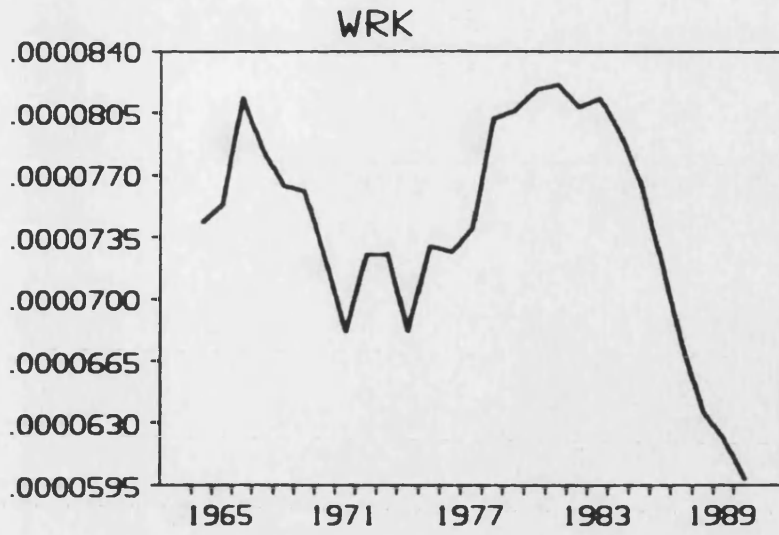
227

SMPL 1986 - 1990
 25 Observations
 IDENT DDUCP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac	
1	-0.135	-0.135		1	-0.135	-0.135
2	-0.096	-0.729		2	-0.096	-0.729
3	0.178	-0.183		3	0.178	-0.183
4	0.441	-0.128		4	0.441	-0.128
5	-0.234	-0.192		5	-0.234	-0.192
6	-0.261	-0.122		6	-0.261	-0.122
7	0.238	-0.071		7	0.238	-0.071
8	0.043	-0.280		8	0.043	-0.280
9	-0.112	-0.028		9	-0.112	-0.028
Q-Statistic (9 lags)		23.142	S.E. of Correlations		0.200	

SMPL 1987 - 1990
 24 Observations
 IDENT DDDUCP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac	
1	-0.255	-0.255		1	-0.255	-0.255
2	-0.827	-0.740		2	-0.827	-0.740
3	0.269	-0.489		3	0.269	-0.489
4	0.417	-0.257		4	0.417	-0.257
5	-0.292	-0.254		5	-0.292	-0.254
6	-0.227	-0.181		6	-0.227	-0.181
7	0.296	0.008		7	0.296	0.008
8	-0.010	-0.224		8	-0.010	-0.224
9	-0.137	-0.104		9	-0.137	-0.104
Q-Statistic (9 lags)		22.747	S.E. of Correlations		0.204	



SMPL 1984 - 1990
27 Observations
IDENT WRK

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
1	1	0.767	0.767
2	0.521	-0.185	
3	0.267	-0.180	
4	-0.049	-0.380	
5	-0.285	-0.048	
6	-0.378	-0.008	
7	-0.488	-0.220	
8	-0.514	-0.130	
9	-0.461	-0.083	
Q-Statistic (9 lags)	50.251	S.E. of Correlations	0.192

SMPL 1985 - 1990
28 Observations
IDENT DWRK

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
1	0.154	0.154	
2	0.069	0.047	
3	0.435	0.429	
4	-0.149	-0.339	
5	-0.153	-0.118	
6	0.154	0.042	
7	-0.198	-0.034	
8	-0.337	-0.313	
9	-0.130	-0.227	
Q-Statistic (9 lags)	11.875	S.E. of Correlations	0.198

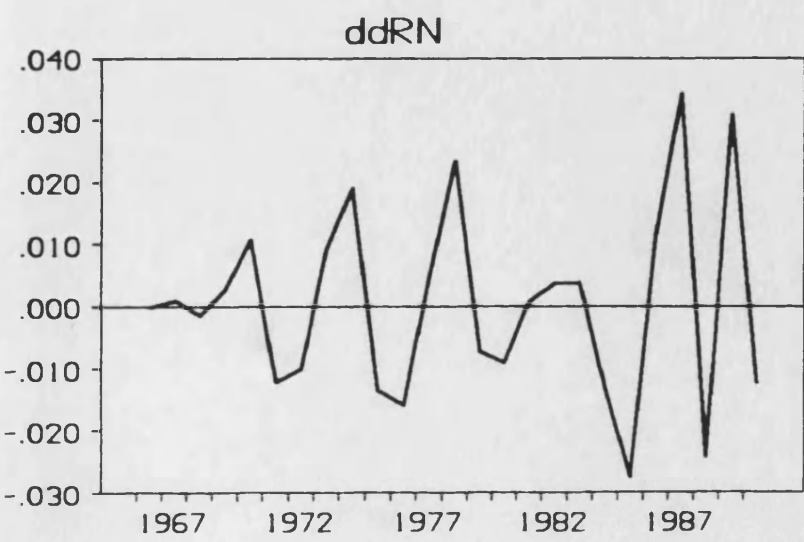
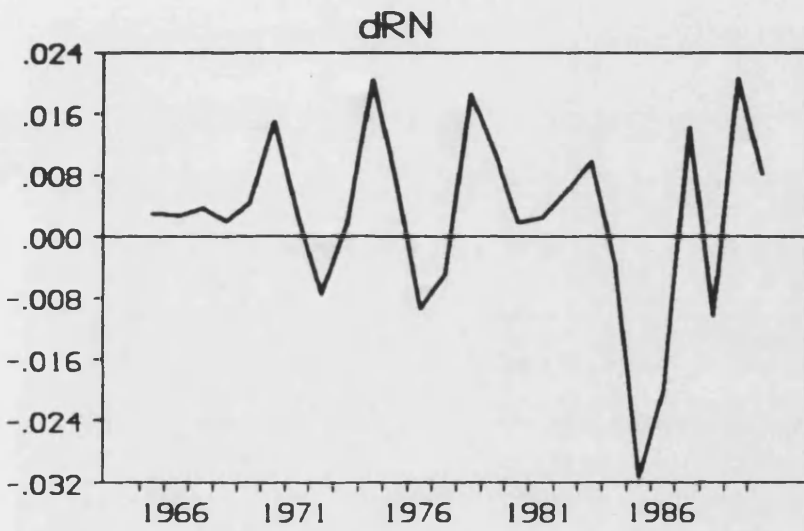
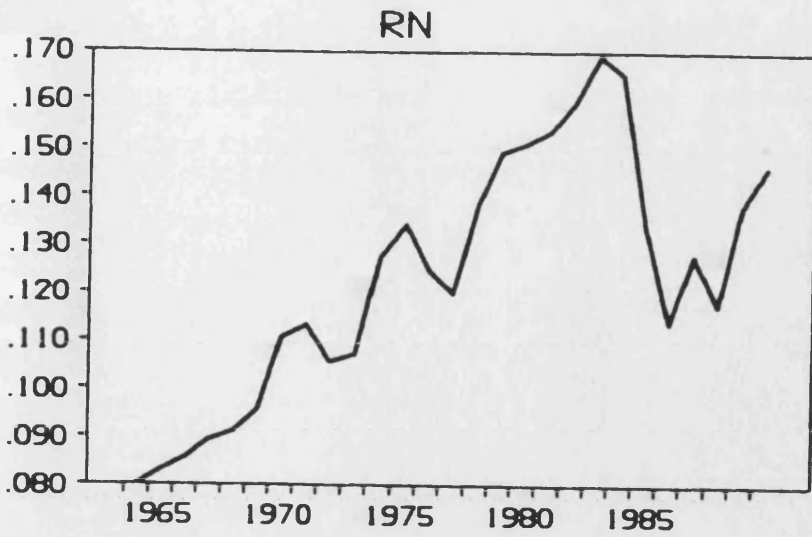
229

SMPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DWRK

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
1	-0.474	-0.474	
2	-0.246	-0.807	
3	0.501	0.175	
4	-0.355	-0.045	
5	-0.185	-0.217	
6	0.398	-0.099	
7	-0.149	0.157	
8	-0.201	-0.012	
9	0.205	-0.243	
Q-Statistic (9 lags)	25.421	S.E. of Correlations	0.200

SMPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDDWRK

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
1	-0.528	-0.528	
2	-0.244	-0.725	
3	0.594	-0.032	
4	-0.383	-0.025	
5	-0.143	-0.148	
6	0.348	-0.265	
7	-0.116	0.033	
8	-0.159	0.091	
9	0.207	0.051	
Q-Statistic (9 lags)	25.103	S.E. of Correlations	0.204



SMPL 1964 - 1990
27 Observations
IDENT RM

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.026	0.026
.	2 0.030	-0.168
.	3 0.514	0.142
.	4 0.412	-0.073
.	5 0.319	0.002
.	6 0.204	-0.149
.	7 0.116	0.041
.	8 0.071	-0.004
.	9 -0.015	-0.167
Q-Statistic (9 lags)	45.250	S.E. of Correlations	0.192

SMPL 1965 - 1990
26 Observations
IDENT DRM

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.159	0.159
.	2 -0.258	-0.290
.	3 -0.125	-0.029
.	4 0.044	0.000
.	5 -0.003	-0.061
.	6 -0.213	-0.217
.	7 -0.240	-0.208
.	8 0.109	0.075
.	9 0.246	0.081
Q-Statistic (9 lags)	7.406	S.E. of Correlations	0.196

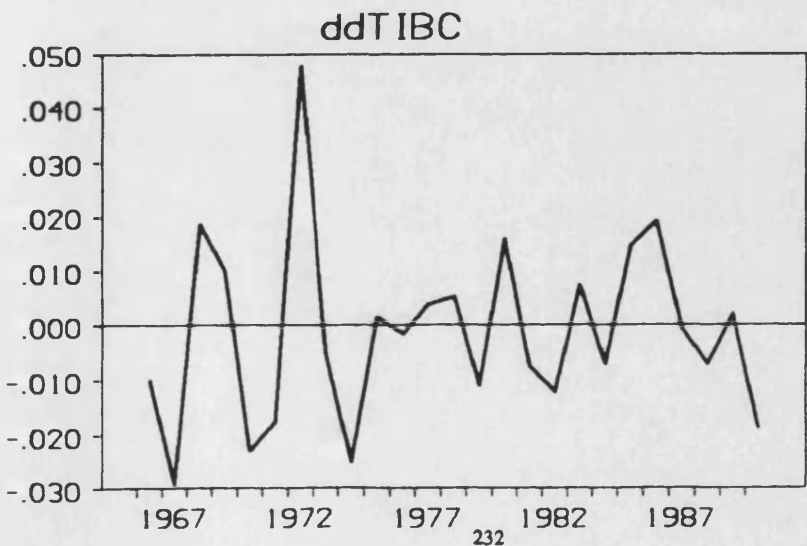
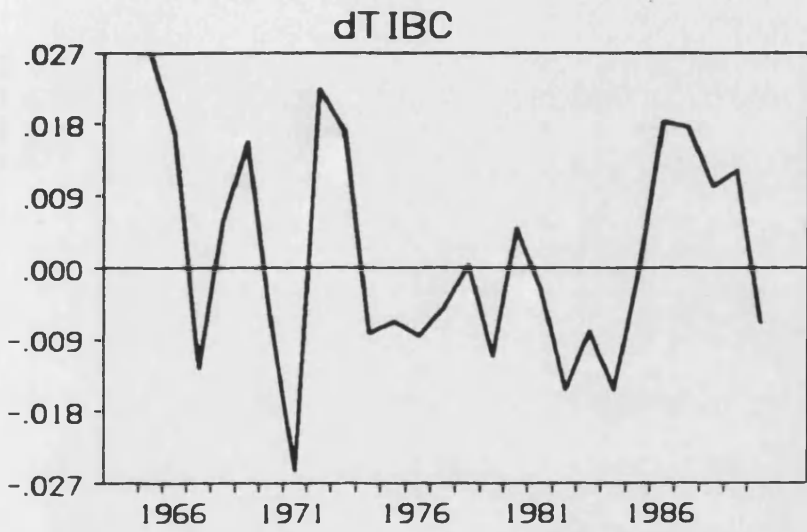
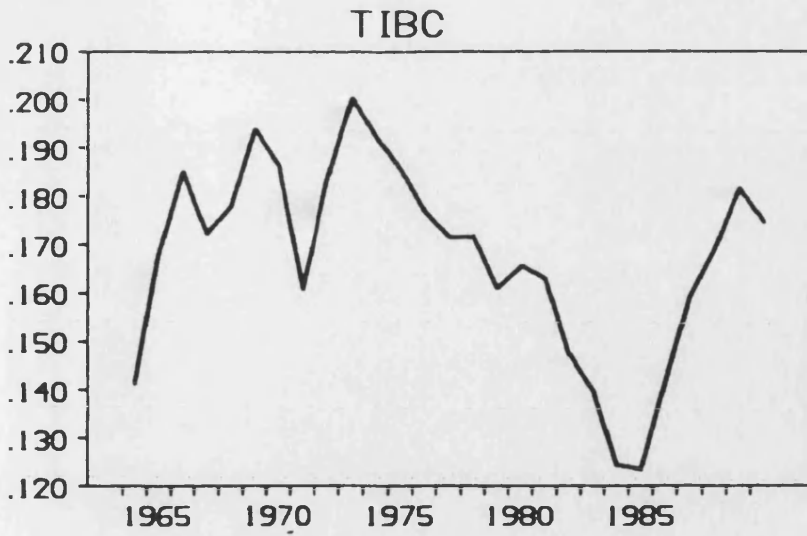
231

SMPL 1966 - 1990
25 Observations
IDENT DRRM

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.206	-0.206
.	2 -0.299	-0.396
.	3 -0.045	-0.335
.	4 0.162	-0.153
.	5 0.109	0.012
.	6 -0.134	-0.053
.	7 -0.236	-0.302
.	8 0.130	-0.229
.	9 0.260	0.002
Q-Statistic (9 lags)	0.992	S.E. of Correlations	0.200

SMPL 1967 - 1990
24 Observations
IDENT DDDRM

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.455	-0.455
.	2 -0.162	-0.485
.	3 0.069	-0.402
.	4 0.085	-0.303
.	5 0.042	-0.115
.	6 -0.044	0.041
.	7 -0.173	-0.172
.	8 0.094	-0.288
.	9 0.203	-0.072
Q-Statistic (9 lags)	7.889	S.E. of Correlations	0.204



SNPL 1984 - 1990
27 Observations
IDENT TIBC

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.741	0.741
.	2 0.467	-0.205
.	3 0.351	0.220
.	4 0.177	-0.319
.	5 -0.000	0.017
.	6 -0.029	0.059
.	7 -0.019	0.014
.	8 -0.145	-0.284
.	9 -0.304	-0.183
Q-Statistic (9 lags)	27.717	S.E. of Correlations	0.192

SNPL 1985 - 1990
26 Observations
IDENT OTIBC

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.190	0.190
.	2 -0.288	-0.334
.	3 0.100	0.278
.	4 0.076	-0.180
.	5 -0.201	-0.076
.	6 -0.117	-0.079
.	7 0.147	0.122
.	8 0.190	0.141
.	9 -0.110	-0.150
Q-Statistic (9 lags)	8.708	S.E. of Correlations	0.198

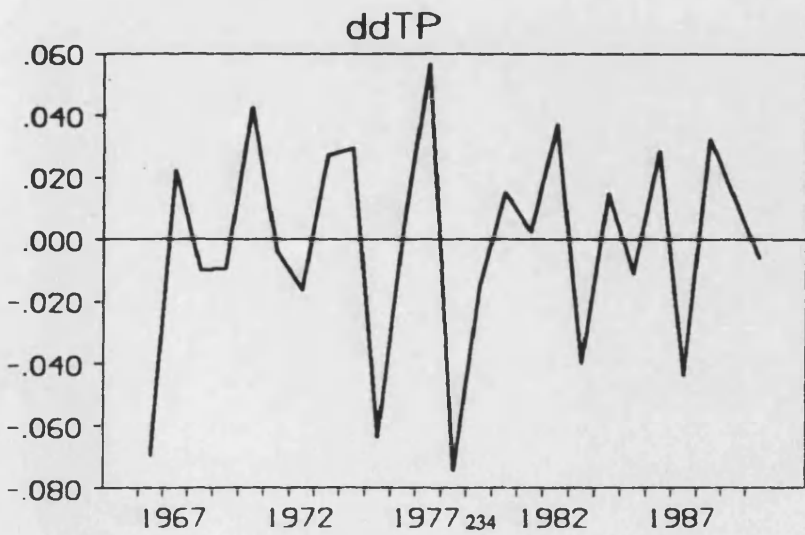
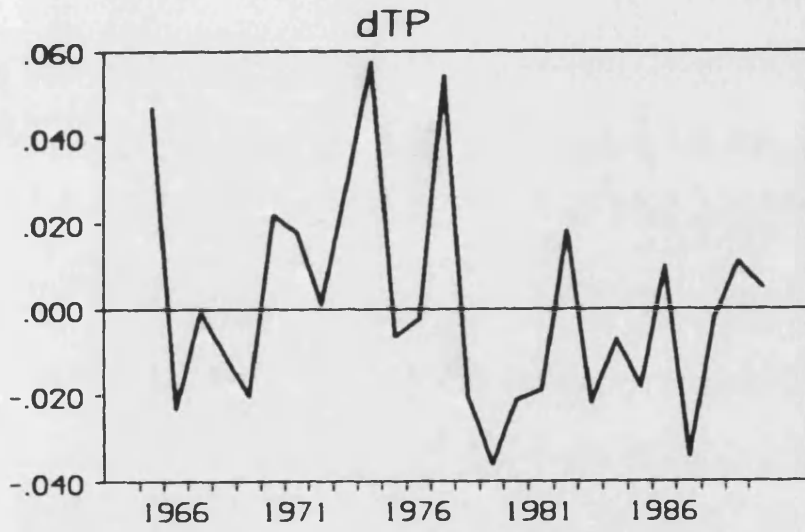
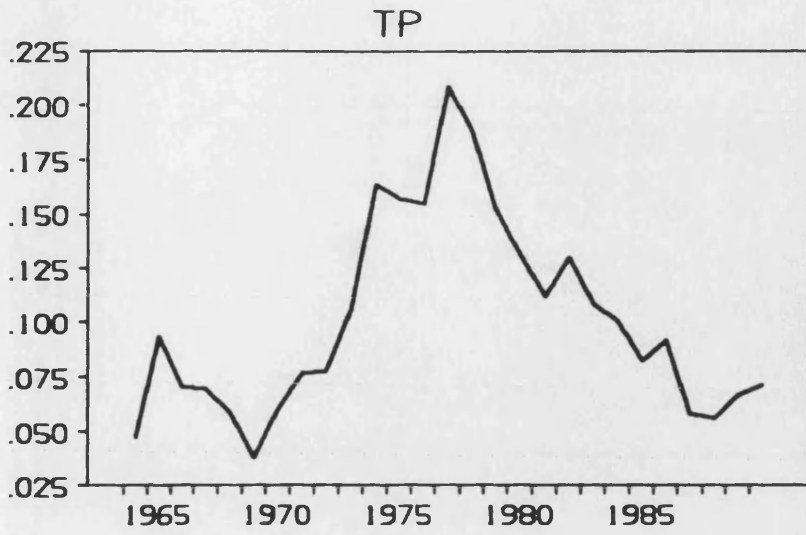
233

SNPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DDTIBC

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.170	-0.170
.	2 -0.481	-0.525
.	3 0.224	0.014
.	4 0.137	-0.078
.	5 -0.184	-0.057
.	6 -0.075	-0.129
.	7 -0.025	-0.252
.	8 0.238	0.172
.	9 -0.009	-0.016
Q-Statistic (9 lags)	10.880	S.E. of Correlations	0.200

SNPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDDTIB

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.382	-0.382
.	2 -0.430	-0.646
.	3 0.349	-0.279
.	4 0.108	-0.152
.	5 -0.190	-0.002
.	6 0.037	0.119
.	7 -0.108	-0.253
.	8 0.190	0.007
.	9 -0.019	-0.088
Q-Statistic (9 lags)	12.839	S.E. of Correlations	0.204



SNPL 1984 - 1990
27 Observations
IDENT TP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac
.	*****	.	*****	1	0.013 0.013
.	*****	.	*****	2	0.000 0.010
.	*****	..	*****	3	0.505 -0.122
.	****	***	*****	4	0.279 -0.300
.	*	**	*****	5	0.064 -0.222
..	.	..	*****	6	-0.164 -0.107
****	.	..	*****	7	-0.300 -0.013
*****	.	.	*****	8	-0.410 -0.020
*****	.	..	*****	9	-0.466 -0.041
Q-Statistic (9 lags) 53.192		S.E. of Correlations 0.192			

SNPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DDTP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac
****	.	*****	.	1	-0.394 -0.394
***	.	*****	.	2	-0.209 -0.431
..	**	*****	.	3	0.265 -0.033
.	*	*****	.	4	-0.005 0.061
..	.	*****	.	5	-0.189 -0.082
.	.	*****	.	6	0.030 -0.149
.	*	*****	.	7	0.053 -0.134
..	.	*****	.	8	-0.183 -0.286
.	**	*****	.	9	0.242 0.096
Q-Statistic (9 lags) 10.018		S.E. of Correlations 0.200			

235

SNPL 1985 - 1990
26 Observations
IDENT DTP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac
.	.	.	.	1	0.015 0.016
.	*	.	*	2	-0.047 -0.048
.	***	.	***	3	0.213 0.216
.	.	.	.	4	0.020 0.010
..	5	-0.146 -0.131
.	*	.	*	6	-0.080 -0.126
.	*	.	*	7	-0.084 -0.084
.	*	.	*	8	-0.100 -0.061
.	*	.	**	9	0.112 0.173
Q-Statistic (9 lags) 2.658		S.E. of Correlations 0.196			

SNPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDDTP

Autocorrelations		Partial Autocorrelations		ac	pac
*****	.	*****	.	1	-0.520 -0.520
..	**	*****	.	2	-0.139 -0.580
.	****	***	*****	3	0.280 -0.246
.	.	*****	.	4	0.017 0.108
..	*	*****	.	5	-0.197 0.094
.	.	*****	.	6	0.064 -0.022
.	**	*****	.	7	0.135 0.032
..	.	*****	.	8	-0.246 -0.234
.	***	*****	.	9	0.209 0.028
Q-Statistic (9 lags) 12.811		S.E. of Correlations 0.204			

No debemos olvidar que cuando nos referimos al nivel de la variable, nos estamos refiriendo, o bien a una tasa de crecimiento, o bien a un cociente entre dos variables. Por ello, aún cuando del análisis visual de los gráficos anteriores no se desprendan implicaciones claras con respecto a la posibilidad de encontrar raíces unitarias en la variables, pasamos a realizar un contraste formal sobre la hipótesis de raíz unitaria de acuerdo con la metodología de Dickey y Fuller.

Para ello estimamos, alternativamente, estas tres ecuaciones:

$$dZ_t = \mu + \beta t + \delta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i dZ_{t-i} + u_t$$

$$dZ_t = \mu + \delta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i dZ_{t-i} + u_t$$

$$dZ_t = \delta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i dZ_{t-i} + u_t$$

La hipótesis nula en cada uno de los casos es que la serie presenta una raíz unitaria con y sin constante, siendo estacionaria su primera diferencia. En cambio, la hipótesis alternativa en el primer caso es que la serie es estacionaria alrededor de una tendencia determinista, en el segundo que lo es alrededor de una media también determinista, y en el tercero que es simplemente estacionaria. Tanto la tendencia como la media, en su caso, son únicas para todo el periodo muestral. Estos tres casos se corresponden con las regresiones de los cuadros siguientes encabezadas con los números (1), (2) y (3). El término que incorpora el sumatorio, se añade en una segunda tanda de estimaciones para recoger el hecho de que el PGD puede ser un autorregresivo de orden p en vez de un proceso AR(1) puro. Así pues, se estiman otras tres ecuaciones, las encabezadas por los números (4), (5) y (6) en los cuadros que siguen, y se elige un $k=p-1$ tan grande como sea necesario para asegurar que el residuo sea ruido blanco.

Los valores que aparecen entre paréntesis corresponden a los valores críticos de cada uno de los estadísticos, para un nivel de significatividad del 95% y un número de observaciones igual a 25, tal como figuran en las tablas de Fuller (1976) y Dickey and Fuller (1981). El parámetro correspondiente a la variable endógena retardada, δ_0 , es en realidad $\rho - 1$ ($\theta - 1$).

Finalmente, los estadísticos Φ_1 , Φ_2 y Φ_3 nos sirven para contrastar las hipótesis conjuntas $(\mu, \theta) = (0, 1)$, $(\mu, \beta, \theta) = (0, 0, 1)$ y $(\mu, \beta, \theta) = (\mu, 0, 1)$ respectivamente; siendo Φ_i el estadístico "ratio de verosimilitud" que se recoge en Dickey and Fuller (1981), de donde hemos tomado también los valores críticos de estos estadísticos, que se distribuyen de acuerdo con una función F no standard.

Como resultado de estos contrastes, podemos atribuir a todas las variables analizadas una estructura típica de paseo aleatorio. Todas ellas presentan una raíz unitaria en su ecuación característica, y como consecuencia siguen un proceso no estacionario. En último extremo los contrastes de Dickey y Fuller, y Dickey y Fuller Aumentado nos llevan a rechazar las hipótesis nulas de proceso estacionario alrededor de una tendencia determinista y proceso estacionario alrededor de una constante para todas y cada una de las variables.

No obstante queremos indicar que en el proceso de selección de la estructura de la variable tasa de depreciación que figura en el cuadro A-1, la regresión (2) ofrece unos resultados de los estadísticos DF que nos obligarían a aceptar la estacionariedad de la misma alrededor de una constante. Finalmente, el contraste de los ratios de verosimilitud propuestos por Dickey y Fuller (1981) no permiten rechazar la hipótesis conjunta $(\mu, \beta, \theta) = (\mu, 0, 1)$ al tener un valor del estadístico Φ_3 menor que el valor crítico. Consiguientemente nos trasladamos a las regresiones (4), (5) y (6) en donde se concluye que la tasa de depreciación sigue una estructura de paseo aleatorio con una constante. En estas regresiones los estadísticos elaborados con el ratio de verosimilitud tampoco permiten rechazar la hipótesis que finalmente aceptamos como válida.

Cuadro A-1.

SERIE m	(1)	D-F (2)	(3)	(4)	A-D-F (5)	(6)
μ t μ	0.071 2.64 (3.20)	0.072 3.06 (2.61)		0.100 2.45 (3.20)	0.100 2.72 (2.61)	
β t β	0.000 0.01 (2.85)			0.000 0.02 (2.85)		
δ_0 θ t δ	-0.58 0.42 -3.09 (-3.6)	-0.58 0.42 -3.16 (-3.0)	-0.33 0.67 -0.68 (-1.95)	-0.80 0.20 -2.63 (-3.6)	-0.80 0.20 -2.72 (-3.0)	-0.01 0.99 -0.13 (-1.95)
k				4	4	4
D - W	2.05	2.05	2.63	2.10	2.10	1.93
Q (2) (5 . 9 9)	0.03	0.03	3.93	0.12	0.12	0.17
Q (3) (7 . 8 1)	2.30	2.29	6.41	0.53	0.53	0.26
Q (4) (9 . 4 9)	2.30	2.29	6.41	0.88	0.89	0.67
Q (8) (1 5 . 5 1)	8.93	8.98	13.62	1.45	1.47	2.53
Φ 1	5.00		(5.18)		3.73	
Φ 2	3.20		(5.68)		2.30	
Φ 3	4.80		(7.24)		3.46	

Cuadro A-2.

SERIE UCP	(1)	D-F (2)	(3)	(4)	A-D-F (5)	(6)
μ	0.350	0.265		0.568	0.210	
t_{μ}	2.41 (3.20)	2.19 (2.61)		2.33 (3.20)	1.40 (2.61)	
β	-0.000			-0.000		
t_{β}	-1.06 (2.85)			-1.80 (2.85)		
δ_0	-0.42	-0.33	-0.14	-0.66	-0.26	-0.00
θ	0.58	0.67	0.86	0.34	0.74	1.00
t_{δ}	-2.43 (-3.6)	-2.20 (-3.0)	-0.27 (-1.95)	-2.34 (-3.6)	-1.40 (-3.0)	-0.10 (-1.95)
k				4	4	4
D - W	1.58	1.63	1.85	2.04	2.04	2.06
Q(2) (5.99)	4.37	5.77	9.45	0.16	0.12	0.19
Q(3) (7.81)	5.60	6.06	9.49	0.65	0.15	0.32
Q(4) (9.49)	7.36	9.27	12.55	0.74	0.28	0.54
Q(8) (15.51)	10.66	11.44	15.74	5.27	3.59	3.73
$\Phi 1$	2.40		(5.18)		0.99	
$\Phi 2$	2.00		(5.68)		1.82	
$\Phi 3$	3.00		(7.24)		2.73	

Cuadro A-3.

SERIE WRK	D-F			A-D-F		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.000	0.000		0.000	0.000	
t_{μ}	0.72 (3.20)	0.15 (2.61)		2.10 (3.20)	2.27 (2.61)	
β	-0.000			-0.000		
t_{β}	-1.68 (2.85)			-0.40 (2.85)		
δ_0	-0.06	-0.03	-0.01	-0.39	-0.41	-0.01
θ	0.94	0.97	0.99	0.61	0.59	0.99
t_{δ}	-0.56 (-3.6)	-0.21 (-3.0)	-0.91 (-1.95)	-2.04 (-3.6)	-2.29 (-3.0)	-0.64 (-1.95)
k				4	4	4
D - W	1.76	1.63	1.66	2.05	2.02	2.14
$Q(2)$ (5.99)	0.51	0.94	0.81	0.85	0.76	0.22
$Q(3)$ (7.81)	5.78	5.90	5.74	2.59	2.45	0.25
$Q(4)$ (9.49)	6.52	6.42	6.30	5.63	5.46	0.89
$Q(8)$ (15.51)	13.46	11.61	11.50	7.84	7.57	4.52
$\Phi 1$	0.02		(5.18)		2.83	
$\Phi 2$	0.96		(5.68)		1.71	
$\Phi 3$	1.44		(7.24)		2.57	

Cuadro A-4.

SERIE RN	D-F			A-D-F		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.025	0.002		0.029	0.025	
t_{μ}	2.05	1.84		1.93	1.89	
	(3.20)	(2.61)		(3.20)	(2.61)	
β	0.000			0.000		
t_{β}	0.91			0.63		
	(2.85)			(2.85)		
δ_0	-0.24	-0.14	0.01	-0.27	-0.19	-0.01
θ	0.76	0.86	1.01	0.73	0.81	0.99
t_{δ}	-1.77	-1.65	0.73	-1.51	-1.72	-0.66
	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)
k				2	2	2
D - W	1.54	1.62	1.65	1.99	2.01	2.00
Q(2) (5.99)	2.23	2.56	2.30	0.02	0.04	0.00
Q(3) (7.81)	2.50	3.03	2.66	0.03	0.09	0.01
Q(4) (9.49)	2.52	3.03	2.74	0.03	0.24	0.10
Q(8) (15.51)	5.55	5.35	8.24	3.22	1.55	0.99
$\Phi 1$	1.36		(5.18)		2.00	
$\Phi 2$	1.17		(5.68)		1.10	
$\Phi 3$	1.76		(7.24)		1.64	

Cuadro A-5.

SERIE TIBC	D-F			A-D-F		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.068	0.040		0.110	0.040	
t_{μ}	2.66	2.06		2.07	1.49	
	(3.20)	(2.61)		(3.20)	(2.61)	
β	-0.006			-0.001		
t_{β}	-1.60			-1.51		
	(2.85)			(2.85)		
δ_0	-0.35	-0.25	0.00	-0.56	-0.25	-0.01
θ	0.65	0.75	1.00	0.44	0.75	0.99
t_{δ}	-2.57	-2.01	0.24	-2.15	-1.51	-0.37
	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)
k				4	4	4
D - W	1.33	1.31	1.46	2.00	1.99	2.12
$Q(2)$ (5.99)	3.24	2.81	3.07	0.00	0.05	0.19
$Q(3)$ (7.81)	3.35	3.42	3.33	0.08	0.12	0.32
$Q(4)$ (9.49)	3.37	3.71	3.48	1.84	2.14	1.77
$Q(8)$ (15.51)	6.59	5.37	6.38	3.63	4.04	2.94
$\Phi 1$	2.02		(5.18)		1.17	
$\Phi 2$	2.29		(5.68)		1.59	
$\Phi 3$	3.44		(7.24)		2.38	

Cuadro A-6.

SERIE TP	(1)	D-F (2)	(3)	(4)	A-D-F (5)	(6)
μ t μ	0.026 1.82 (3.20)	0.019 1.56 (2.61)		0.041 2.09 (3.20)	0.036 2.34 (2.61)	
β t β	-0.001 -0.94 (2.85)			-0.000 -0.40 (2.85)		
δ t δ	-0.16 0.84 -1.44 (-3.6)	-0.17 0.83 -1.62 (-3.0)	-0.02 0.98 -0.46 (-1.95)	-0.31 0.69 -2.06 (-3.6)	-0.33 0.67 -2.40 (-3.0)	-0.02 0.98 -0.51 (-1.95)
k				4	4	4
D - W	1.79	1.69	1.81	2.25	2.24	2.01
Q(2) (5.99)	0.17	0.32	0.06	0.88	0.71	0.23
Q(3) (7.81)	1.22	1.88	1.25	1.31	1.03	0.24
Q(4) (9.49)	1.23	1.83	1.26	1.38	1.10	0.58
Q(8) (15.51)	4.95	4.07	2.42	2.18	1.81	1.49
$\Phi 1$	1.31		(5.18)		2.90	
$\Phi 2$	1.17		(5.68)		1.87	
$\Phi 3$	1.75		(7.24)		2.80	

Seguidamente presentamos los resultados de las estimaciones propuestas en Dickey y Pantula (1987). Como indicábamos más arriba, se incluyen los contrastes para tres, dos y una raíz unitaria. Además, nos hemos decidido por incorporar simultáneamente las regresiones con y sin constante, aún cuando dichos autores recomiendan la no inclusión de la constante de regresión para el contraste de I(3) e I(2).

Este procedimiento consiste en contrastar los valores de los estadísticos t con los valores de las tablas de Dickey y Fuller (1976). En cada regresión de los cuadros que siguen, el valor del estadístico t relevante es el que aparece en la parte inferior de la misma, dada la ordenación de los términos que hemos realizado en cada cuadro.

$$d^3 X_t = \mu + \delta_0 d^2 X_{t-1} + u_t$$

$$d^3 X_t = \mu + \delta_0 d^2 X_{t-1} + \delta_1 dX_{t-1} + u_t$$

$$d^3 X_t = \mu + \delta_0 d^2 X_{t-1} + \delta_1 dX_{t-1} + \delta_2 X_{t-1} + u_t$$

Los resultados inequívocos que se desprenden de estos contrastes son que todas las variables analizadas rechazan la existencia de tres y dos raíces unitarias, pero no permiten rechazar la hipótesis de una raíz unitaria. Así pues, estos resultados contribuyen, en su mayor parte, a reforzar los de los contrastes anteriores. En el caso de la variable tasa de depreciación (m) resulta interesante comprobar desde este otro enfoque cómo se confirma correctamente la elección que planteábamos anteriormente, adjudicándole una estructura no estacionaria.

Cuadro A-7.

VARIABLE m	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE.	0.001 (0.160)		0.001 (0.121)		0.053 (1.638)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.549 (-8.82)	-1.550 (-9.02)	-0.648 (-3.28)	-0.648 (-3.36)	-0.806 (-3.78)	-0.651 (-3.28)
$d X_{t-1}$			-1.799 (-5.58)	-1.800 (-5.71)	-1.378 (-3.42)	-1.793 (-5.52)
X_{t-1}					-0.425 (-1.64)	-0.008 (-0.17)

Cuadro A-8.

VARIABLE UCP	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE.	-0.000 (-0.05)		-0.001 (0.312)		0.184 (1.343)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.136 (-5.36)	-1.136 (-5.48)	-0.387 (-2.23)	-0.389 (-2.29)	-0.507 (-2.64)	-0.388 (-2.24)
$d X_{t-1}$			-1.497 (-6.33)	-1.495 (-6.46)	-1.276 (-4.49)	-1.496 (-6.33)
X_{t-1}					-0.227 (-1.35)	-0.002 (-0.34)

Cuadro A-9.

VARIABLE WRK	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE.	-0.000 (-0.36)		-0.000 (-1.26)		0.000 (0.814)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.506 (-7.84)	-1.472 (-8.31)	-1.058 (-5.33)	-1.085 (-5.44)	-1.165 (-5.00)	-1.066 (-5.41)
$d X_{t-1}$			-0.834 (-3.22)	-0.769 (-2.99)	-0.635 (-1.85)	-0.819 (-3.20)
X_{t-1}					-0.130 (-0.89)	-0.011 (-1.31)

Cuadro A-10.

VARIABLE RN	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE.	0.000 (0.131)		0.002 (0.996)		0.025 (1.889)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.273 (-6.12)	-1.272 (-6.25)	-0.682 (-3.11)	-0.706 (-3.24)	-0.741 (-3.49)	-0.686 (-3.08)
$d X_{t-1}$			-1.116 (-3.97)	-1.057 (-3.85)	-1.016 (-3.69)	-1.104 (-3.85)
X_{t-1}					-0.178 (-1.72)	0.013 (0.663)

Cuadro A-11.

VARIABLE TIBC	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE .	-0.001 (-0.31)		-0.001 (-0.06)		0.032 (1.352)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.179 (-5.52)	-1.177 (-5.62)	-0.657 (-3.48)	-0.656 (-3.57)	-0.765 (-3.81)	-0.660 (-3.49)
$d X_{t-1}$			-1.140 (-4.72)	-1.141 (-4.85)	-0.958 (-3.53)	-1.135 (-4.67)
X_{t-1}					-0.192 (-1.37)	-0.003 (-0.20)

Cuadro A-12.

VARIABLE TP	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CTE .	0.001 (0.093)		0.000 (0.032)		0.018 (1.333)	
$d^2 X_{t-1}$	-1.395 (-7.92)	-1.395 (-8.11)	-0.950 (-4.78)	-0.951 (-4.89)	-1.032 (-5.10)	-0.962 (-4.83)
$d X_{t-1}$			-0.956 (-3.30)	-0.956 (-3.38)	-0.781 (-2.53)	-0.937 (-3.22)
X_{t-1}					-0.172 (-1.42)	-0.022 (-0.48)

APENDICE B.

De acuerdo con Engle y Granger (1987) existe una vinculación, establecida por el teorema de la representación de Granger, entre cointegración y modelos de corrección de errores. La idea de estos últimos es que parte del desequilibrio de un periodo se corrige en el periodo siguiente. Las empresas realizan planes que pueden verse frustrados por múltiples circunstancias no presentes en el momento de la toma de decisiones, y esta frustración transitoria se intenta paliar ajustando los planes en los periodos siguientes para corregir los errores cometidos en el pasado.

En el texto se ha llevado a cabo un análisis de cointegración, habiendo elegido la relación estimada entre la tasa de depreciación, la tasa salarial y la tasa de inflación que recoge la regresión (C). Los residuos estacionarios que se derivan de la relación de cointegración constituyen el término de error de la relación dinámica que se conoce como modelo de corrección de error. Engle y Granger demostraron que si existen dos variables x e y cointegradas, siendo ambas $I(1)$, también existe una representación de corrección de errores (ECM). Del mismo modo, también es cierto que los datos generados por un modelo de corrección de error deben estar cointegrados.

En este apéndice abordamos la especificación dinámica de la relación entre la tasa de depreciación y sus determinantes. La primera diferencia de la tasa de depreciación se regresa con respecto a su primer retardo, a las diferencias contemporáneas y retardadas de las variables explicativas presentes en la ecuación de cointegración, otras variables exógenas que sean $I(0)$ y una combinación lineal formada por las variables cointegrantes, en niveles, que recoge los errores cometidos en el pasado. La estimación de la relación dinámica se ha realizado simultáneamente por el método de las dos etapas indicado por Engle y Granger, en cuyo caso el términos de error de la segunda etapa corresponde a los errores estimados en la primera, y utilizando mínimos cuadrados ordinarios en una sola etapa, para lo cual se incorpora la relación de las variables de cointegración con un retardo entre los regresores del modelo dinámico.

En los cuadros B-1 y B-2 se presentan los ajustes dinámicos alternativos de la tasa de depreciación a corto plazo que se desprenden de considerar como relaciones de largo plazo las relaciones de cointegración (C) y (J) de los cuadros 5.2 y 5.3 respectivamente. En cada uno de estos cuadros figuran los resultados obtenidos por los procedimientos de estimar en una y dos etapas; además, los cuadros B-1 y B-2 se acompañan con la representación gráfica de los errores de equilibrio, los ajustes dinámicos y los residuos de estos últimos.

En el primero de los cuadros, las regresiones (I) y (II) representan el modelo de corrección de errores que sustenta una relación de largo plazo como la de la regresión (C) en la cual, la tasa de depreciación a largo plazo depende negativamente de la tasa salarial y positivamente de la tasa de inflación. A corto plazo, la selección encaminada a la obtención de una especificación dinámica, ofrece como variables explicativas, además del propio término de corrección de error y de un segundo término representativo de la propia inercia de la tasa de depreciación en el tiempo, las primeras diferencias de la tasa de inflación, el salario real, la tasa de inversión bruta y el tipo de interés nominal. En cuanto a la tasa salarial y la tasa de inversión bruta, la primera entra con los valores corrientes y con un desfase de un periodo, ofreciendo signos opuestos en uno y otro caso; mientras que la tasa de inversión bruta resulta significativa sólo con un desfase de dos periodos. Dos hechos son remarcables en los resultados del cuadro B-1, por una parte la significatividad de los coeficientes dinámicos del primer desfase de los salarios y del segundo de la inversión, los cuales parece que pierden significatividad al pasar de la estimación en dos etapas a la estimación en una sola etapa. Por otra parte, los coeficientes de largo plazo estimados por el procedimiento de una sola etapa parecen reproducir bastante bien los coeficientes que se estiman en la relación de cointegración, pues los valores de la estimación conjunta difieren en menos de un diez por ciento de los parámetros estimados en la regresión (C) del cuadro 5.2.

Las regresiones (III) y (IV) representan el ajuste dinámico de la tasa de depreciación cuando ésta mantiene una relación de largo plazo con la tasa de inversión bruta y la tasa de inflación como la recogida en la regresión (J). Esta relación de cointegración alternativa supone que a largo plazo la

depreciación depende fundamentalmente de los dos tipos de obsolescencia referidos en el texto principal, es decir, obsolescencia tecnológica cuya manifestación puede estar recogiendo la variable tasa de inversión, y obsolescencia estructural que quedaría recogida por el efecto de la tasa de inflación sobre la tasa de depreciación. Desde este punto de vista, en el cuadro B-2 se presenta una relación dinámica para la tasa de depreciación que se caracteriza por considerar el efecto de los salarios y del tipo de interés solamente en el corto plazo. Las estimaciones (III) y (IV), por el método de una sola etapa y de dos etapas respectivamente, ponen de manifiesto la elevada significatividad de estas dos variables. En el caso concreto de la estimación en una sola etapa, además se puede observar que la estimación eficiente de los parámetros de cointegración se registra con una elevada significatividad individual de los coeficientes.

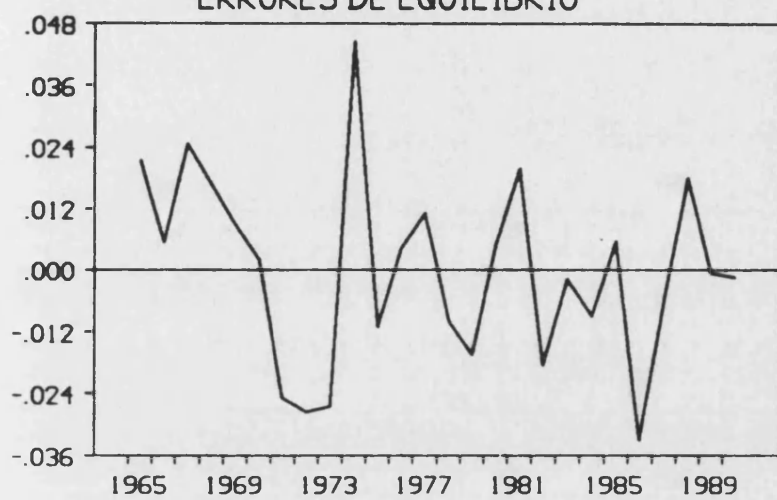
Si comparamos los dos cuadros citados anteriormente, se observa que en el B-2, para los modelos dinámicos (III) y (IV) no son significativos algunos de los términos que aparecían en los modelos (I) y (II). En concreto la primera diferencia de la tasa salarial con un desfase y la de la tasa de inversión bruta desfasada dos periodos han desaparecido de la explicación dinámica de la tasa de depreciación. Resulta interesante comprobar que estas dos variables eran las que en el cuadro B-1 perdían mayor grado de significatividad al pasar de la estimación en dos etapas a la estimación en una sola etapa. Por otra parte, ahora, en la estimación conjunta de los parámetros de cointegración los coeficientes individuales figuran con una mayor significatividad, pero muy al contrario de lo que sería de desear, se aprecia un sesgo relativamente importante en los valores de los parámetros estimados; ambos, tanto el de la tasa de inversión como el de la tasa de inflación, son un 50% más elevados en la estimación conjunta que en la relación de cointegración.

Finalmente, en los cuadros B-3, B-4 y B-5 se ofrecen los valores de los distintos contrastes de especificación. En los dos primeros se pueden comprobar las propiedades de los distintos ajustes dinámicos con respecto a la existencia de autocorrelación y heteroscedasticidad, en el B-5 se ofrecen los contrastes de predicción post-muestral y de estabilidad estructural para estos mismos ajustes.

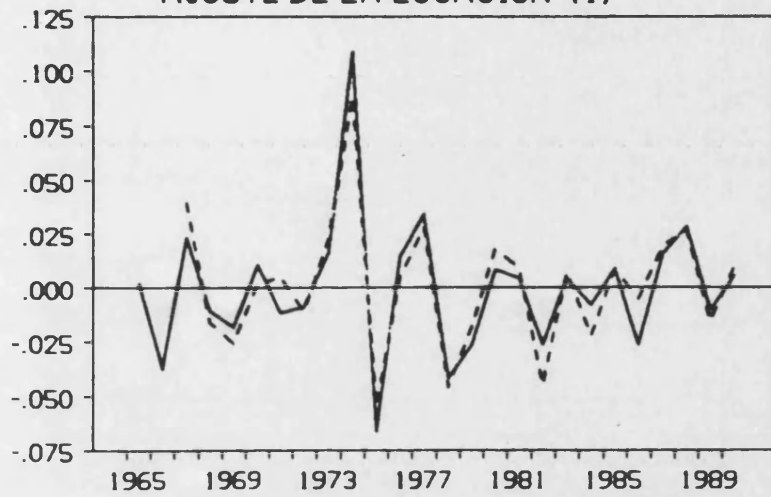
Cuadro B-1.

$(1-L) m_t$	(I)	(II)
CONSTANTE		-0.0015 (-0.56)
$(m_{-1} + 0.1812 - 1.631.3 WRK_{-1} + 0.59 TP_{-1})$ (2.38) (-1.90) (3.10)	-0.72 (-2.94)	
Z_{t-1}		-0.751 (-3.50)
$(1-L) m_{t-1}$	0.295 (2.015)	0.310 (2.364)
$(1-L) TP_t$	0.452 (5.635)	0.446 (6.007)
$(1-L) WRK_t$	-4306.2 (-2.91)	-3973.7 (-3.68)
$(1-L) WRK_{t-1}$	2380.4 (1.871)	2553.7 (2.454)
$(1-L) TIBC_{t-2}$	0.461 (1.850)	0.469 (2.085)
$(1-L) RN_t$	-0.452 (-5.63)	-0.446 (-6.01)
DW	2.34	2.33
R^2	0.889	0.888
\bar{R}^2	0.830	0.849
SEE	0.013	0.013

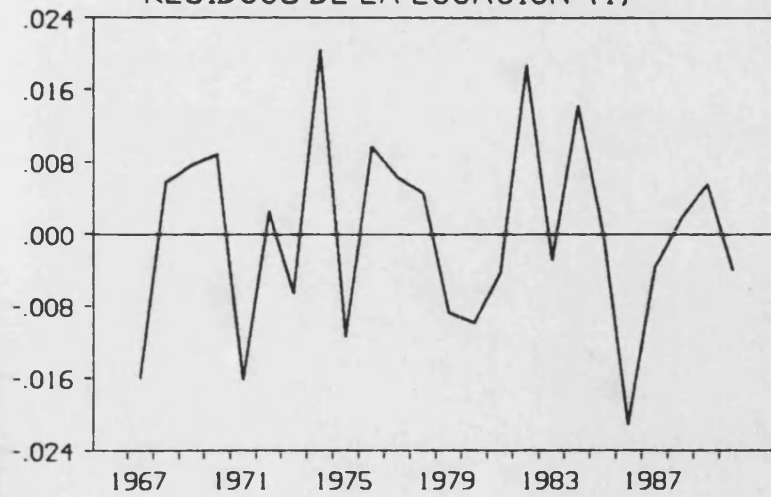
ERRORES DE EQUILIBRIO



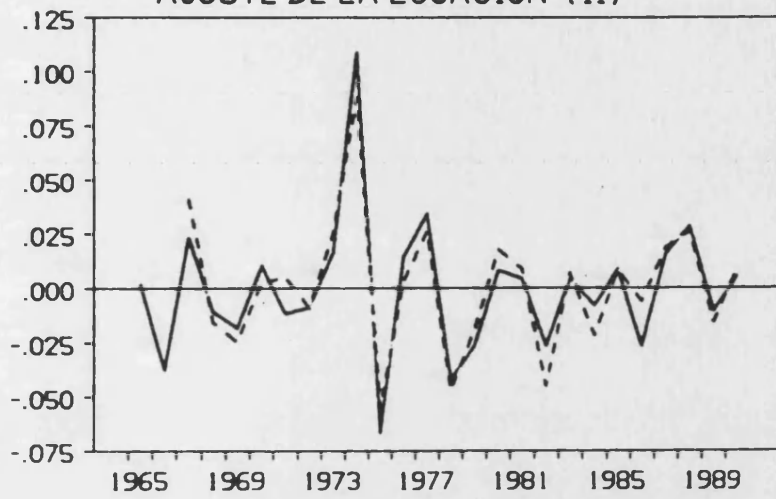
AJUSTE DE LA ECUACION (I)



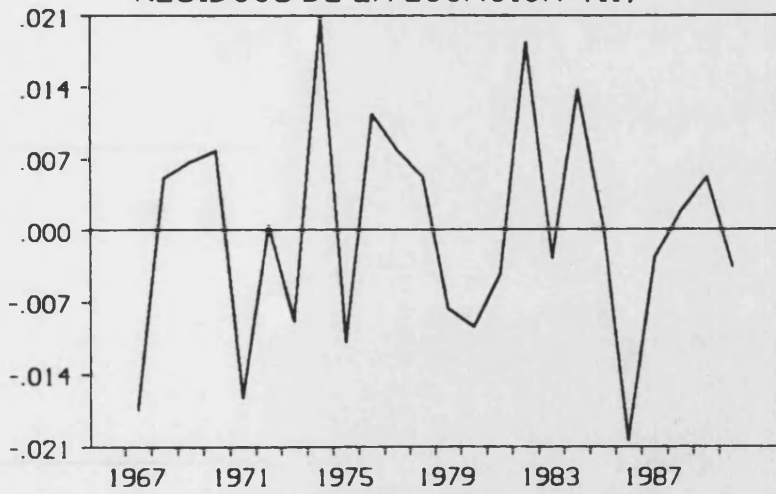
RESIDUOS DE LA ECUACION (I)



AJUSTE DE LA ECUACION (II)



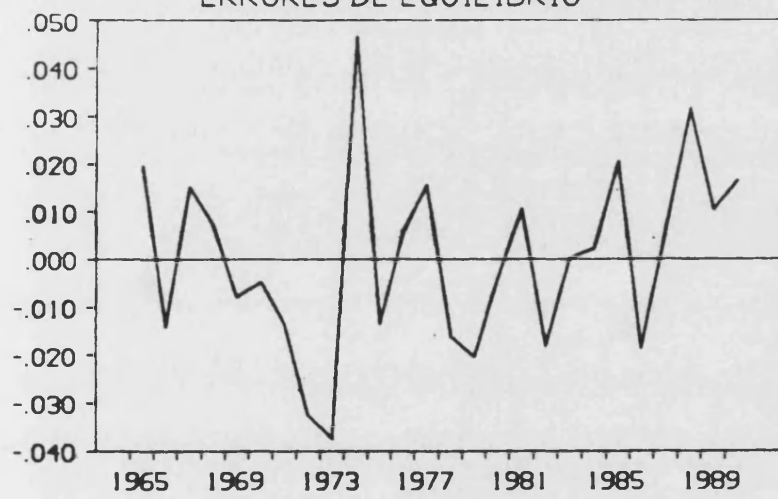
RESIDUOS DE LA ECUACION (II)



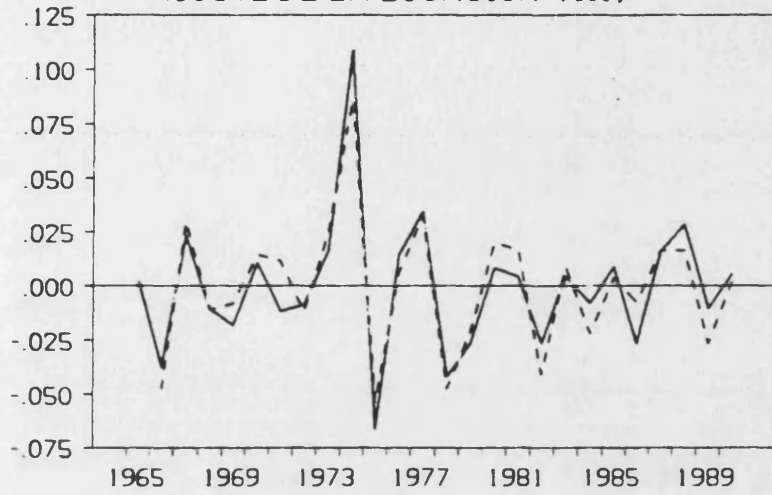
Cuadro B-2.

$(1 - L) m_t$	(III)	(IV)
CONSTANTE	-0.0371 (-1.37)	-0.0023 (-0.87)
$\{m_{-1} + 0.686 TIBC_{-1} + 0.623 TP_{-1}\}$ (2.69) (3.22)	-0.61 (-2.62)	
Z_{t-1}		-0.720 (-3.31)
$(1 - L) m_{t-1}$	0.220 (1.853)	0.261 (2.288)
$(1 - L) TP_t$	0.452 (5.636)	0.447 (5.714)
$(1 - L) WRK_t$	-4677.5 (-4.15)	-3824.3 (-4.34)
$(1 - L) RN_t$	-0.452 (-5.64)	-0.447 (-5.71)
DW	2.30	2.15
R^2	0.877	0.864
\bar{R}^2	0.836	0.837
SEE	0.013	0.013

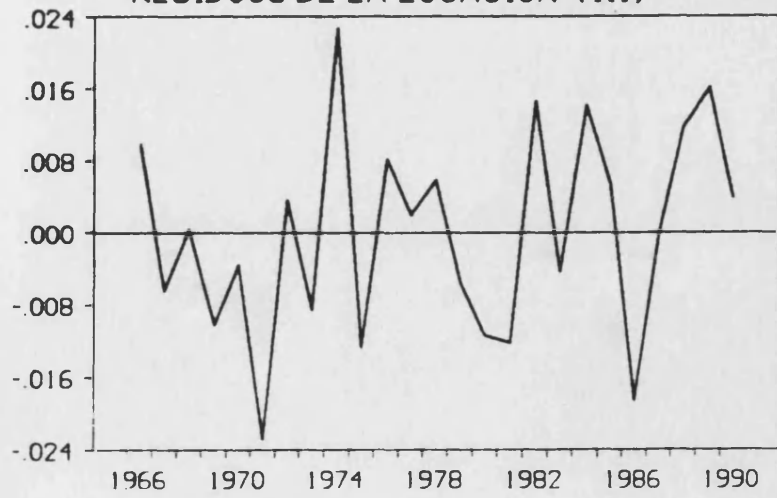
ERRORES DE EQUILIBRIO



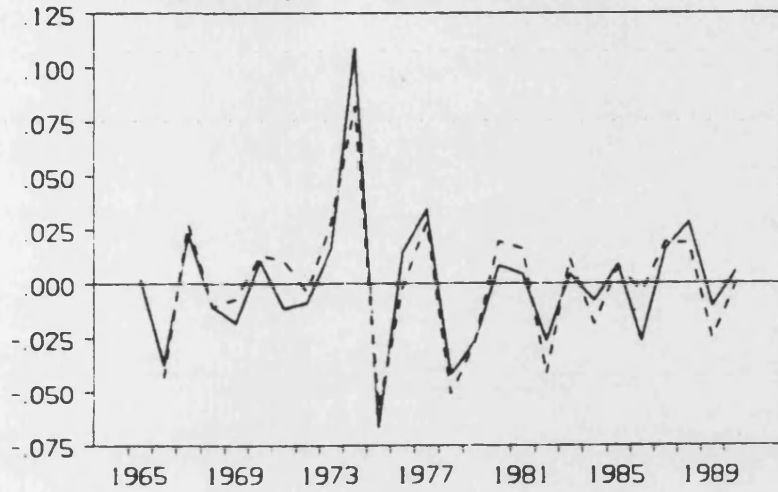
AJUSTE DE LA ECUACION (III)



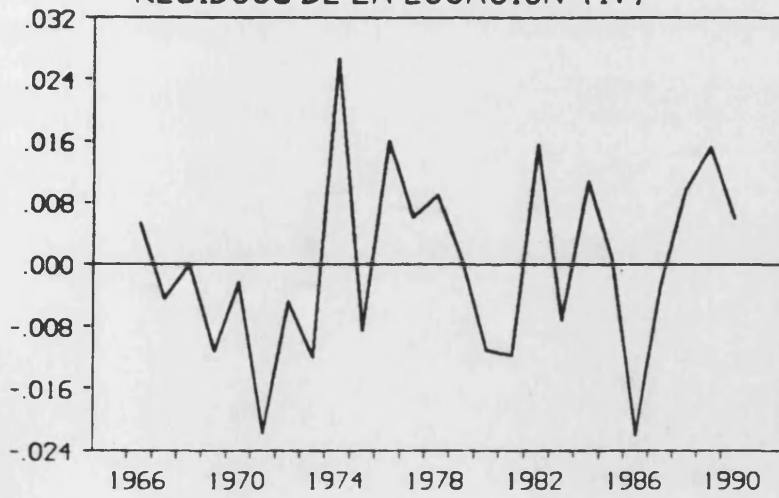
RESIDUOS DE LA ECUACION (III)



AJUSTE DE LA ECUACION (IV)



RESIDUOS DE LA ECUACION (IV)



Cuadro B-3.
TESTS AUTOCORRELACION
Y HETEROSCEDASTICIDAD

	(I)	(II)	(0.05)
T	24	24	
Q (2)	1.20	1.21	(5.99)
Q (3)	5.00	4.79	(7.81)
Q (4)	5.37	5.03	(9.49)
Q (8)	8.68	8.65	(15.51)
H	1.19	1.06	(1.96)
LM (2)	5.06	4.57	(5.99)
LM (3)	7.26	6.90	(7.81)
LM (4)	7.53	6.67	(9.49)
ARCH(1)	2.32	2.12	(3.84)

Cuadro B-4.
TESTS AUTOCORRELACION
Y HETEROSCEDASTICIDAD

	(III)	(IV)	(0.05)
T	25	25	
Q (2)	1.30	0.88	(5.99)
Q (3)	4.77	3.03	(7.81)
Q (4)	5.01	3.08	(9.49)
Q (8)	8.48	6.09	(15.51)
H	0.92	0.45	(1.96)
LM (2)	1.41	1.24	(5.99)
LM (3)	5.79	2.73	(7.81)
LM (4)	6.33	2.75	(9.49)
ARCH(1)	1.58	1.60	(3.84)

Cuadro B-5.
TESTS PREDICCIÓN (PPT)
Y ESTABILIDAD (CHOW)

	(I)	(II)	(III)	(IV)	(0.05)
1990	0.09	0.08	0.08	0.20	(3.84)
89 - 90	0.26	0.25	1.54	1.52	(5.99)
88 - 90	0.27	0.27	2.33	2.05	(7.81)
87 - 90	0.35	0.31	2.33	2.09	(9.49)
86 - 90	2.84	2.91	4.31	4.88	(11.07)
CHOW	1967-79 1980-90 (0.05)	1.37 (3.14)	1967-79 1980-90 (0.05)	1.17 (2.96)	

CAPITULO VI

VI. EMPLEO, CAMBIO TECNICO Y ESTRUCTURA DE LA INVERSION.

6.1 INTRODUCCION.

En los capítulos anteriores hemos presentado lo que creemos que puede ser una visión renovada del stock de capital y la depreciación en el sector endógeno de la economía española. Los resultados que hemos ido ofreciendo al respecto, han estado continuamente respaldados por un esquema interpretativo a todas luces diferente de aquellos que habitualmente se utilizan para tratar con estos temas. Así pues, el conjunto formado por los capítulos II al V, los cuales se acomodan al esquema básico que normalmente se propone para el desarrollo de la investigación científica (hipótesis, teoría, medición, e inferencia), constituyen un bloque compacto y homogéneo del cual vamos a derivar, como una consecuencia lógica, algunas de las cuestiones que nos ocupan en este último capítulo.

El objetivo que perseguimos es conectar las variables inversión, stock de capital y depreciación con la evolución del empleo y la capacidad productiva. Este ejercicio lo enmarcamos históricamente, como ha sido habitual en los capítulos anteriores a efecto de obtener resultados empíricos, en el sector endógeno de la economía española durante el periodo 1964-1990. La relación entre las variables citadas se plantea enfatizando el papel determinante de la inversión, de acuerdo con las pautas establecidas en los modelos de generaciones sin sustituibilidad ex-post, y además se sostiene la necesidad de considerar una desagregación de la inversión bruta que trascienda la convencional entre inversión neta y de reemplazamiento. Desde este punto de vista, planteamos una modelización analítica que profundiza el modelo putty-clay del capítulo III, haciendo especial hincapié en la existencia de tres tipos de inversión sobre los que decide la empresa:

inversión de expansión, inversión de sustitución e inversión de productividad o de racionalización.

Las explicaciones sobre la enorme destrucción de empleo en España en el periodo 1974-1985 se han centrado principalmente en el funcionamiento del mercado de trabajo, en los cambios en la estructura de la producción industrial y el acelerado cambio técnico, en los precios de los factores, y en la caída de la demanda, pero en cualquier caso siempre han padecido estos análisis la ausencia en nuestro país de una serie del stock de capital del que no existe ninguna cuantificación oficial. Además, las series que en general se han utilizado del stock de capital han supuesto una tasa de depreciación constante o los datos de consumo de capital fijo de la Contabilidad Nacional.

En el siguiente apartado se lleva a cabo un análisis descriptivo de las principales características del proceso de crecimiento del sector endógeno de la economía española durante el periodo 1965-1990. Esta descripción resulta sumamente interesante al cuestionar algunas de las propiedades que mayoritariamente se le han atribuido, sobre todo desde los centros oficiales de recogida de estadísticas macroeconómicas, al proceso de crecimiento experimentado por las economías occidentales durante los últimos veinticinco años.

El apartado 6.3 pretende establecer el marco conceptual de los distintos tipos de inversión, y definir cada uno de ellos, desde el punto de vista de los hechos consumados, en función de sus características técnicas respecto al output y el empleo. Se establecen finalmente las relaciones de competitividad entre ellas.

En el apartado 6.4 planteamos una modelización teórica que sirve para dar cobertura analítica a las distintas líneas de causalidad que, de acuerdo con los planteamientos del apartado anterior, identificamos entre cada tipo de inversión en particular y la evolución del output y del empleo en general. La no disponibilidad de datos sobre la inversión de productividad nos obliga a plantear una expresión "reducida" a partir de la cual se abren dos líneas de investigación muy concretas. Por una parte es posible establecer una serie

de paralelismos con la función de producción y con el residuo de Solow, aproximando el progreso técnico por medio de la evolución de la tasa de depreciación. Y por otra, utilizando los supuestos básicos del enfoque de modelos de generaciones, podemos explicitar una ecuación básica a estimar que nos proporcionará la información tecnológica necesaria para poder llevar a cabo la descomposición de la inversión.

En el apartado 6.5, apoyándonos en los resultados econométricos que figuran en el apéndice, se discuten los valores concretos de los parámetros estructurales del modelo teórico y los grados de libertad que ofrecen. La discusión anterior se sitúa en el contexto de la economía española y se procede, por una parte a descomponer la inversión bruta entre sus distintos componentes, y por otra a caracterizar etapas singulares del crecimiento español durante el periodo 1964-1990 en función de los resultados obtenidos.

6.2 UNA VISION RENOVADA DE LOS HECHOS ESTILIZADOS DEL CRECIMIENTO ESPAÑOL.

Para hacernos una idea de lo que ha ocurrido con los principales indicadores macroeconómicos del sector endógeno de la economía española durante los veinticinco años que transcurren desde 1965 hasta 1990, presentamos a continuación los cuadros 6.1 y 6.2, en los cuales se ofrecen las magnitudes más características que configuran los hechos estilizados del crecimiento, tanto en términos de sus valores observados corrientes, como corregidos por los valores de la utilización de la capacidad productiva y a los que denominamos servicios de los factores. Las tasas de crecimiento del output, el empleo, el stock de capital, la relación capital-trabajo, las productividades medias de los factores trabajo y capital, los precios de los factores, y la participación del trabajo en el producto total, son algunas de estas variables que nos van a permitir situar en su justo lugar las características propias del crecimiento económico español. El output se aproxima por el valor añadido bruto del sector, el empleo recoge el número de trabajadores por año, y el capital se mide como un stock neto de depreciación, de acuerdo con la valoración que hemos obtenido en los capítulos precedentes. En el cuadro 6.3 se presentan los resultados que ofrece la OCDE para el conjunto de la economía española, y a los cuales nos referiremos en adelante como la visión oficial de la misma. Resulta interesante el análisis comparativo entre ambas fuentes de información, puesto que los datos OCDE para España constituyen un referente fiel de la manera en que se han estado interpretando las pautas del crecimiento que experimentaron las economías occidentales -en especial las de la CEE- durante el periodo que estamos analizando.

CUADRO 6.1 VALORES CORRIENTES. SECTOR ENDOGENO.

$dLn(\cdot) / dt$ en %	1965 1973	1974 1979	1980 1985	1986 1990	1965 1990
OUTPUT (Y)	6.17	2.11	1.82	4.55	3.92
EMPLEO (L)	0.82	-1.99	-3.21	4.25	-0.10
CAPITAL (K)	7.19	1.30	2.50	4.95	4.32
K/L	6.36	3.29	5.71	0.70	4.41
Y/L	5.34	4.10	5.03	0.30	4.01
Y/K	-1.02	0.80	-0.68	-0.40	-0.40

CUADRO 6.2 VALORES CORREGIDOS POR UCP. SECTOR ENDOGENO.

$dLn(\cdot) / dt$ en %	1965 1973	1974 1979	1980 1985	1986 1990	1965 1990
CAPITAL (SK)	7.90	-0.48	2.06	5.80	4.21
SK/L	7.07	1.51	5.26	1.55	4.31
Y/L	5.34	4.10	5.03	0.30	4.01
Y/SK	-1.73	2.59	-0.24	-1.25	-0.30
WR	5.93	4.03	2.10	-0.74	3.32
C de uso	-6.02	2.16	5.97	2.03	0.18
WR/C uso	11.94	1.87	-3.88	-2.76	3.14
$\pi L = wL/Y$	0.58	-0.07	-2.93	-1.04	-0.70

CUADRO 6.3 ECONOMIA ESPAÑOLA SEGUN OCDE (¹).

$dLn(\cdot) / dt$ en %	1960 1973	1973 1979	1979 1986	1960 1986
OUTPUT (Y)	6.4	2.7	0.6	3.9
EMPLEO (L)	0.6	-1.5	-1.8	-0.6
CAPITAL (K)	8.5	7.8	3.8	7.0
K/L	7.9	9.3	5.6	7.6
Y/L	5.7	4.2	2.4	4.5
Y/K	-2.1	-5.1	-3.2	-3.1

¹ Los valores que se recogen en este cuadro han sido tomados de Englander y Mittelstadt (1988). Los que figuran en la última columna han sido elaborados por nosotros ponderando los de las columnas precedentes.

Como se puede observar, el sector endógeno de la economía española ha experimentado un fuerte proceso de intensificación capitalista durante los últimos veinticinco años -entre 1965 y 1990 se ha experimentado una tasa de crecimiento anual media de la relación capital-trabajo del orden del 4.4%-, pero esta intensidad es mucho menor que la que se desprende de las estadísticas oficiales como se puede ver en el cuadro 6.3, el cual ofrece tasas de crecimiento por subperiodos mucho más elevadas. Este proceso ha tenido sus más y sus menos, de tal forma que mientras que entre 1965 y 1973 la relación capital-trabajo creció a una tasa anual media del 6.4%, en los años restantes hasta el final de la década lo hace a una tasa tres puntos porcentuales menor, posteriormente se recupera en la primera mitad de los ochenta en que alcanza prácticamente los niveles de crecimiento del periodo anterior a la crisis, y finalmente se estanca durante el periodo expansivo de finales de los ochenta. En general, cada subperiodo ofrece una estructura diferente en cuanto a la evolución del capital y del empleo analizados por separado, y ello nos permite captar las características diferenciadas del proceso de crecimiento de la economía española en cada uno de los subperiodos. Así pues, vemos cómo la tasa de crecimiento de la relación capital-trabajo que se observa en el subperiodo 1965-1973 se debe fundamentalmente al enorme esfuerzo inversor acompañado de un relativo estancamiento en el empleo. En cambio, durante todo el periodo de crisis 1974-1985, el fuerte proceso de intensificación del capital se fundamenta sobre un menor esfuerzo inversor, puesto que la tasa de crecimiento del capital cae en picado, acompañado de una muy intensa reducción de la población ocupada. Finalmente, con la recuperación económica se produce un estancamiento en la relación capital-trabajo, que es la consecuencia inevitable del importante giro experimentado en la contratación de factor trabajo con respecto a la tendencia negativa que dominó durante todo el periodo de crisis. Este crecimiento de la población ocupada, acompaña de una manera muy llamativa el mayor esfuerzo inversor que caracteriza a los últimos años de la década de los ochenta.

En cuanto a la productividad media observada del factor trabajo, vemos en primer lugar que no tiene aplicabilidad general al caso español la polémica sobre la ralentización de la tasa de crecimiento de esta variable, al menos durante los años setenta y primeros de los ochenta. El crecimiento a

tasas del orden del 4-5% parecen ser la tónica entre 1965 y 1985. Este hecho plantea un serio problema cuando se tiene en cuenta la explicación que los distintos investigadores han dado de la ralentización de la misma. Con los datos del cuadro 6.1 habremos de ser capaces de dar una explicación satisfactoria al hecho de que la ralentización en el crecimiento del stock de capital del periodo 1974-1985 no se haya visto acompañado de una reducción paralela en la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo, teniendo en cuenta además la debilidad manifestada por la inversión bruta. Por otra parte, en el periodo de crecimiento 1986-1990 se experimenta el fenómeno inverso, la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo disminuye hasta valores prácticamente no significativos mientras que la inversión y el capital pasan a crecer a tasas mucho más elevadas que las experimentadas en los periodos precedentes.

Finalmente, existen otras dos variables, la productividad del capital y las participaciones relativas del capital y el trabajo en la producción total, que sobresalen por su mayor grado de estabilidad. La constancia de estas dos variables junto con la del coste de uso del capital -fenómeno éste que también se confirma para el caso de España como se puede comprobar en el cuadro 6.2, por lo menos a largo plazo ⁽²⁾- constituyen uno de los hechos estilizados de los modelos convencionales de la teoría del crecimiento que, en base a las mediciones oficiales tales como las de la OCDE que mencionábamos anteriormente, han sido puestos en tela de juicio durante los últimos años. De acuerdo con lo que parece desprenderse de nuestra propia base de datos, no hay motivo para tales críticas, y muy bien se puede seguir trabajando bajo la hipótesis de una constancia, sino absoluta al menos relativa, para estas dos variables.

En relación con lo que indicábamos más arriba, si pasamos a analizar la evolución particular del output y del empleo, nos encontramos con que a

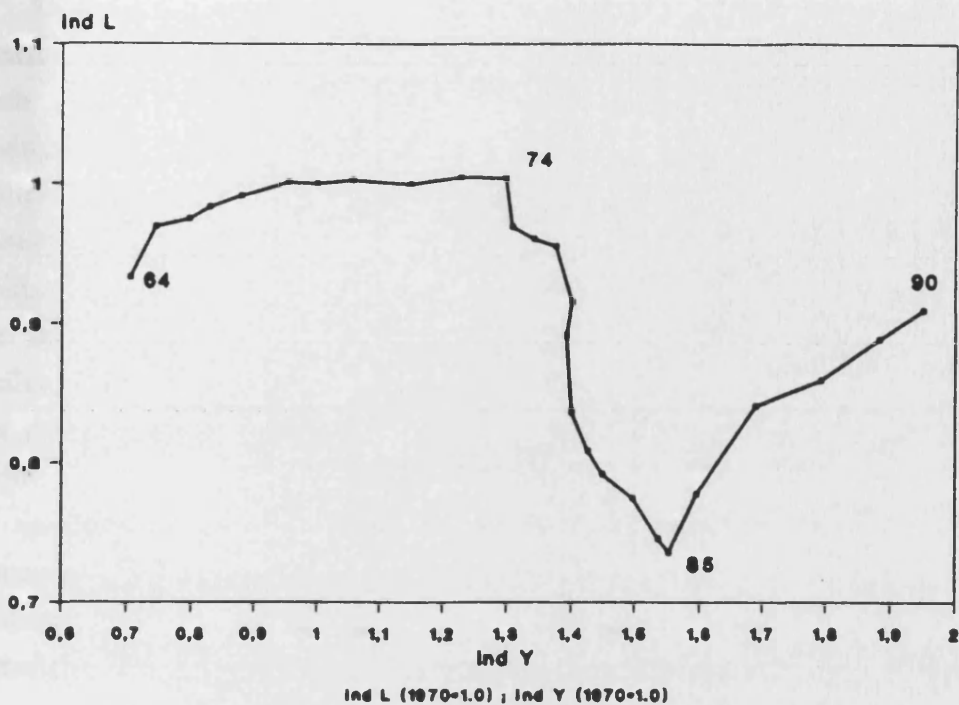
² Los valores del coste de uso del capital que se han utilizado para calcular las tasas de crecimiento que figuran en el cuadro 6.2, han sido elaborados por nosotros mismos de acuerdo con la metodología expuesta en el capítulo III. Tomando como referencia una serie del tipo de interés a largo plazo y el índice de precios de los bienes de inversión, hemos considerado la tasa de depreciación variable calculada en el capítulo IV, y hemos aumentado los valores resultantes por la parte proporcional a la tasa de utilización de la capacidad productiva.

diferencia de lo que generalmente se acepta para periodos anteriores como norma, ya en el periodo 1965-1973 la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo prácticamente alcanza a la tasa de crecimiento de la producción, señalando con ello un periodo de la economía española con crecimiento sin empleo, es decir, un periodo de fuerte crecimiento del output a tasas anuales medias de más del 6%, junto con un estancamiento del empleo que sólo crece a una tasa media anual del 0.8%. Este proceso se acentúa con la crisis, pues a partir de 1974, y hasta 1985, la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo desborda ampliamente la experimentada por el output. El continuo crecimiento, aunque débil, de la producción es seguido por una reducción mucho más importante de la población ocupada. Esta evolución solo se trunca desde 1986 en que parece abrirse un periodo expansivo con crecimiento simultáneo del output y del empleo a tasas, ambas, superiores al 4%. La descripción anterior es reflejo de los bruscos cambios que se producen en la relación entre producción y empleo, tal y como puede observarse en el gráfico superior de la página siguiente (³).

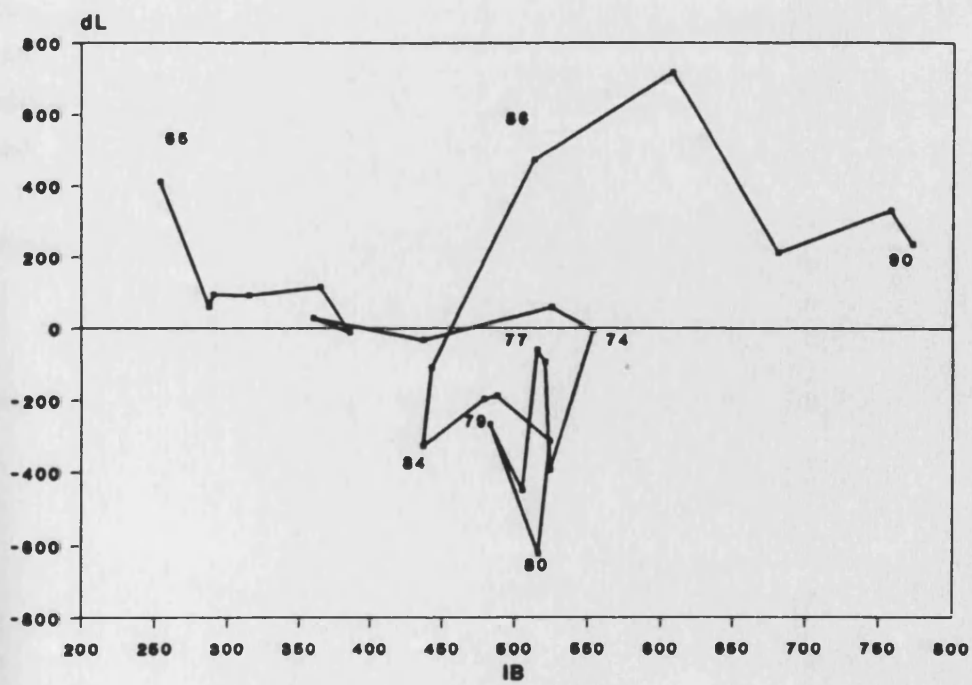
Si además introducimos en el esquema interpretativo la variable inversión, vemos que el considerable volumen inversión en capital fijo que se llevó a cabo entre 1965 y 1973 fue perdiendo capacidad para generar empleo, y que en el periodo comprendido entre 1974 y 1985, en que la inversión bruta permaneció estancada pero no experimentó una reducción acentuada, ininterrumpidamente se destruyeron puestos de trabajo. Todo ello apunta hacia una fuerte ruptura del patrón de crecimiento de la productividad del factor trabajo para un crecimiento dado del nivel de producción, es decir, hacia una excepcional introducción de nuevas técnicas productivas que elevan la tasa de crecimiento de la producción necesaria para mantener un nivel de empleo dado. Aún así, y en relación directa al posible aumento en el crecimiento de la productividad virtual de los bienes de equipo, observamos que las mayores tasas de crecimiento de la productividad del factor trabajo se registran en el tramo 1980-1985, periodo de una fuerte atonía en la inversión, de la cual se supone que actúa como vehículo de incorporación del progreso técnico.

³ Los gráficos que figuran a continuación están inspirados en Freeman, Clark y Soete (1982). La relación que en ellos se puede observar entre empleo, producción e inversión para la economía española, muestra un comportamiento que es muy semejante al del resto de países de la CEE, aunque muy diferente a las observadas en EE.UU. y Japon.

PRODUCCION Y EMPLEO.
SECTOR ENDOGENO



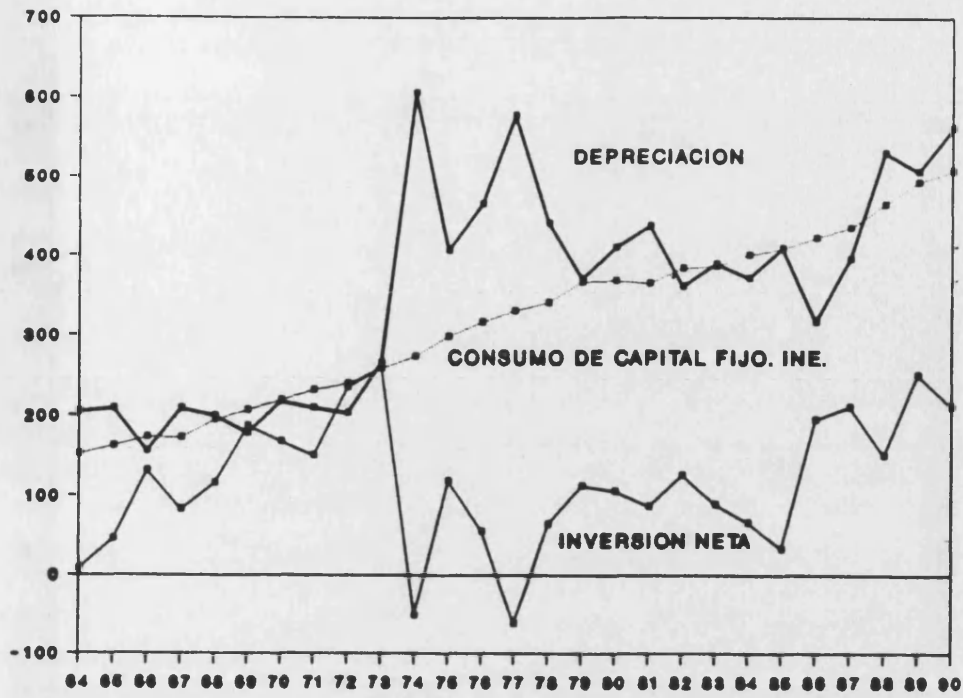
INVERSION Y VARIACIONES EN EL EMPLEO.
SECTOR ENDOGENO ECONOMIA ESPAÑOLA.



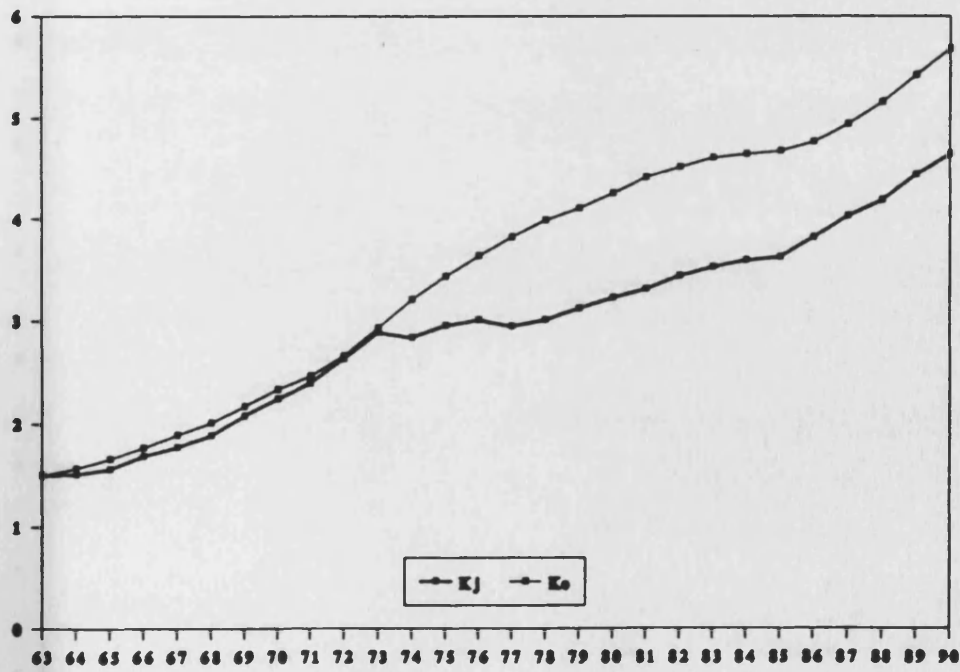
Una primera respuesta en negativo a las consideraciones que hacíamos anteriormente con respecto al papel de la inversión y el crecimiento del stock de capital en la determinación de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo y la evolución del empleo, se deduce del simple análisis visual a partir de los gráficos de la página anterior. En ellos se plantea muy claramente la duda respecto a cómo el enorme crecimiento de la productividad del trabajo pudo ser transmitida a la economía en un periodo en que la inversión bruta agregada está estancada y se muestra sumamente vacilante; y por otra parte, parece desprenderse que no fue la caída de la tasa de inversión la que inició el comienzo de la caída del nivel de empleo. Todo esto parece indicar que la inversión bruta no es un volumen informe sino un agregado de elementos con efectos diferenciados, y cuya composición porcentual tiene efectos diversos sobre el empleo y sobre la forma en que se produce la incorporación de nuevas tecnologías. Parece entonces necesario investigar la estructura de la propia inversión.

El primer eslabón para proceder a determinar esta estructura tiene como punto de partida los resultados de capítulos anteriores en los que hemos pretendido ilustrar el gran proceso de descapitalización sufrido por la economía española desde mediados de los años setenta. La endogeneización y variabilidad de la tasa de depreciación entendida en un sentido amplio, presenta una descomposición de la inversión bruta entre inversión neta y depreciación muy distinta a la que proviene de la aplicación del método del inventario perpétuo. A su vez, la importante obsolescencia de equipos productivos que se experimenta desde mediados de los setenta hasta la primera mitad de los ochenta, genera unos valores del stock de capital que a partir de 1974 se alejan considerablemente de los ofrecidos por las series más generalmente utilizadas.

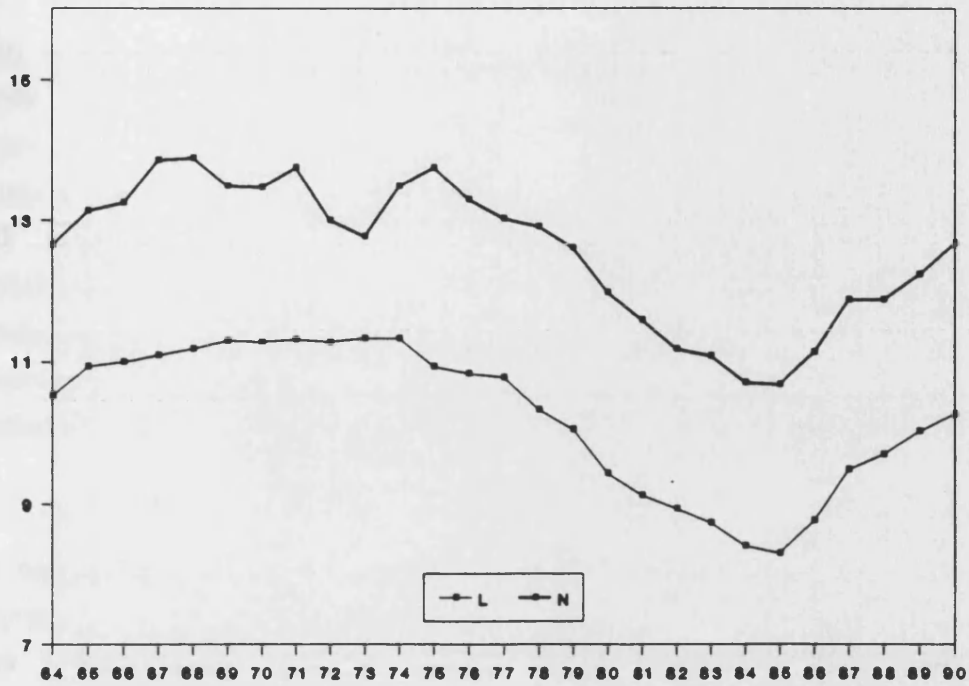
INVERSION NETA Y DEPRECIACION



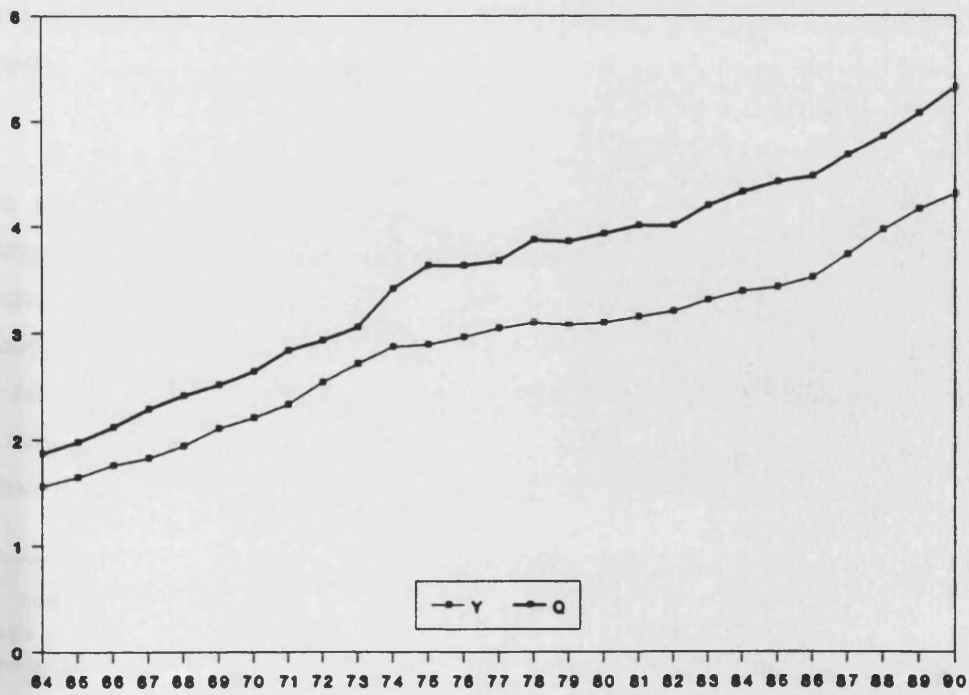
STOCK DE CAPITAL INE Y JUSTIFICADO



EMPLEO EFECTIVO Y DE PLENA CAPACIDAD.



PRODUCCION Y CAPACIDAD PRODUCTIVA.



En los gráficos de las páginas anteriores puede observarse una conexión muy estrecha entre la evolución del output y/o capacidad productiva y la del stock de capital. La destrucción de capital que recoge nuestra serie de depreciación parece estrechamente conectada con la evolución de la capacidad productiva y con el hecho de que los valores absolutos del stock de capital y del output crezcan a tasas medias inferiores a las que crecen dichas variables en relación al empleo, es decir la relación capital-trabajo y la productividad del factor trabajo. Ello es una manifestación evidente de la destrucción de empleo que ha sufrido la economía española durante todo este periodo.

Si consideramos la división tradicional entre inversión neta e inversión de reemplazamiento, disponemos ya, a partir de nuestros cálculos sobre la depreciación del capital en el sector endógeno de la economía española, de una primera descomposición de la inversión bruta total. Ahora bien, la variabilidad de nuestra serie de depreciación y el elevado porcentaje que ésta representa en la inversión bruta total, así como la diversidad de causas que la originan y que hemos identificado en los capítulos anteriores, nos previene sobre la conveniencia de tratar a su vez a esta inversión de reemplazamiento como un subagregado homogéneo; es decir, que es posible que la descomposición tradicional de la inversión bruta en dos componentes no sea la más indicada para analizar los fenómenos de incorporación de las nuevas técnicas productivas y su incidencia sobre la evolución del output y el empleo.

El tipo de desagregación que proponemos es, en principio, semejante al que se deduce de la Encuesta de Inversiones del Ministerio de Industria y Energía (EI-MINER), es decir por objetivos. Según esta división, la inversión bruta se puede destinar fundamentalmente a ampliación de la capacidad productiva, a la reposición de equipos o a la racionalización. No obstante, la no disponibilidad de series con el suficiente contenido cuantitativo, ni lo suficientemente amplias en el tiempo y en el contexto del sector definido como endógeno (⁴), nos ha obligado a plantearnos la descomposición a partir

⁴ Aunque desde 1986 la encuesta de inversiones del Ministerio de Industria y Energía ha supuesto una mejora sensible respecto a las anteriores de "expectativas empresariales" por objetivos de la inversión, no parece ser muy

de observaciones agregadas y en base a determinados supuestos sobre las características tecnológicas de los distintos tipos de inversión considerados.

En definitiva, la tesis que se defiende en este capítulo es triple. En primer lugar que la renovación de los equipos productivos ha sido mucho mayor que la que sugiere la aplicación del método del inventario perpétuo. Por ello consideramos necesario para explicar la evolución comparada del output y del empleo, utilizar una serie de depreciación variable calculada endógenamente. En segundo lugar, que la inversión de reemplazamiento tiene un contenido excesivamente heterogéneo y es incapaz por sí misma de captar en toda su dimensión los efectos sobre el empleo, especialmente en los periodos de intensa remodelación y de no sustitución simple de equipos que han protagonizado algunas de estas etapas de la economía española. Por ello es nuestra intención proceder a descomponer la inversión de reemplazamiento entre la de simple sustitución y la de productividad. En tercer lugar, y dado que bajo tecnologías putty-putty es imposible conceptualizar el fenómeno de la obsolescencia económica, pues solo el deterioro físico tendría sentido en tales circunstancias, es preciso considerar coeficientes fijos ex-post y apoyarse en una modelización con generaciones de bienes de capital. Así pues, aunque la perspectiva que se adopta en este trabajo es muy distinta a las aproximaciones más frecuentes en torno a la evolución temporal del empleo, se ofrece como consecuencia una imagen complementaria e interesante sobre las distintas etapas de crecimiento de la economía española en los últimos veinticinco años.

apropiada para descomponer la inversión de reemplazamiento. La razón es que la simple reposición, en general, implica la introducción de nuevas técnicas y por tanto en las encuestas queda infravalorada, mientras que la de racionalización, al contrario, aparece sobrevalorada. La suma de estos dos tipos de inversión sí puede suponer una aproximación a la gran importancia porcentual de la inversión de reemplazamiento en el total de la industria. Con la prudencia necesaria ésta encuesta podría ser explotada para la descomposición entre la inversión de capacidad y de reemplazamiento, en la línea de Feldstein y Foot, Eisner, y otros, cuando utilizan las series McGraw-Hill para Estados Unidos; o Saglio, Bernard, y Fayolle utilizando l'Enquête de conjoncture sur l'investissement dans l'industrie para la economía francesa.

6.3. ESTRUCTURA DE LA INVERSION: REPERCUSIONES SOBRE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y EL EMPLEO.

En el capítulo II dedicábamos el apartado 2.4 íntegramente a analizar, con una perspectiva más lógica que histórica, las distintas formas en que se ha acometido en la literatura el objetivo de descomponer la inversión bruta total en distintos subagregados. Allí mismo veíamos cómo las distintas consideraciones sobre la depreciación, es decir, sus múltiples causas y formas de manifestarse, así como los distintos supuestos tecnológicos respecto al grado de sustituibilidad entre los factores tanto *ex-ante* como *ex-post*, es decir modelos *putty-putty*, *clay-clay*, y *putty-clay*, iban marcando la pauta según la cual en distintos momentos y con distintas necesidades de tipo teórico y aplicado, la descomposición de la inversión ha tomado una forma u otra. En concreto, la diferenciación entre inversión de capacidad o neta por una parte, e inversión de reemplazamiento por otras, obedece a la estructura impuesta por los modelos con tecnología *clay-clay*. Así pues, dado que ha sido nuestra voluntad a lo largo de todo este trabajo la de aproximarnos lo más posible a los supuestos de la tecnología *putty-clay*, se planteaba en el capítulo II la necesidad de abandonar la descomposición anterior, señalando que el reemplazamiento como tal de los equipos depreciados se puede llevar a cabo por medio de un tipo de inversión que sencillamente se acomoda a la pauta "normal" de crecimiento de la eficiencia del factor trabajo, reflejada ésta en la evolución temporal de la relación empleo-capital de cada generación de bienes de equipo, y que denominamos inversión de sustitución; y también por otro tipo de inversión que rompe con dicha pauta introduciendo alteraciones en la misma más propias del supuesto *putty-clay*, y que denominamos inversión de productividad. Para mayores detalles sobre estas cuestiones remitimos al lector de nuevo al apartado 2.4 del capítulo II.

Uno de los elementos cruciales que surge con mayor fuerza cuando analizamos la inversión desde el punto de vista de su composición heterogénea, es que el objetivo para el cual se planea y finalmente se realiza ya no es, como ocurre en el análisis macroeconómico tradicional, solamente la voluntad de actuar sobre la capacidad productiva. Muy al

contrario, la empresa se plantea sus decisiones sobre la inversión, o mejor dicho sobre los distintos tipos de inversión, en función de objetivos mucho más plurales que el estrictamente productivo. Así pues, la empresa encuentra un gran aliciente para llevar a cabo determinadas inversiones con las miras puestas en la reducción de costes. En este orden de cosas, los modelos clay-clay, al diferenciar entre inversión de capacidad e inversión de reemplazamiento, están dando pie a que se pueda modelizar este doble objetivo empresarial en términos de los efectos diferenciados de los distintos tipos de inversión sobre las variables producción y empleo.

En los modelos de crecimiento con tecnología clay-clay tenemos que la inversión de capacidad constituye el instrumento fundamental para la consecución de los objetivos empresariales establecidos sobre la evolución futura de la capacidad productiva. Este tipo de inversión, conceptualizada en toda su magnitud como una inversión neta, contribuye a la ampliación de la capacidad productiva y simultáneamente a la expansión del empleo, en la medida en que lo establece la caracterización técnica de los bienes de equipo que se ofrecen en el momento en el cual se planea la inversión. En cada momento existe un único tipo de bienes de equipo, que incorporan una relación empleo-capital, determinada a priori por la tasa constante de crecimiento de la eficiencia del factor trabajo. La diferenciación tecnológica por generaciones, de los equipos productivos utilizados por las empresas, es una consecuencia de la secuencialización de las inversiones pero también de la existencia de esta pauta temporal preestablecida de evolución de la relación empleo-capital. Por otra parte, y en perfecta consonancia con esto último, la inversión de reemplazamiento, constituida por aquella parte de la inversión bruta global que se destina a reemplazar los equipos depreciados, se caracteriza por sus efectos diferenciados, en términos netos, sobre la capacidad de producción de la empresa y sobre el empleo. Dado que existe en cada periodo un único tipo de bienes de equipo tecnológicamente diferenciado, la inversión de reemplazamiento altera la tasa a la cual se utiliza el factor trabajo por unidad de capital, y consiguientemente los requerimientos globales de empleo por unidad producida. Este hecho es consecuencia de que existe una senda "normal" de evolución de la relación empleo-capital, a partir de la cual se desprende que la tasa de creación de empleos por unidad de inversión es distinta de la tasa a la cual se destruyen con los equipos

depreciados.

La tecnología clay-clay, la cual tiene vedada la posibilidad de alterar las proporciones técnicas de los equipos instalados, de la misma forma que no es posible elegirlos ex-ante en función de la marcha de los precios relativos, encuentra en esta diferenciación de la inversión la posibilidad real de adaptarse, aunque de una manera bastante lenta, a la técnica óptima sustituyendo unos factores por otros. Bajo tecnologías clay-clay la sustitución entre los factores de producción trabajo y capital, así como la evolución del empleo global, se manifiesta a través de reemplazamientos acelerados o ralentizados de los equipos productivos. Si suponemos que existe una senda temporal decreciente para la relación empleo-capital, una inversión que podamos calificar puramente de reemplazamiento destruirá empleos a una tasa superior a la que los crea, debido simplemente al hecho de que los equipos depreciados incorporaban una relación capital trabajo menor que la que incorporan los equipos que vienen a reemplazarlos.

Dado el enfoque general que le hemos dado a este trabajo, el esquema anterior correspondiente a una tecnología clay-clay resulta a todas luces insatisfactorio. La razón fundamental es que pretendemos aproximarnos al estudio de la depreciación y de la inversión desde un enfoque putty-clay, en el cual la empresa todavía tenga opción a elegir ex-ante la relación técnica que desea incorporar en los nuevos bienes de equipo. Esto necesariamente nos traslada a un escenario en el cual, como mínimo, deben existir dos tipos de bienes de equipo con características técnicas diferenciadas, y entre los cuales la empresa elige. Una consecuencia inmediata, como más adelante veremos, es que la estructura de la inversión con la que debemos trabajar es relativamente más compleja que la que se desprende del anterior esquema clay-clay.

En esta línea, el análisis descriptivo y estadístico parece ser que ha tomado la delantera al análisis teórico, pues tanto en España como en otros países occidentales, las diferentes estadísticas oficiales han tratado de captar la magnitud de los distintos tipos de inversión por medio de encuestas empresariales y otros tipos de información obtenida directamente de las empresas, incluyendo un apartado para lo que allí se denomina inversión de

racionalización. Tal y como indicábamos en el apartado anterior, en España, el Ministerio de Industria abordó la posibilidad de obtener información desagregada sobre los distintos componentes de la inversión. En gran parte a partir de estudios basados en información contable obtenida directamente de empresas de un sector productivo concreto, e incluso de encuestas de inversiones, se fue caracterizando una desagregación de la inversión por objetivos, hablandose fundamentalmente de inversión de capacidad, inversión de reposición e inversión de racionalización. A su vez, la inversión de reposición y la de racionalización, conjuntamente, consituirían la inversión de reemplazamiento.

Se abre así la posibilidad de establecer una interrelación entre los datos observados sobre empleo y output, y las opiniones empresariales sobre finalidades de la inversión. Pero en realidad, este cruce de información para el caso de España, que nosotros conozcamos, solo ha sido inicialmente explotado para un año, 1987, por Myro y Gonzalez (1988).

A partir de este nuevo enfoque interpretativo, conviene recalcar que la estructura de la inversión es tan importante como su volumen a la hora de analizar las consecuencias sobre el empleo y el output. Nuestra opinión es que, dadas las características particulares del proceso de industrialización español y la forma en que en este país se afrontó la crisis económica de los años setenta y primeros de los ochenta, las series de inversión bruta, depreciación e inversión neta son en sí mismas insuficientes para explicar la evolución observada en el empleo y la capacidad productiva. Por consiguiente proponemos una descomposición de la inversión en los siguientes términos:

Inversión de Expansión, (I^E). El objetivo fundamental de ésta es incrementar la capacidad productiva. Dicho aumento se producirá a la tasa " a_t " por unidad de inversión de expansión, la cual deberá interpretarse como la tasa "normal" a la cual la inversión genera incrementos en la capacidad productiva. La inversión de expansión tiene efectos positivos sobre el empleo en una proporción " κ_t ", definida como el número de empleos creados por unidad de inversión, o también como la inversa del coste de creación de un empleo en el periodo t . Los efectos de este tipo de inversión, sobre el output y sobre el empleo, en términos netos de depreciación son los mismos que se indican,

puesto que la inversión de expansión se concibe en toda su magnitud como inversión neta.

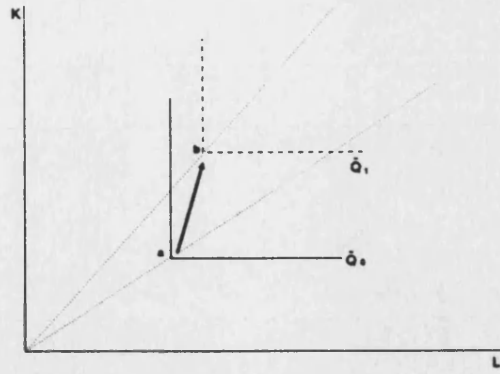
Inversión de Sustitución, (I^S). Este componente de la inversión bruta está estrechamente relacionado con el deterioro y la obsolescencia tecnológica, considerados a su tasa "normal". Su finalidad última es reponer equipos que se han vuelto antieconómicos, de tal forma que la capacidad de producción no se vea alterada. Las características técnicas de la inversión de sustitución son las mismas que las de la inversión de expansión, es decir, ambas se deciden en términos de un mismo tipo de bienes de equipo con las mismas características tecnológicas, aquellas que determina la senda "normal" de evolución temporal de la relación empleo-capital; pero dado que la finalidad para la cual se deciden es distinta, también serán distintos los efectos sobre el output y el empleo en términos netos, no así en términos brutos. Evidentemente, en términos netos de depreciación, la inversión de sustitución, como su propio nombre indica, no afectará a la capacidad de producción. Sin embargo, por lo que respecta al empleo, la simple sustitución o reposición de equipos depreciados conlleva también una determinada destrucción de empleos en términos netos vinculada al progreso técnico incorporado en el recambio generacional de unos equipos viejos por otros más eficientes. Los bienes de equipo que incorpora crean empleo a la tasa " κ_t ", mientras que los equipos desplazados lo destruyen a la tasa " κ_t^M ". La destrucción neta de empleo se realizará a la tasa " $\kappa_t - \kappa_t^M$ ", donde es de esperar que $\kappa_t < \kappa_t^M$ dado el carácter decreciente de la relación empleo-capital a lo largo del tiempo; fenómeno éste que se relaciona normalmente con la evolución temporal creciente experimentada por la productividad del factor trabajo.

Inversión de Productividad, (I^P). También puede interpretarse como inversión de racionalización y/o modernización. Su objetivo es la remodelación de los métodos de producción existentes, la disminución de plantillas, la reducción de los costes de fabricación, y en general la introducción de nuevas técnicas productivas ante cambios percibidos como permanentes en las condiciones económicas generales. Es un componente de la inversión total que se encuentra muy relacionado con la obsolescencia estructural y con cambios profundos en los precios relativos respecto a la

tendencia normal de los mismos. En tanto en cuanto incorpora técnicas de distinta naturaleza a las de la inversión de expansión y la inversión de sustitución, la inversión de productividad se materializa en un tipo de bienes de equipo diferente a los que recogen las otras dos, y que podemos caracterizar mediante la especificación de los efectos diferenciales en términos de empleo, " κ_t^P ", y en términos de output, " b_t ". La inversión de racionalización no es una inversión de expansión y no pretende directamente reponer capacidad productiva. Ello implica mermas en esta última. De alguna manera, la ventaja (desventaja) que la inversión de productividad pueda presentar para la empresa en términos de menores (mayores) requerimientos de empleo, " $\kappa_t - \kappa_t^P$ ", se compensa con desventajas (ventajas) en términos de menores (mayores) contribuciones al output, " $a_t - b_t$ ". Si tenemos en cuenta que la inversión de productividad, en el fondo, es una parte de la inversión de reemplazamiento, los efectos de la misma sobre el output y el empleo en términos netos de depreciación serán " $-b_t$ " y " $\kappa_t - \kappa_t^P - \kappa_t^M$ " respectivamente.

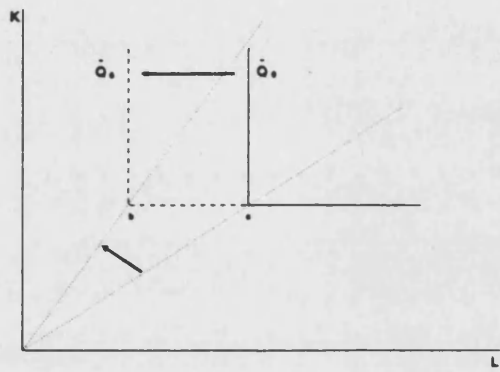
La inversión de productividad o, mejor, los bienes de equipo que la contextualizan, determinan el punto crucial por el que nuestro razonamiento se aparta del esquema clay-clay y pasa a situarse en el ámbito de la tecnología putty-clay. La posibilidad de elección que se le ofrece a la empresa para llevar a cabo el reemplazamiento por medio de la inversión de sustitución o la inversión de productividad es una elección ex-ante, la cual permite apartarse de la senda "normal" que anteriormente asociábamos a la tecnología clay-clay y por consiguiente acelerar la sustitución entre los factores. Al introducir este nuevo tipo de inversión y vincularla con el reemplazamiento, la sustitución entre los factores sigue estando en función de la magnitud del reemplazamiento, pero a diferencia de lo que ocurre con el modelo clay-clay, ahora la empresa dispone de la posibilidad de realizarla a dos ritmos alternativos, uno normal y exógeno, y otro excepcional y endógeno, quedando la elección definitiva sujeta a las reglas de optimalidad que guían las decisiones empresariales cuyos objetivos se establecen en términos de ingresos (producción) y costes (empleo).

INVERSION DE EXPANSION



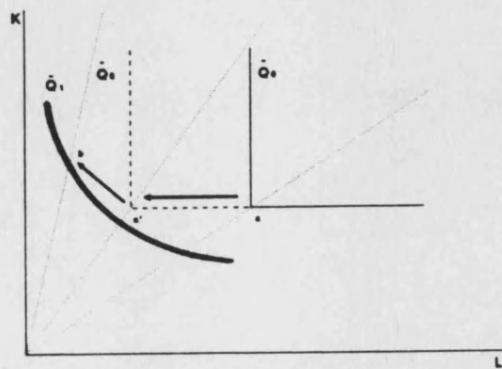
INVERSION DE SUSTITUCION

(Reemplazamiento)



INVERSION DE PRODUCTIVIDAD

(Reemplazamiento)



La inversión de racionalización o productividad implica alteraciones en la naturaleza de los bienes de capital respecto a los considerados en la simple sustitución. Estas alteraciones pueden ser consecuencia de acontecimientos muy diversos, principalmente los relacionados con procesos de reestructuración productiva muy intensa, tales como los que pudieron ocasionar los cambios en los patrones del comercio internacional, las variaciones en la estructura de la demanda, los shocks energéticos de la década de los setenta o, de acuerdo con lo que se ha argumentado para el caso español, la anticipación a partir de 1985 de las consecuencias de su inmediato ingreso en la CEE, que en cualquier caso suponen alteraciones muy significativas en la estructura de precios relativos tanto de bienes como de factores (⁵).

Dada la enorme dificultad de disponer de datos cuantitativos sobre estos tres tipos de inversión con las características necesarias para hacerlos operativos, proponemos un enfoque alternativo al de las encuestas para aproximar desde las mediciones macroeconómicas una descomposición de la inversión. Para ello, en primer lugar presentamos en el apartado siguiente un modelo de crecimiento que se acomoda, en la medida de lo necesario, bastante bien a la pauta de lo que sería el escenario con una tecnología putty-clay.

Este objetivo nos lo proponemos contando con que la serie de depreciación que hemos obtenido endógenamente nos mide la inversión de reemplazamiento y, por consiguiente, la diferencia entre la inversión bruta y ésta nos da directamente la inversión de expansión o de capacidad. Al disponer de una medida de la depreciación o, si se prefiere, de las minoraciones de capital, siempre es posible hablar de una inversión de

⁵ Esta última causa protagoniza la explicación de Myro y Gonzalez (1988) y del Ministerio de Industria, relativa a la recuperación de la inversión que se experimenta en España a partir del año 1985. Estos autores enfatizan la importancia de la inversión de racionalización durante este periodo en que, según ellos se sitúa siempre por encima de la mitad de la inversión bruta total. En nuestros términos no nos atreveríamos a relacionar este relanzamiento de la inversión tan estrechamente con la inversión de productividad. La inversión de expansión aumentó sensiblemente, y la recomposición de los excedentes empresariales así como el saneamiento financiero de las empresas facilitó el reemplazamiento normal y no precisamente el extraordinario que recoge la inversión de productividad, pues el empleo aumentó durante este periodo de una forma especialmente intensa.

reemplazamiento cuya finalidad es compensar precisamente esta depreciación de equipos. De acuerdo con el esquema que hemos planteado más arriba, la inversión de productividad, aún cuando tiene efectos sobre la capacidad, éstos tienen un sentido residual, debido a que el motivo último por el cual la empresa decide realizar inversión de productividad no es para alterar la capacidad productiva sino para reemplazar el capital depreciado. En el caso de la obsolescencia, para reemplazarlos por equipos ahorradores de factor trabajo. Teniendo en cuenta esto, podemos referirnos a la inversión de reemplazamiento como la suma de la inversión de productividad más la inversión de sustitución. De acuerdo con esto lo que perseguimos es la descomposición de la inversión de reemplazamiento sabiendo que sus valores nos los da la depreciación calculada en el capítulo IV. Podemos sintetizar la descomposición de la inversión en términos de las siguientes ecuaciones:

$$[6.1] \quad I^B = I^N + M$$

$$[6.2] \quad I^B = I^E + I^S + I^P$$

$$[6.3] \quad I^N = I^E$$

$$[6.4] \quad M = I^S + I^P$$

Esta forma de definir los distintos tipos de inversión tiene la ventaja, frente a otras alternativas, de que los mismos pueden coexistir lógicamente, pues no se contradicen entre sí las respectivas condiciones de arbitraje (⁶).

⁶ Evidentemente una empresa puede elegir entre aumentar su capacidad, sustituir o racionalizar sus equipos en base a que un tipo de inversión domine a otro/s, pero en términos agregados pueden coexistir los distintos tipos de inversión. De hecho, las encuestas de opiniones empresariales son un agregado de respuestas que pueden ser excluyentes entre sí, pero a nivel agregado puede considerarse válida la coexistencia de los tres tipos de inversión ya sea por analizar distintos sectores con empresas que realizan inversión de alguno de los tipos considerados, existiendo distintos sectores con distintos patrones de inversión, o por considerar la coexistencia bajo la forma de un agente representativo que realiza inversiones de los tres tipos simultáneamente.

Las respectivas rentabilidades unitarias, en un momento del tiempo, pueden expresarse de la siguiente forma:

$$[6.5] \quad B^E = p \cdot a - w \cdot \kappa$$

$$[6.6] \quad B^S = p \cdot a - w \cdot \kappa - (p \cdot a - w \cdot \kappa^M) = -w \cdot (\kappa - \kappa^M)$$

$$[6.7] \quad B^P = p \cdot (a - b) - w \cdot (\kappa - \kappa^P) - (p \cdot a - w \cdot \kappa^M) = -p \cdot b - w \cdot (\kappa - \kappa^P - \kappa^M)$$

siendo p el precio del output, y w el coste salarial anticipado.

Las ecuaciones anteriores, nos ofrecen las siguientes condiciones de competitividad entre los distintos tipos de inversión:

1. Entre la inversión de expansión y la de sustitución se obtiene la conocida regla de scrapping de los modelos clay-clay, que determina que la productividad media del trabajo correspondiente a la máquina más antigua, la productividad marginal en ese contexto, ha de ser igual al salario real.

$$[6.8] \quad \frac{w}{p} = \frac{a}{\kappa^M}$$

2. Entre la inversión de expansión y la inversión de productividad la condición de arbitraje que se obtiene es:

$$[6.9] \quad \frac{w}{p} = \frac{a + b}{\kappa^P + \kappa^M}$$

Esta es la verdadera regla de scrapping cuando existe inversión de productividad y la tecnología no es estrictamente clay-clay. La productividad

del trabajo de la máquina marginal es consecuencia tanto de la tasa normal de progreso técnico exógeno incorporado, como de la incorporación, inducida por el cambio extraordinario en las condiciones económicas generales, de tecnologías que alteran el curso normal del cambio en la relación capital-trabajo. Esto último se manifiesta por medio de un efecto doble, uno sobre la productividad global de la inversión y otro sobre los requerimientos de factor trabajo. Esta es una regla de scrapping putty-clay en los términos más simples posibles, deducida a partir de una estructura concreta de tipos de inversión como la anteriormente propuesta.

3. Evidentemente, en caso de coexistir los dos tipos de inversión que se encargan del reemplazamiento, es decir, bajo la situación en la cual contemporizan la inversión de sustitución y la de productividad, deberán satisfacerse simultáneamente las dos ecuaciones anteriores, y por lo tanto la condición que se deberá satisfacer entre los distintos parámetros estructurales es la siguiente:

$$[6.10] \quad \frac{a}{b} = \frac{\kappa^M}{\kappa^P}$$

La ecuación 6.10 recoge, de una manera muy sencilla, gran parte de nuestros postulados anteriores referidos a la inversión de productividad y su relación con los otros dos tipos de inversión. Si b es positivo se destruye capacidad productiva en relación a la simple sustitución, pero también se reducen los requerimientos del factor trabajo ($\kappa^P > 0$). Si b es negativa entonces la inversión de productividad crea capacidad en términos netos, pero entonces $\kappa^P < 0$ y también habrá que utilizar más trabajo por unidad de inversión para poder crear esa capacidad productiva adicional.

6.4 EL MARCO ANALITICO.

La relación entre empleo (L), output (Y), y stock de capital (K) generalmente suele establecerse bajo el esquema de una función de producción. Este esquema presupone unas líneas causales que van desde las cantidades de factores utilizados hacia el volumen de producción obtenido, dado el estado de la tecnología y condiciones de maleabilidad suficiente del equipo capital.

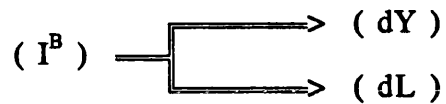
Si tenemos en cuenta que las variaciones del stock de capital pueden ser seguidas a través del proceso inversor y la depreciación, pero que no ocurre lo mismo con las variaciones del empleo, las cuales son un resultado *ex-post* del propio proceso productivo, deberemos concluir que la forma en la que en una función de producción se tratan las variaciones del empleo y del capital, no recoge esta naturaleza diferenciada de un tipo y otro de variación. La inversión sigue un comportamiento volátil y autónomo, mientras que la evolución del empleo, aunque pudiera ser volátil, en su caso lo sería por un comportamiento fundamentalmente derivado.

El esquema analítico que proponemos a continuación pretende ser más respetuoso con las restricciones tecnológicas a las que se enfrentan las decisiones empresariales, así como con las líneas de causalidad que se esconden tras la relación existente entre el output, el trabajo y el capital. El esquema que proponemos es intencionadamente sencillo y utiliza en gran parte relaciones de identidad solo alteradas por los supuestos necesarios para hacerlo operativo.

En el esquema de una función de producción la línea causal implícita, aparentemente es:

$$(I^N) \text{ conjuntamente con } (dL) \implies (dY)$$

De acuerdo con el enfoque que se adopta en este trabajo, la línea causal propuesta es:



Teniendo en cuenta las ecuaciones 6.2 y 6.4, podemos establecer una descomposición de las variaciones observadas en la producción y en el empleo, coherente con el esquema de descomposición de la inversión, así como con las líneas de causalidad que se acaban de describir.

$$[6.11] \quad dY = dY^E + dY^S + dY^P$$

$$[6.12] \quad dL = dL^E + dL^S + dL^P$$

Las ecuaciones 6.11 y 6.12, nos dicen que las variaciones totales observadas en la producción y en el empleo pueden descomponerse entre las variaciones provocadas por la inversión de expansión, las provocadas por la inversión de sustitución y las que se derivan directamente de la inversión de productividad.

De acuerdo con las definiciones del apartado anterior podemos explicitar cada uno de los componentes de las dos ecuaciones anteriores en términos de los coeficientes estructurales. Empezando por los componentes de la ecuación 6.11, tenemos:

$$[6.13] \quad dY^E = a \cdot UCP \cdot I^E$$

$$[6.14] \quad dY^S = 0$$

$$[6.15] \quad dY^P = -b \cdot UCP \cdot I^P$$

La ecuación 6.13 recoge el efecto positivo de la inversión de expansión sobre el output. Este efecto, netamente positivo, se transmite a la tasa "a" por unidad de inversión, descontada por la tasa a la que se están utilizando los equipos instalados (UCP), que suponemos es aplicable también a los nuevos equipos (⁷). La ecuación 6.14 nos indica que, "ceteris paribus", la inversión de sustitución no afecta al nivel de producción debido fundamentalmente a que el efecto positivo que el hecho de invertir tiene, se compensa exactamente con el efecto de signo opuesto provocado por el retiro de los equipos sustituidos. Es decir, la capacidad de producción no se ve afectada, y por lo tanto no debemos esperar, dado lo demás constante, variación alguna en el nivel de producción. Finalmente, la ecuación 6.15 recoge los efectos netos de la inversión de productividad sobre el output. Evidentemente, la incorporación de equipos afectan a la capacidad productiva en una tasa unitaria "a-b", diferente de la que incorpora la inversión de expansión e incluso la de sustitución, pero por otra parte, la eliminación de los equipos reemplazados afecta también a la capacidad de producción en términos negativos a la tasa general "a". La ecuación 6.15, como ya hemos dicho, recoge el efecto neto descontado por la tasa de utilización de la capacidad productiva.

Sustituyendo las ecuaciones 6.13, 6.14 y 6.15 en la ecuación 6.11 y dividiendo por la variable UCP se obtiene la siguiente expresión que muestra los efectos de la inversión sobre las variaciones de la capacidad productiva (⁸):

⁷ Como ya hemos repetidamente mencionado en el texto, consideramos la distinción entre output efectivo (Y) y capacidad productiva (Q), al igual que entre empleo efectivo (L) y empleo de plena capacidad (N). Esta diferencia se recoge en las ecuaciones que siguen, a través de la explicitación de la variable utilización de la capacidad productiva (UCP). Como ya demostramos en el capítulo III, la explicitación de los valores inferiores al 100% de la utilización de la capacidad productiva resulta necesario cuando se trabaja con un modelo putty-clay con incertidumbre sobre la demanda. Es más, solamente en ese tipo de modelos de desequilibrio con incertidumbre es posible contextualizar las situaciones de exceso de capacidad.

⁸ Dado que la capacidad productiva (Q) la definimos como el cociente entre el output efectivo (Y) y la tasa de utilización de la capacidad productiva (UCP), la expresión dQ tal como aparece definida en la ecuación 6.16, solamente aproxima las variaciones en la capacidad productiva. De hecho, en la ecuación 6.17 se puede comprobar que escribiendo en forma de tasas de crecimiento, dQ/Q se corresponde con la tasa de variación del output efectivo

$$[6.16] \quad dQ \approx \frac{dY}{UCP} = a \cdot I^E - b \cdot I^P$$

Si dividimos por la capacidad productiva, entonces es posible establecer la siguiente relación:

$$[6.17] \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{dY}{Y} = a \cdot \frac{I^E}{Q} - b \cdot \frac{I^P}{Q}$$

Pasemos ahora a analizar los distintos componentes de la ecuación 6.12, los cuales se pueden escribir en función de los coeficientes estructurales de la siguiente forma:

$$[6.18] \quad dL^E = \kappa \cdot UCP \cdot I^E$$

$$[6.19] \quad dL^S = (\kappa - \kappa^M) \cdot UCP \cdot I^S$$

$$[6.20] \quad dL^P = (\kappa - \kappa^P - \kappa^M) \cdot UCP \cdot I^P$$

La ecuación 6.18 recoge el efecto positivo de la inversión de expansión sobre el empleo efectivo. Este tipo de inversión neta contribuye a crear κ puestos de trabajo por unidad de inversión, evidentemente descontados por la tasa a la que se utiliza la capacidad productiva. En la ecuación 6.19 se muestra el efecto de la inversión de sustitución, la cual es destructiva neta de puestos de trabajo en tanto que sustituye máquinas con una elevada relación empleo-capital por otras que incorporan una relación menos intensa

y no con la tasa de variación de la capacidad productiva.

en la utilización del factor trabajo. Finalmente, la ecuación 6.20 expresa las variaciones del empleo efectivo provocadas por la inversión de productividad. Esta puede contribuir tanto positiva como negativamente en términos netos a la creación de puestos de trabajo, aunque como ya indicámos en el apartado anterior lo más corriente es que el efecto neto resulte negativo, es decir que aún cuando κ^P puede ser negativo, lo cual revelaría alteraciones de la norma hacia técnicas marginalmente más trabajo intensivas, la tendencia general ahorradora de trabajo puede dominar ofreciéndonos un valor de κ^M superior a la suma de los valores absolutos de κ y κ^P .

Si sustituimos las ecuaciones 6.18, 6.19 y 6.20 en la ecuación 6.12 y dividimos por la variable UCP obtenemos:

$$[6.21] \quad \frac{dL}{UCP} = \kappa \cdot I^E + (\kappa - \kappa^M) \cdot I^S + (\kappa - \kappa^P - \kappa^M) \cdot I^P$$

Dividiendo por la capacidad productiva, la ecuación 6.21 se convierte en:

$$[6.22] \quad \frac{dN}{Q} = \kappa \cdot \frac{I^E}{Q} + (\kappa - \kappa^M) \cdot \frac{I^S}{Q} + (\kappa - \kappa^P - \kappa^M) \cdot \frac{I^P}{Q}$$

Haciendo uso de las ecuaciones 6.1-6.4 para realizar algunas sustituciones, después de reordenar términos obtenemos la siguiente expresión

$$[6.23] \quad \frac{dN}{Q} = \kappa \cdot \frac{I^B}{Q} - \kappa^P \cdot \frac{I^P}{Q} - \kappa^M \cdot \frac{M}{Q}$$

Tanto la ecuación 6.17 como la 6.23, que expresan respectivamente la evolución del output y del empleo, no pueden ser estimadas directamente si no se dispone previamente de datos sobre I^P , I^B , e I^S ; es decir, datos sobre la estructura de la inversión bruta por finalidades.

Es preciso, por tanto, eliminar entre las ecuaciones 6.17 y 6.23 la variable I^P . Para ello imponemos la restricción de que la ecuación 6.23 se satisfaga de una manera totalmente determinista obligando a que los distintos tipos de inversión "ajusten" perfectamente la evolución del empleo. De esta forma es posible despejar la inversión de productividad que quedaría como sigue:

$$[6.24] \quad \frac{I^P}{Q} = - \frac{1}{\kappa^P} \frac{dN}{Q} + \frac{\kappa}{\kappa^P} \frac{I^B}{Q} - \frac{\kappa^M}{\kappa^P} \frac{M}{Q}$$

Esta es la ecuación básica para poder proceder posteriormente a la descomposición de la inversión, pero que de momento, sustituida en 6.17 y agrupando términos, permite obtener la siguiente expresión "reducida":

$$[6.25] \quad \frac{dY}{Y} = \frac{dQ}{Q} = \frac{b}{\kappa^P} \frac{dN}{Q} + \left(a - \frac{b \cdot \kappa}{\kappa^P} \right) \frac{I^B}{Q} + \left(\frac{b \cdot \kappa^M}{\kappa^P} - a \right) \frac{M}{Q}$$

Ahora bien, en la ecuación 6.25, al contrario de lo que ocurre con la función de producción, figura la inversión bruta y no la neta. Si explicitamos la inversión neta para introducir en nuestro análisis dicha variable y así poder discriminar entre el enfoque de la función de producción y el que nosotros adoptamos en este trabajo, obtendremos una expresión como la siguiente (9):

⁹ Esta especificación de la relación entre la tasa de crecimiento del output, la variación del empleo, la inversión neta y la depreciación, sí puede ser

$$[6.26] \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{b}{\kappa^P} \frac{dN}{Q} + \left(a - \frac{b \cdot \kappa}{\kappa^P} \right) \frac{I^N}{Q} + \left(\frac{b \cdot (\kappa^M - \kappa)}{\kappa^P} \right) \frac{M}{Q}$$

Esta ecuación puede interpretarse como alternativa de una función de producción. Si nos fijamos en las condiciones de arbitraje 6.8 y 6.9, obtenidas en el apartado anterior, tenemos que, cuando coexisten los tres tipos de inversión, se cumple

$$[6.27] \quad \frac{b}{\kappa^P} \cdot \frac{dN}{Q} = \frac{w}{p} \cdot \frac{dN}{N} \cdot \frac{N}{Q} = \pi_L \cdot \hat{N}$$

que es, precisamente, la participación del trabajo en el output multiplicado por la tasa de crecimiento del empleo (En términos de una Cobb-Douglas $\pi_L = \epsilon_{Y,N}$).

Por otra parte, el segundo término de la derecha de la ecuación 6.26 se corresponde con $(1-\pi_L) \cdot \hat{K}$ (¹⁰). Dado que bajo estas mismas circunstancias, los coeficientes segundo y tercero se igualan, podemos reescribir la ecuación 6.26 de la siguiente forma:

$$[6.28] \quad \hat{Y} \cdot \hat{N} = (1-\pi_L) \cdot (\hat{K} - \hat{L}) + (1-\pi_L) \cdot (M/Q)$$

estimada, y por consiguiente podemos determinar el valor de los parámetros tecnológicos en ella implicados (a , b , κ^P , κ , κ^M).

¹⁰ Para comprobar esto último solamente necesitamos recordar que $c/p = a - (w/p)K$. Con esta relación y las condiciones de arbitraje se llega fácilmente al término expresado en el texto.

El progreso técnico encuentra su reflejo en la tasa de depreciación (M/K) puesto que es el responsable fundamental de la obsolescencia de los equipos retirados, tanto en su vertiente autónoma (transmitido por la inversión de sustitución), como inducida (transmitido por la inversión de productividad). La parte de la tasa de crecimiento del output por trabajador que no depende del crecimiento de los factores, queda expresado como dependiente de la inversión de reemplazamiento que es, en general, economizadora de empleo y que por consiguiente afectaría positivamente a la productividad del trabajo.

Una vez extraídas las similitudes de este enfoque con la función de producción, es preciso retornar al contexto de los modelos de generaciones desde cuyo punto de vista introduciremos los supuestos que nos van a permitir la especificación de nuestro modelo empírico.

Como ya hemos indicado repetidamente, κ no es invariable en el tiempo. El número de empleos creados por unidad de inversión es decreciente y supondremos que evoluciona a una tasa exponencial constante π , la tasa media de crecimiento de la productividad del trabajo de la economía.

$$[6.29] \quad \kappa_t = \kappa_0 \cdot \exp\{-\pi \cdot t\}$$

Esto es lo mismo que afirmar que el coste de creación de un empleo en el momento t , $(1/\kappa_t)$, es creciente a esa tasa constante π .

En el mismo sentido suponemos que κ_t^M evoluciona también a la tasa constante π . No obstante, el número de empleos destruidos retirando bienes de capital por unidad de inversión de reemplazamiento en un momento t será mayor que κ_t por tratarse de generaciones de una antigüedad n -periodo medio de vida de los equipos- con una relación empleo-capital mayor.

$$[6.30] \quad \kappa_t^M = \kappa_t \cdot \exp\{\pi \cdot n\} = \kappa_0 \cdot \exp\{-\pi \cdot (t-n)\} = \kappa_{t-n}$$

Suponemos que n es constante. El sentido de este supuesto está relacionado con la distinción entre inversión de sustitución e inversión de productividad. Lo que en este modelo intentamos captar con la inversión de sustitución es un proceso "normal" de reemplazamiento de los equipos. Si n fuese variable -p.e., que variase inversamente con la tasa de depreciación- estaría recogiendo la influencia de la inversión de productividad que tiende según su cuantía a acelerar (o desacelerar, según sea el caso) el devenir normal de la vida económica de los equipos. Si hemos explicitado un κ_t^P diferencial para la inversión de productividad, las variaciones en el tiempo de este coeficiente y del coeficiente b_t , deben recoger esas desviaciones del tiempo de vida de los equipos sobre la media normal del periodo. La inversión de productividad debe captar entonces, en nuestro modelo, los periodos de intensas reestructuraciones y remodelaciones de los equipos productivos.

Ante la ausencia de datos sobre el coste de creación de un empleo en términos de la inversión necesaria, el modelo debe de ser capaz de estimarlo, pues ni siquiera para el año base disponemos del valor de dicho coeficiente, $1/\kappa_0$. Como se comprobará más adelante, la unicidad de κ_0 depende de la constancia del coeficiente a_t , la productividad física de la inversión. El supuesto sobre esta constancia de a_t junto con la constancia de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo implica mantener, con referencia al crecimiento equilibrado, un progreso técnico neutral en el sentido de Harrod. Los dos primeros cuadros recogidos en el apartado 6.2 no parecen desmentir la oportunidad de este supuesto para este periodo de la economía española.

Al sustituir los supuestos anteriores sobre la evolución temporal de los coeficientes tecnológicos κ_t y κ_t^M en la expresión "reducida" 6.26, obtenemos la siguiente especificación de nuestro modelo teórico:

$$\begin{aligned}
 [6.31] \hat{Y} = & \left[\frac{dN}{Q} \right] \cdot \exp(\pi \cdot t) + \left[\frac{I^N}{Q} \right] \cdot \exp(-\pi \cdot t) \\
 & + \left[\frac{M}{Q} \right] \cdot \left[b \cdot \kappa \cdot (-1 + \exp(\pi \cdot n)) / \kappa^P \right]
 \end{aligned}$$

Fundamentar el análisis empírico en la estimación del modelo teórico especificado como en 6.31, permite, de entrada, determinar la relación que existe entre b_t y κ_t^P , un cociente, pero no los valores específicos de cada uno de ellos. Esto nos indica que b_t y κ_t^P evolucionarán siempre en el mismo sentido, pero su relevancia por separado en este planteamiento es muy diferente. En efecto, así como b_t individualmente tiene un carácter residual, y con ese sentido aparece recogido en la ecuación 6.17, κ_t^P aparece en todas las ecuaciones fundamentales, y en concreto en la ecuación 6.24 que es la que determina la descomposición de la inversión.

De acuerdo con lo que veremos en el apartado siguiente nuestro modelo no está completamente identificado y por consiguiente es necesario obtener información adicional sobre los parámetros estructurales que en él aparecen. En primer lugar, la estimación econométrica, fundamentada en la estabilidad de las relaciones que guardan los distintos parámetros, contribuye mínimamente a clarificar la situación, puesto que en último extremo, y en línea con lo señalado en el párrafo anterior, los coeficientes estimados sólo nos ofrecen evidencia cuantitativa de esa relación entre parámetros, y no los valores de los propios parámetros, los cuales habremos de intentar obtener por otras vías alternativas.

6.5 APLICACION A LA ECONOMIA ESPAÑOLA.

Como paso previo a la obtención de los parámetros estructurales del modelo teórico, en el apéndice econométrico que figura al final del capítulo se ha procedido a la estimación del mismo. Así pues, en este apartado tomamos como referencia los valores de los distintos coeficientes estimados en el cuadro 6.10 de dicho apéndice; con ellos podremos dar un paso adelante y obtener distintas combinaciones alternativas de valores de los parámetros estructurales y tecnológicos, de aplicabilidad general al sector endógeno de la economía española. Finalmente, después de seleccionar cuatro de estas combinaciones de valores, se lleva a cabo la descomposición de la inversión bruta entre sus distintos componentes para cada uno de estos conjuntos de valores.

Dados los valores estimados de los coeficientes de regresión, α_1 , α_2 y α_3 , podemos especificar a partir de las ecuaciones 6.33, 6.34 y 6.35, conjuntamente con los supuestos de regularidad en la evolución temporal del coste de creación de un empleo -ecuaciones 6.29 y 6.30-, un sistema de tres ecuaciones con seis incógnitas: b_t , κ_t^P , a_t , κ_0 , n y π ; todas ellas parámetros del modelo teórico especificado en 6.31. La situación que se nos plantea, tal como indicábamos en el apartado anterior, es de no identificación completa del modelo; existen más parámetros que ecuaciones y por consiguiente es necesario obtener información adicional exógena sobre algunos de los parámetros considerados en las anteriores ecuaciones.

El primero de ellos es la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo π , que la consideraremos constante e igual a 0.04013, el valor de la tasa anual media de crecimiento observada en la productividad del factor trabajo durante todo el periodo muestral. La constancia de este parámetro es un requisito imprescindible para determinar la regularidad en el crecimiento de los restantes parámetros tecnológicos. La exogeneidad del mismo, en cambio, determina una relación dicotómica entre la ecuación 6.33 por una parte, y las ecuaciones 6.34 y 6.35 por otra. Mientras que la ecuación 6.33 relaciona b_t , κ_t^P y π , ésta ecuación sustituida en las otras dos nos permite eliminar b_t y κ_t^P , dejándonos una relación entre a_t , κ_0 , n y π . A

partir de estas consideraciones, la resolución para los parámetros implicados en 6.33 es independiente de las ecuaciones 6.34 y 6.35. Los dos conjuntos de parámetros que podemos asignar a cada uno de los sistemas dicotómicos son (b_t, κ_t^P) y (a_t, κ_0, n) respectivamente.

El problema queda, por tanto, planteado en los siguientes términos: por una parte tenemos una ecuación con dos incógnitas -ecuación 6.33 y los parámetros b_t y κ_t^P - y por otra, dos ecuaciones con tres incógnitas -ecuaciones 6.34 y 6.35 y los parámetros a_t, κ_0 y n -. Si en cada uno de los dos bloques fijamos exógenamente uno de los parámetros, tendremos definitivamente identificado el modelo y podremos obtener endógenamente el resto de los parámetros estructurales.

Además, la obtención de los valores concretos de estos dos conjuntos dicotómicos de parámetros la podemos afrontar por dos vías alternativas; una correspondiente a los valores de los coeficientes estimados en la regresión (5) del cuadro 6.10, que representa la estimación del modelo sin imponer las condiciones de arbitraje obtenidas en el apartado 6.3; y otra correspondiente a los valores de los coeficientes estimados en la regresión (6), que representa la estimación del modelo de la ecuación 6.31 cuando se imponen dichas condiciones de arbitraje.

Si nos concentramos en los parámetros del segundo bloque (a_t, κ_0 y n), tenemos en cada uno de los cuadros siguientes los valores que se obtienen para los parámetros restantes cuando se fija exógenamente alguno de ellos. En cada una de las columnas (I), (II), y (III) se ha procedido fijando exógenamente los valores de a_t, κ_0 y n respectivamente. El valor de $a_t=0.75$ corresponde al valor medio observado de la productividad marginal del capital entre 1965 y 1990. El valor de $\kappa_0=8.37$ corresponde al valor observado del cociente entre empleo y capital en el año 1964, año que en este trabajo se considera el año base. Finalmente, el valor de $n=9.04$ años, representa el periodo medio de vida de los equipos que se desprende de la tasa de depreciación endógena calculada previamente en el capítulo IV. El valor de 9.04 se obtiene por la inversa de la tasa de depreciación media de los periodos de mayor "normalidad" en el reemplazamiento de los equipos, 1964-73 y 1985-90.

Cuadro 6.4-A
Valores de los parámetros tecnológicos.
Sin condiciones de arbitraje.

			(I)	(II)	(III)
α_1	0.0874	π	0.0401	0.0401	0.0401
α_2	0.56	n	19.52	7.02	9.04
α_3	0.24	κ_0	2.29	8.37	6.22
		a	0.75	1.29	1.10

Cuadro 6.4-B
Valores de los parámetros tecnológicos.
Con condiciones de arbitraje.

			(I)	(II)	(III)
α_1	0.10324	π	0.0401	0.0401	0.0401
α_2	0.327	n	14.17	8.00	9.04
α_3	0.327	κ_0	4.14	8.37	7.24
		a	0.75	1.19	1.07

De los tres escenarios que ofrecemos en cada uno de los cuadros anteriores, existe uno cuyo grado de arbitrariedad es mayor que en los otros, nos referimos al escenario (I) en el cual se parte de fijar exógenamente el valor de $a_t = \bar{a} = 0.75$. En primer lugar porque es difícil aproximar una variable marginal por su conceptualización en términos medios, pero en segundo lugar y mucho más importante, porque aún calculando los valores de a_t en términos medios como el cociente entre las variaciones del output de plena capacidad y los incrementos del stock de capital, la gran disparidad de los valores observados año a año, difícilmente se puede captar al tomar la media del periodo muestral.

En cuanto a los otros dos, las columnas (II) y (III) tanto del cuadro 6.4-A como del 6.4-B, ofrecen resultados muy semejantes: un periodo medio de vida de los equipos de entre siete y nueve años aproximadamente; un número de empleos creados por millón de pesetas constantes de 1970, invertido en 1964, comprendido entre 6.22 y 8.37; y una contribución de la inversión bruta a las variaciones en la capacidad productiva en una proporción comprendida entre 1.07 y 1.29. Sin otro punto de apoyo para decantarnos por unos u otros valores, si exceptuamos el hecho de que estos últimos son compatibles con el periodo medio de vida que se deriva de la serie de depreciación obtenida en los capítulos anteriores y a la cual le concedemos un alto grado de credibilidad, en lo que sigue trabajaremos con los valores de las columnas (I) y (III) alternativamente, y al mismo tiempo con los valores correspondientes para cada una de ellas en el cuadro 6.4-A y en el 6.4-B.

En el punto en que nos encontramos, nos quedan por determinar dos coeficientes tecnológicos: b_t y κ_t^P . Para ello, debemos utilizar la ecuación 6.33 del apéndice que nos relaciona directamente estos dos coeficientes con los valores conocidos de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo y el valor del coeficiente estimado α_1 . Ahora bien, esta operación nos permite conocer la relación de proporcionalidad entre estos dos parámetros a lo largo del tiempo, pero no así los valores concretos de cada uno de ellos. Tal y como se ha visto en los dos apartados anteriores de este mismo capítulo, tanto el valor de b_t como el de κ_t^P recogen el componente putty en nuestro modelo putty-clay. De hecho ambos coeficiente, pero especialmente κ_t^P , determinan el grado de alejamiento de la "norma" clay-clay

que en el mismo se experimenta como consecuencia de la posibilidad de acelerar o ralentizar la sustitución entre los factores. La sustitución, tanto la normal como la acelerada, se lleva a cabo por medio del reemplazamiento, pero mientras que la normal o clay-clay se materializa en el uso de un único tipo de bienes de equipo cuya eficiencia a lo largo del tiempo sigue una regla exógenamente preestablecida, la acelerada (o ralentizada) incorpora la posibilidad de utilizar un tipo de bienes de equipo diferenciados de los anteriores, cuyo nivel de eficiencia en cada momento se determina endógenamente en función de la trayectoria de determinadas variables que trascienden el marco interpretativo que aquí nos hemos planteado.

Sin necesidad de abandonar nuestro propio marco analítico, todavía es posible extraer algunas conclusiones con valor aproximativo, acerca de los valores particulares que toman estos dos parámetros, si descargamos el peso de la determinación sobre el coeficiente b_t . Tomando las ecuaciones 6.8 y 6.9, es posible identificar una estructura genérica para ambas. Tanto una ecuación como otra, nos indican que el salario real debe igualar al cociente entre la productividad de la inversión y el ahorro, en términos de empleos destruidos y/o dejados de crear, generado por esa misma inversión. Por consiguiente, si introducimos una variable σ_t para recoger, en cada caso, la variación en el output de plena capacidad que se experimenta como consecuencia de la inversión, en un sentido semejante al de productividad social del periodo en la terminología de Domar, tendremos que:

1.- En el caso en que no exista inversión de productividad y todo el reemplazamiento se realice en términos de inversión de sustitución, esta productividad general o social de la inversión será igual a la productividad "normal" vigente en la economía, la cual es sostenida tanto por la inversión de expansión como por la inversión de sustitución.

$$\sigma_t = a_t$$

2.- En el caso en que no exista inversión de sustitución y solamente se observe inversión de expansión e inversión de productividad, la productividad social de la inversión se corresponderá, de acuerdo con 6.9, con la más

general especificación

$$\sigma_t = a_t + b_t$$

recogiéndose tanto los efectos "normales" de la inversión de expansión como los más extraordinarios que se identifican con la de productividad.

3.- En el caso más general posible, en el cual coexisten los tres tipos de inversión, la productividad social de la inversión se identifica por la relación establecida en el punto anterior, pero además, el cumplimiento de la ecuación 6.10 establece una relación estricta de proporcionalidad que debe satisfacerse entre los distintos coeficientes tecnológicos.

Con este estado de cosas, podemos concluir que es posible determinar los valores del coeficiente b_t si previamente aproximamos los de la variable σ_t , la productividad social de la inversión, por el valor observado de la productividad media del capital $(Q/K)_t$. Haciendo uso de la relación establecida en el párrafo anterior, según la cual en el caso más general $\sigma_t = a_t + b_t$, es posible derivar los valores de b_t como la diferencia entre la productividad media observada del capital y el valor que se le asigna en cada caso al parámetro $a_t = \bar{a}$ en las diferentes columnas de los cuadros 6.4-A y 6.4-B anteriores. Después, a partir de los valores de b_t , muy fácilmente se obtienen, con la relación estimada entre ambos coeficientes, los de κ_t^P . Evidentemente, una resolución mucho más satisfactoria para con este esquema analítico, debería partir de modelizar κ_t^P , tratando de recoger las perturbaciones que separan a la economía de su senda normal -de hecho κ_t^P es la puerta por donde el enfoque deja de ser clay-clay y permite la introducción inducida de nuevas técnicas productivas-, y obtener b_t por derivación, tomando como referencia la proporción estimada entre ambos (¹¹).

¹¹ Existe la posibilidad de obtener una especificación del coeficiente κ_t^P utilizando las condiciones de arbitraje y las ecuaciones del modelo, de forma que este coeficiente aparecería en función del salario real observado y de las divergencias que genera la evolución particular del mismo con respecto a la senda del crecimiento equilibrado. En cualquier caso, la resolución definitiva del problema consistente en obtener unos valores para el

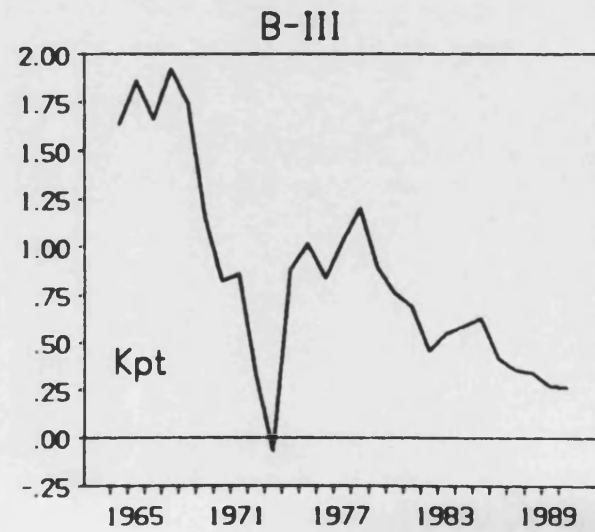
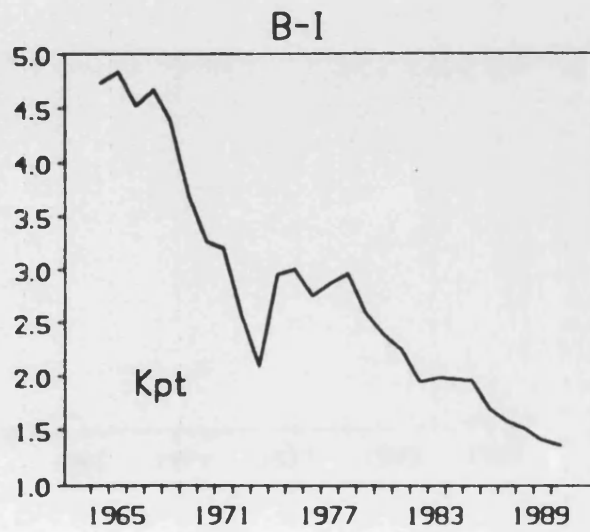
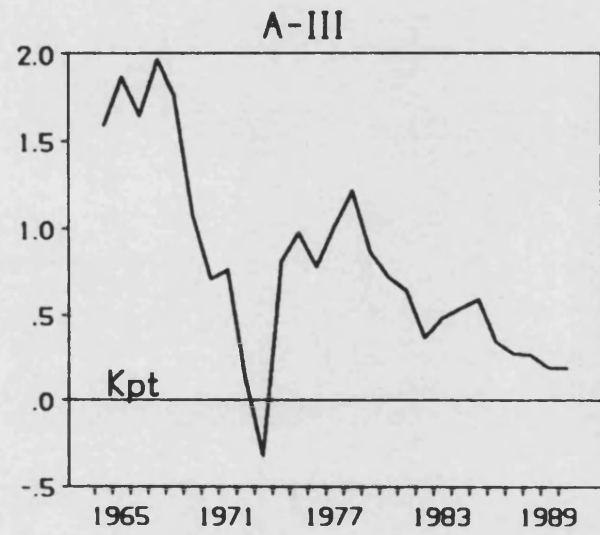
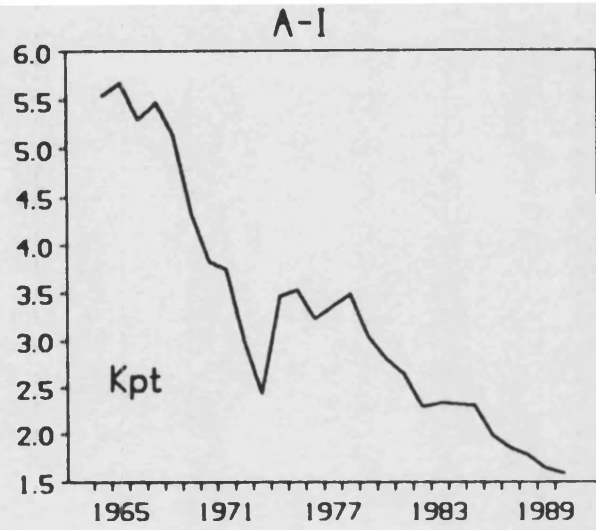
Aún siendo plenamente conscientes de esta limitación, en esta primera aproximación hemos optado por la determinación inicial de b_t de la forma indicada para obtener después, como consecuencia, los valores de k_t^P .

En lo que sigue, ofrecemos una serie de representaciones gráficas que tratan de recoger los resultados obtenidos para los distintos coeficientes tecnológicos y los distintos componentes de la inversión bruta, desde cuatro escenarios alternativos. Primero diferenciaremos en función de si se imponen las condiciones de arbitraje entre los distintos tipos de inversión (B), o no se imponen (A), y en segundo lugar entre los resultados que se derivan de los valores de los coeficientes de las columnas (I) y (III) del cuadro 6.4. Esta doble diferenciación da pie a cuatro posibles representaciones gráficas de cada uno de los coeficientes y variables, que designaremos por A-I, A-III, B-I, y B-III respectivamente.

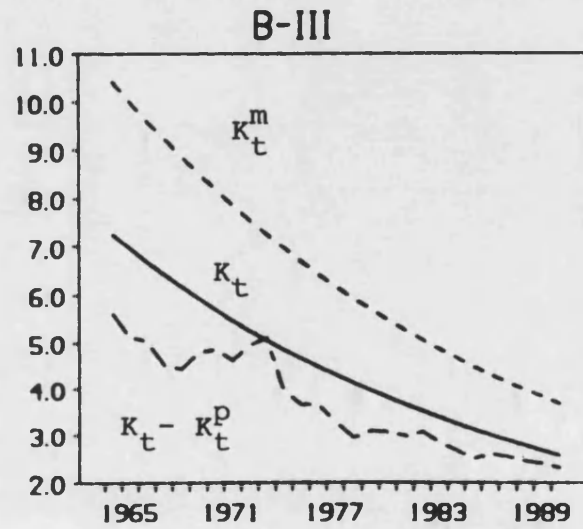
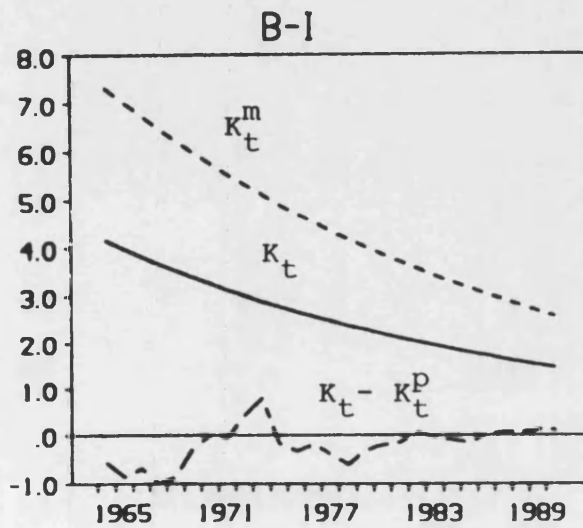
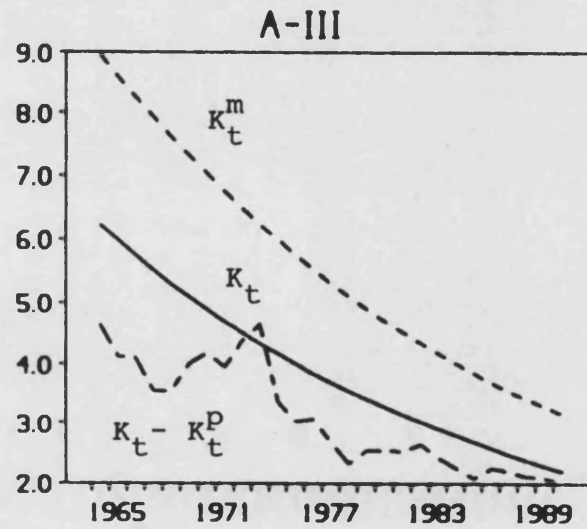
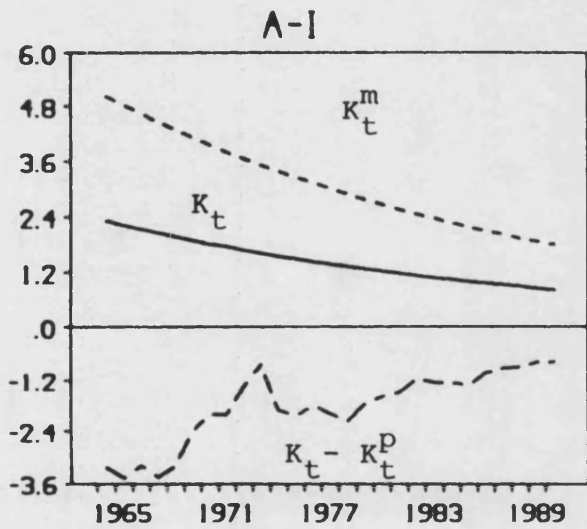
En primer lugar se ofrece el perfil temporal que en cada escenario presenta el coeficiente k_t^P , identificado como el efecto diferencial de la inversión de productividad sobre el empleo. A continuación presentamos los perfiles temporales de los efectos que sobre el empleo tienen cada uno de los distintos tipos de inversión, tanto en términos brutos como en términos netos. Los efectos brutos de la inversión de expansión y la de sustitución son recogidos por el coeficiente k_t , los de la inversión de productividad por la diferencia entre éste y k_t^P , finalmente en los gráficos también se incorpora el efecto destructor de empleos que en cada momento presenta la depreciación y que recogemos con los valores del coeficiente k_t^M . En cuanto a los efectos netos sobre el empleo, k_t representa los de la inversión de expansión, $(k_t - k_t^M)$ los de la inversión de sustitución, y $(k_t - k_t^P - k_t^M)$ los de la inversión de productividad.

coeficiente k_t^P pasa por trabajar con una modelización del progreso técnico endógeno que trasciende con mucho el objetivo que nos hemos propuesto en este trabajo.

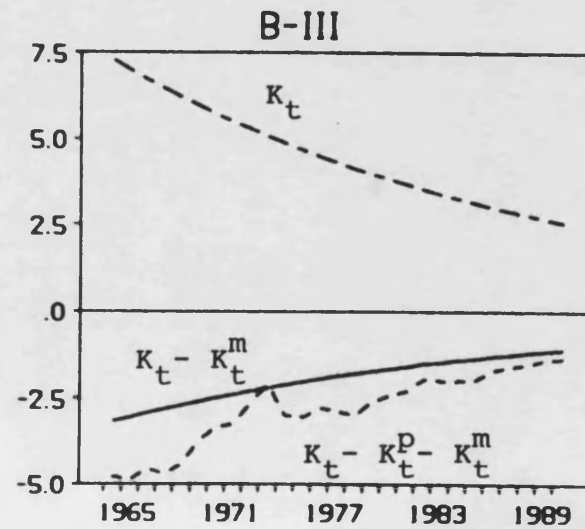
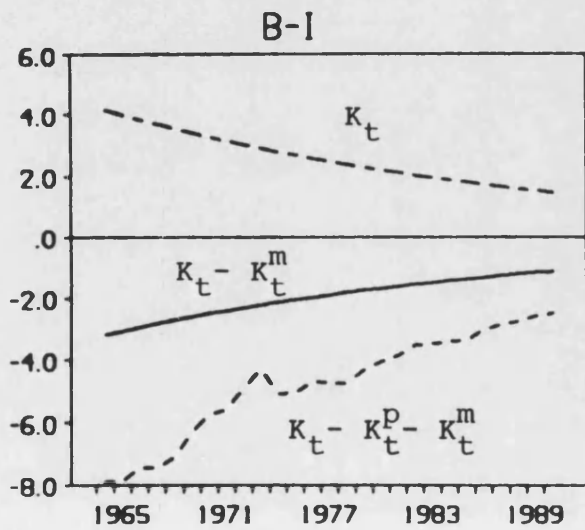
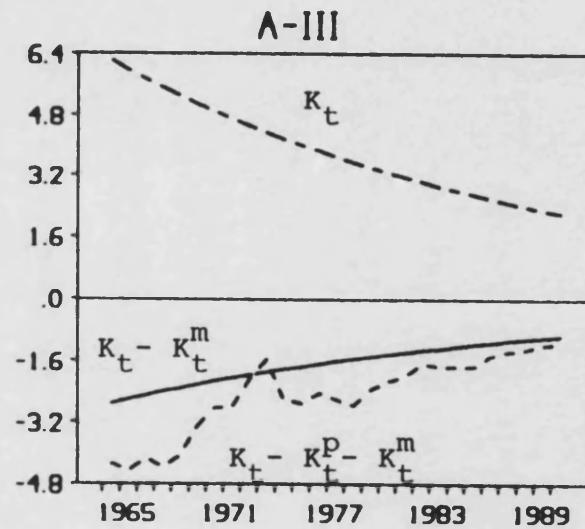
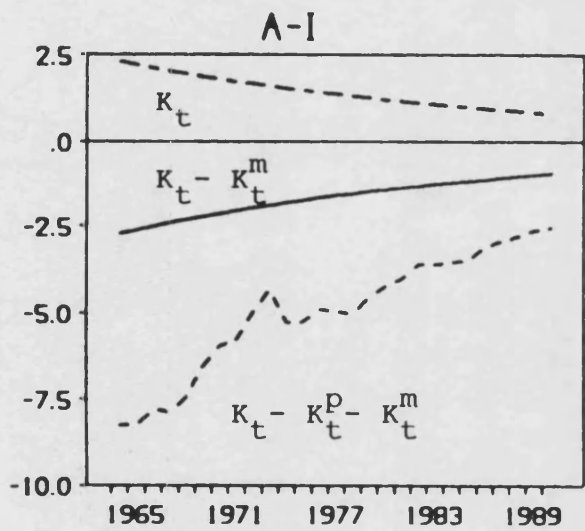
EFFECTO DIFERENCIAL DE I^P SOBRE EL EMPLEO (κ_t^P).



EFFECTOS BRUTOS SOBRE EL EMPLEO.



EFFECTOS NETOS SOBRE EL EMPLEO.



En los gráficos anteriores se puede apreciar una diferencia fundamental entre los resultados que se derivan de los valores de los parámetros tecnológicos recogidos en las columnas I y III, mucho más importante que la diferencia proveniente de los distintos valores del cuadro 6.4-A y 6.4-B. Estas diferencias son simultáneamente de nivel y de perfil, y tienen su origen en las diferencias que se aprecian entre unos valores y otros del coeficiente κ_t^P . A pesar de ello se pueden identificar unas líneas generales que pasamos a describir. En primer lugar, la evolución decreciente del efecto ahorrador de trabajo aparece como una constante a lo largo de todo el periodo muestral, aunque cuando se trabaja con los valores de los parámetros de la columna III, siempre con unos niveles inferiores a los que se derivan de los de la columna I, se aprecia una reducción mucho más acelerada que alcanza hasta el año 1973, año en que se llega a observar un valor negativo que indica que la inversión de productividad es más intensiva en el uso del factor trabajo que la inversión de sustitución. Posteriormente, al recuperarse los valores de este coeficiente nos indica que con la crisis la inversión de productividad revierte su tendencia para pasar a convertirse de nuevo en ahorradora de trabajo y adscribirse a la tendencia general decreciente que antes apuntábamos.

El hecho de que los valores de este coeficiente indiquen el número de trabajadores que es capaz de ahorrar la inversión de productividad con respecto a la inversión de sustitución, por millón de pesetas invertido, contribuye a sembrar la duda más que justificada acerca de los valores que se derivan de los parámetros de la columna I, los cuales de una manera exagerada indican que en 1964 este ahorro era superior a cinco trabajadores. Los valores que se obtienen con los parámetros de la columna III se mueven en un rango de entre cero y dos trabajadores, lo cual parece mucho más sensato.

En cuanto a los gráficos que recogen los efectos brutos y netos de los diferentes tipos de inversión sobre el empleo (por millón de pesetas constantes de 1970 invertido en cada año), la principal diferencia también se observa entre los gráficos A-III y B-III en relación a los A-I y B-I. En general, los mayores valores de κ_t^M sobre κ_t que se observan en todos los gráficos no hacen sino recoger expresamente el supuesto que hemos adoptado anteriormente según el cual cada generación de bienes de equipo, a lo largo

de la senda "normal", es más eficiente que la anterior; así, la cantidad de empleos destruidos por unidad de depreciación es siempre mayor que la cantidad de empleos creados en términos brutos por unidad de inversión, sea cual sea el tipo de bienes de equipo implicados en ésta última. Los efectos brutos de los gráficos A-III y B-III nos indican que la caracterización tecnológica de la inversión de productividad se mueve de una manera fluctuante muy próxima a las características dominantes en los bienes de equipo con los cuales se realiza la inversión de expansión y la de sustitución. Esto último se puede observar con mayor contundencia si observamos los efectos netos sobre el empleo por unidad de inversión. En los correspondientes gráficos A-III y B-III se observa que la diferencia fundamental se encuentra entre la inversión de expansión (netamente creadora de empleo) y el conjunto de la inversión de reemplazamiento (destructora de empleo en términos netos), mientras que la diferenciación dentro del reemplazamiento entre la inversión de sustitución y la inversión de productividad es menos significativa y depende más de la coyuntura, siendo en general la inversión de productividad más intensiva en la destrucción de empleos que la inversión de sustitución. En cuanto a los efectos brutos y netos recogidos en los cuadros A-I y B-I, las principales discrepancias con lo que acabamos de indicar provienen fundamentalmente de los distintos valores del coeficiente κ_t^P que en ellos se considera. En términos comparativos, toda la diferencia entre uno y otro escenario se puede resumir en la diferente caracterización tecnológica de la inversión de productividad con respecto a la de sustitución dentro del conjunto del reemplazamiento, y en diferencias de nivel para todos y cada uno de los parámetros estructurales considerados.

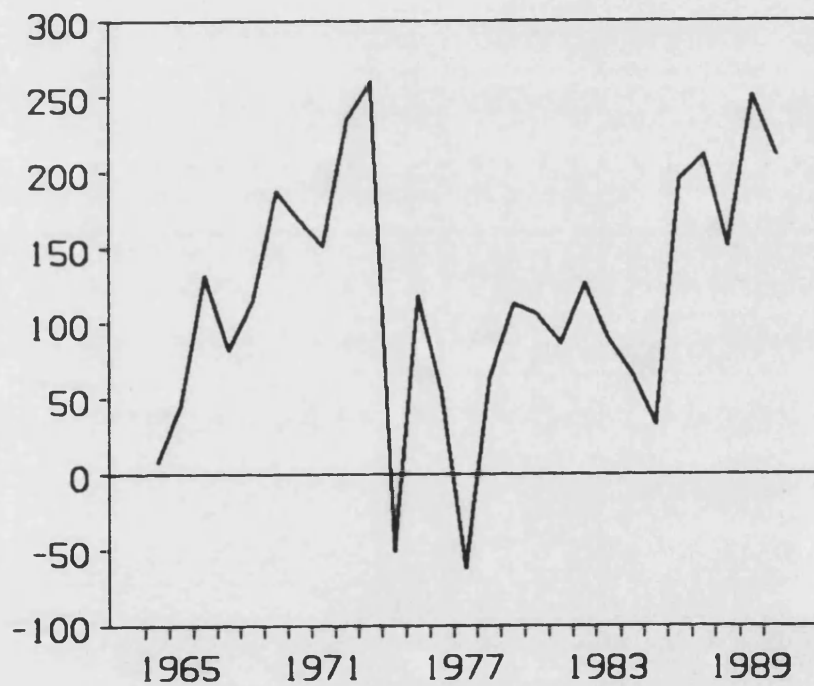
La evolución del coeficiente κ_t recogida en los cuadros anteriores ofrece valores diferentes en cada caso, de acuerdo con los valores iniciales de κ_0 que obteníamos en los cuadros 6.4-A y 6.4-B; coeficiente éste que expresa la inversión necesaria para crear un empleo en el año 1964. Correlativamente con los valores de κ_0 iguales a 2.29, 4.14, 6.22 y 7.24, se derivan valores de la inversión necesaria para crear un empleo en el año 1964 de aproximadamente 437.000, 240.000, 160.000, y 138.000 pesetas constantes de 1970. Si nos fijamos en los valores más sensatos ofrecidos en la columna III de los cuadros 6.4-A y 6.4-B, trabajando con un periodo medio de vida de los

equipos de nueve años que obtenemos de una manera relativamente endógena, la conclusión es que en 1964 un millón de pesetas constantes de 1970 creaba entre seis y siete empleos, mientras que para crear un nuevo puesto de trabajo en 1990 se precisa una inversión de entre 400.000 y 450.000 pesetas constantes de 1970, es decir alrededor de 4 millones de pesetas corrientes (¹²).

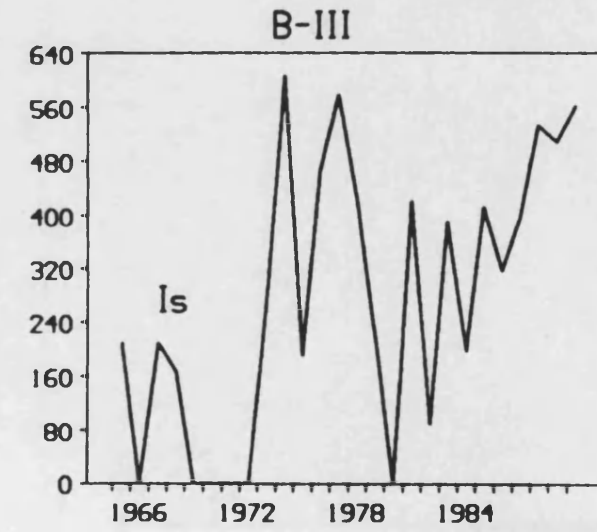
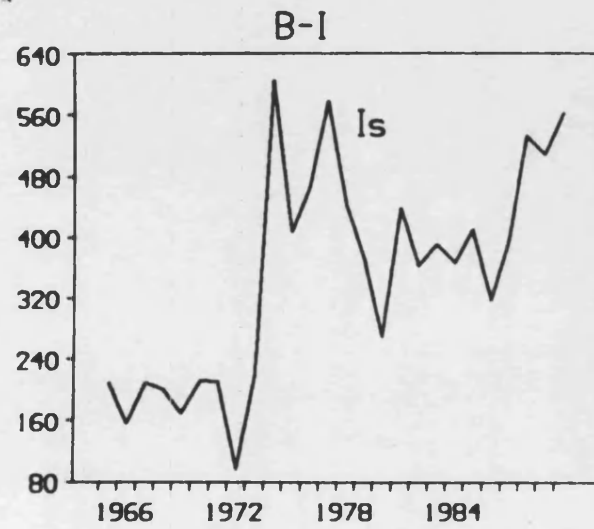
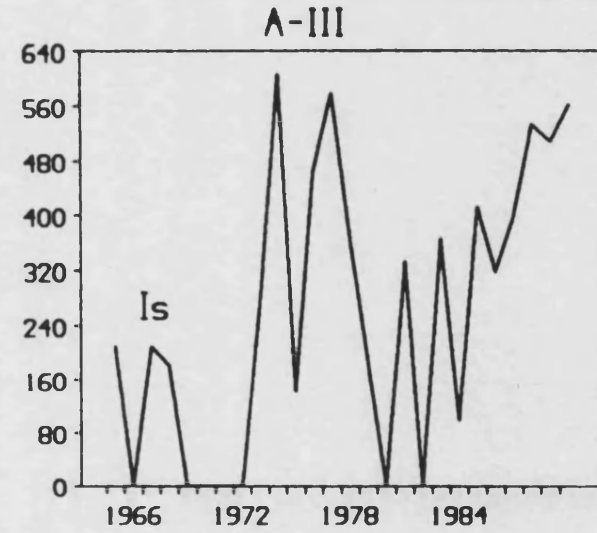
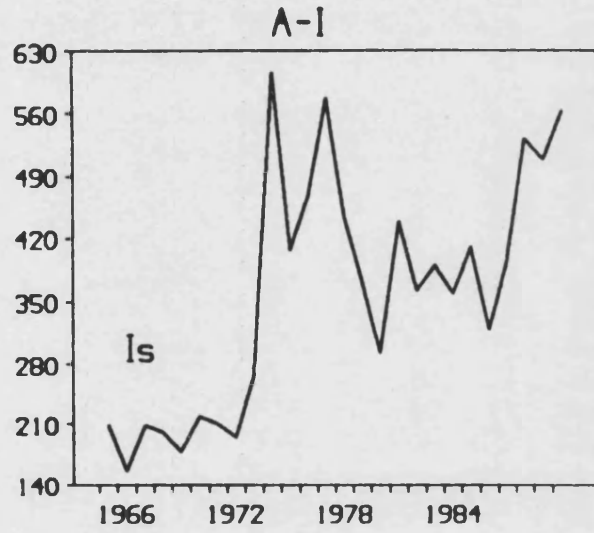
12 Aproximaciones al coste de creación de un empleo en España, que nosotros conozcamos, han sido solo anteriormente realizadas por Polo, Raymond y García (1986 y 1988), en trabajos basados también en el enfoque de modelos de generaciones. Los resultados que obtenían estos autores en los trabajos citados, ha sido posible reproducirlos de una manera aproximada en nuestro marco analítico solamente cuando trabajamos imponiendo las condiciones de arbitraje y bajo el supuesto de a_t constante e igual al valor medio de la productividad marginal de la inversión de expansión (0.75), correspondiente a la columna I del cuadro 6.4-B. Nuestra elección de parámetros exógenos nos ha llevado a desechar la anterior posibilidad por insatisfactoria dado el valor tan elevado que le corresponde, en este escenario, al periodo medio de vida de los equipos. Al disponer en nuestro caso de una serie propia de depreciación obtenida endógenamente, disponemos también de un valor para el periodo medio de vida de los equipos productivos que es utilizable, junto con el valor de la tasa de crecimiento de la productividad del factor trabajo, para la obtención endógena del número de empleos creados por millón de pesetas invertidas con un mayor grado de fiabilidad que cuando fijamos el valor de a_t por el valor muestral medio de la productividad media del capital. Por lo demás, los valores que obtenemos en la columna II y III están en línea con sus observaciones, en tanto en cuanto manifestaban explícitamente en sus trabajos la plausibilidad de que los valores del número de empleos creados fuesen superiores a los que ellos obtenían, en nuestro caso por encima de siete para el año 1964.

En los gráficos que siguen se puede observar cuales han sido los perfiles temporales de los distintos tipos de inversión, obtenidos en un proceso de descomposición que combina las series de valores de los coeficientes tecnológicos anteriormente ofrecidos en las columnas I y III de los cuadros 6.4-A y 6.4-B.

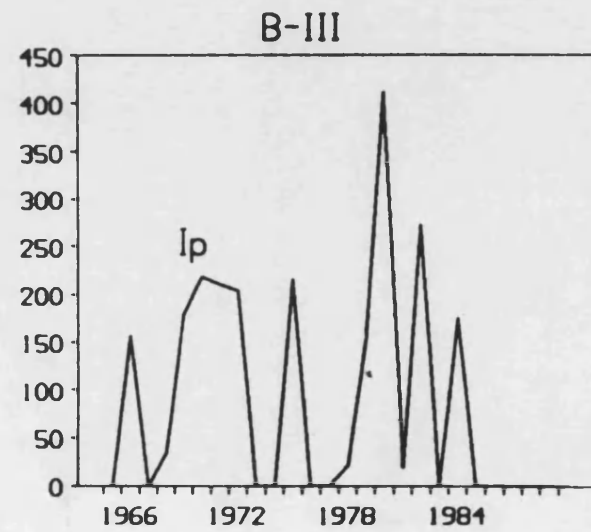
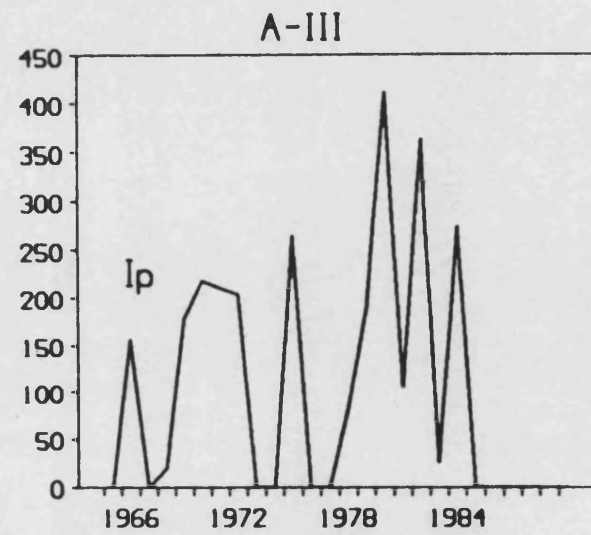
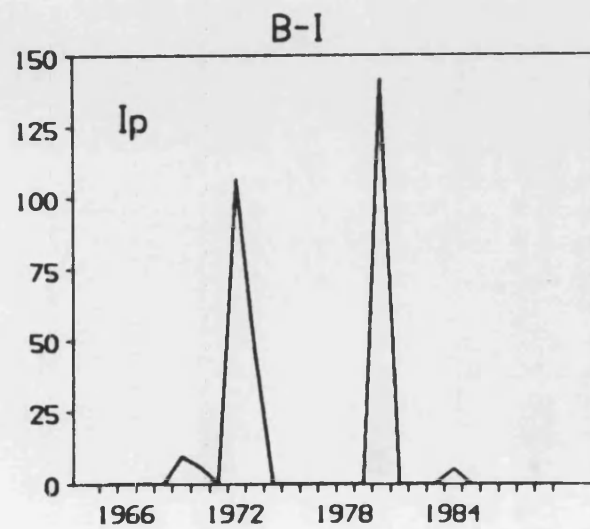
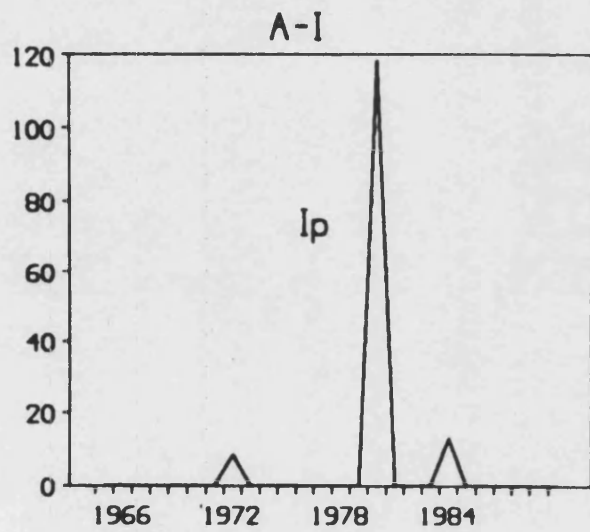
ESTRUCTURA DE LA INVERSION (I^E).



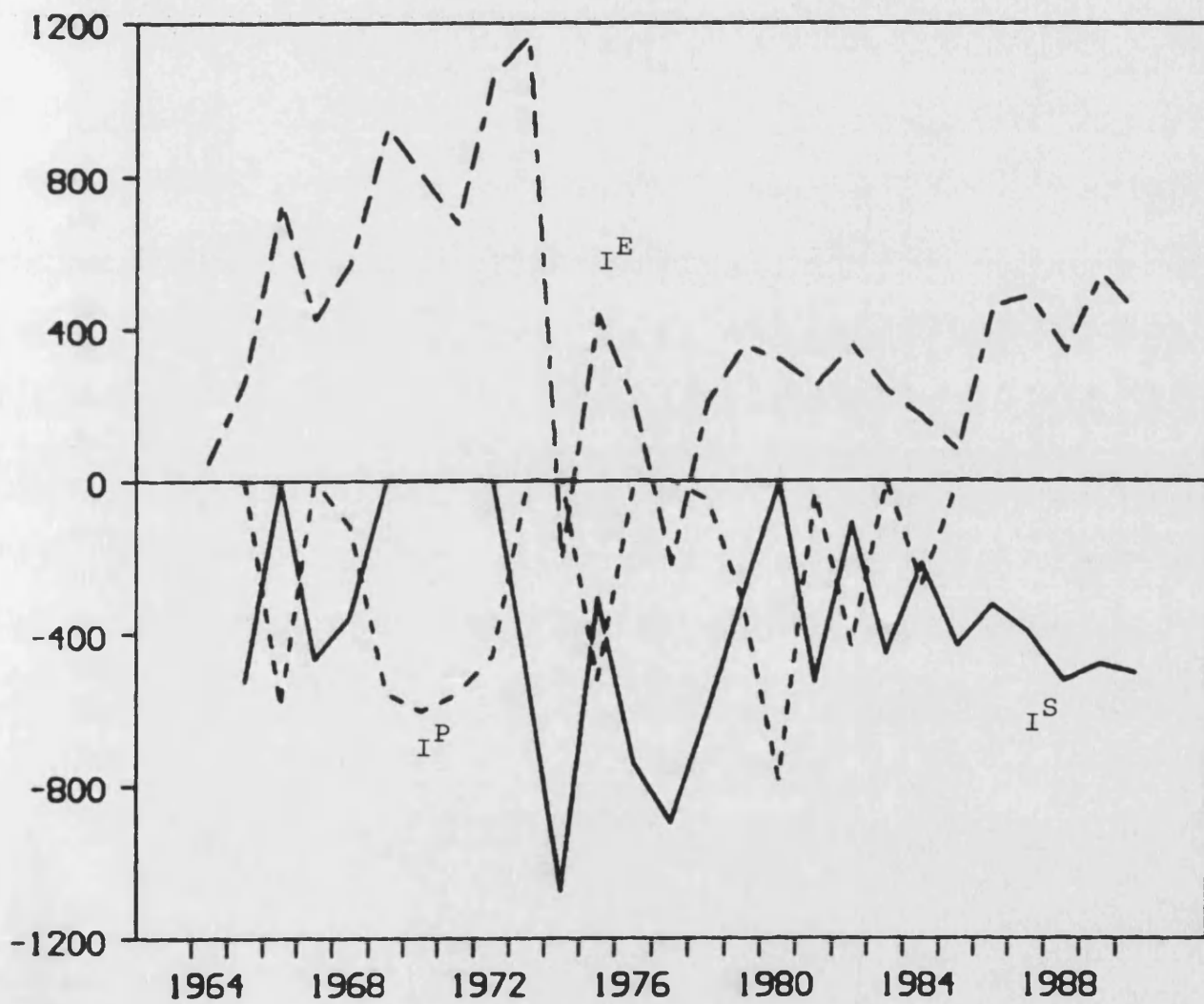
ESTRUCTURA DE LA INVERSION (I^s).



ESTRUCTURA DE LA INVERSION (I^P).



EFFECTOS GLOBALES SOBRE EL EMPLEO.



Las series que presentamos son el resultado de diversas consideraciones. En primer lugar debemos recordar que el uso de la ecuación 6.23 obliga a los resultados que se obtengan a que predigan perfectamente la evolución del empleo. No obstante, al utilizar la ecuación 6.24 para obtener la inversión de productividad, y por diferencia con el volumen de inversión de reemplazamiento también la de sustitución, nos encontramos con que existen años en que la inversión de productividad que obtenemos arroja valores negativos que inmediatamente anulamos, dejando el conjunto de toda la inversión de reemplazamiento en el ámbito de la inversión de sustitución. De la misma forma, aunque menos frecuentemente, cuando se obtiene algún valor negativo de la inversión de sustitución lo anulamos adjudicándole el total de inversión de reemplazamiento a la inversión de productividad. La disparidad de estructuras para cada tipo de inversión que se ofrece en los cuadros de las páginas anteriores, depende en último extremo de los distintos conjuntos de valores de los parámetros estructurales que se tomen en cada caso. Pero además, dado que la descomposición de la inversión de reemplazamiento entre inversión de productividad e inversión de sustitución depende extremadamente de los valores que toma el coeficiente k_1^P , consideramos que los resultados obtenidos no son definitivos. Al combinar la debilidad ya apuntada con anterioridad del procedimiento utilizado para aproximar los valores de este coeficiente tecnológico fundamental - a este respecto es importante recordar que la determinación correcta del mismo pasa por llevar a cabo un tratamiento exhaustivo del fenómeno del progreso técnico endógeno-, con la práctica de eliminar los valores negativos que en las operaciones de descomposición se obtienen, reduciéndolos a cero, la consistencia y solidez de los resultados obtenidos disminuye significativamente.

No obstante, dado que los diferentes ejercicios de descomposición de la inversión que hemos realizado con diversos conjuntos de parámetros tecnológicos y estructurales, todos apuntan en una misma dirección, consideramos que si no en lo concreto al menos sí en lo general, la descomposición que presentamos en los gráficos anteriores -fundamentalmente la que se deriva de trabajar con los parámetros de la columna III- recoge a grandes trazos la tendencia experimentada por la misma.

Para finalizar, en base a los resultados obtenidos en este trabajo, pasamos a continuación a caracterizar, de acuerdo con nuestra tipología de inversiones, las cuatro fases en que parece procedente descomponer el periodo histórico objeto de nuestro análisis: La expansión entre 1964 y 1973; la crisis del periodo 1974-1979; la depresión entre 1980 y 1985; y la recuperación posterior de 1986-1990.

1964-1973. Si algún elemento destaca a la hora de caracterizar este periodo, sin duda alguna sería la elevada tasa de crecimiento anual media del stock de capital, que con un valor superior al 7% marca una distancia sustancial respecto a cualquier otro subperiodo de la historia reciente de la economía española. El enorme crecimiento de la inversión bruta que se observa durante este periodo va acompañado de una relativa estabilidad del volumen de depreciación, consecuentemente, la inversión de expansión muestra unos niveles y una tasa de crecimiento extraordinariamente elevados. Esto último es básicamente la razón de que el empleo no sólo se mantenga en este periodo, sino de que todavía crezca ligeramente aún cuando la inversión de productividad predomine sobre la inversión de sustitución.

La dominancia de la inversión de productividad sobre la inversión de sustitución, contribuyó a una intensificación de la relación capital-trabajo excepcional, en cuanto reforzaba la tendencia marcada por la inversión de expansión. Además, dado que el efecto diferencial que incorpora la inversión de productividad respecto a la de sustitución (k_1^P) va disminuyendo, la dominancia antes señalada contribuyó, junto a la elevada inversión de expansión, al incremento observado en el empleo en este periodo de tiempo.

De acuerdo con Polo, Raymond y García, y en contra lo que una impresión casual pudiera hacer pensar, puede hablarse, durante este periodo, de transformación especialmente intensa de la estructura productiva de la economía española.

La elevada tasa de crecimiento de la inversión de expansión así como la preponderancia, en el reemplazamiento, de la inversión de productividad, que

profundizan la intensidad capitalista, vienen a cooperar en la explicación de una incorporación de nuevas tecnologías sin destrucción de empleo, que no vuelve a repetirse en la historia reciente de la economía española.

1974-1979. La tasa de crecimiento del stock de capital disminuye prácticamente seis puntos porcentuales respecto a la observada en el periodo anterior. Ello es consecuencia no solo del ligero declive de la inversión bruta sino también del impresionante aumento de la depreciación. Nuestra tasa de depreciación determina un periodo medio de vida de los equipos que en este periodo se ve extraordinariamente reducido a tan solo 6 años, indicativo de un importante retiro de bienes de capital. La inversión de expansión ofrece valores incluso negativos en algunos años, lo cual por sí mismo ya apunta hacia la destrucción de empleo.

No hubo, sin embargo, una introducción inducida de nuevas tecnologías, puesto que la inversión de productividad en este periodo no es significativa, lo que hubiese supuesto una mayor destrucción de empleo, máxime cuando durante estos años el coeficiente κ_t^P experimenta un alza sostenida, convirtiendo a la inversión de productividad en más economizadora de trabajo. La destrucción de empleo en este periodo está fundamentalmente asociada a la preponderancia de la inversión de sustitución sobre la de expansión.

Aún cuando se destruye empleo, la evolución de la relación capital-trabajo sufrió un frenazo, debido a la mínima tasa de crecimiento de la inversión de expansión y la dominancia de la inversión de sustitución. Este es un periodo en que el reemplazamiento se centra casi exclusivamente en la simple reposición de equipos retirados. Por otra parte, la productividad del trabajo no decrece como ocurre en otros países del área de la OCDE, debido fundamentalmente a que la ralentización del crecimiento del capital va acompañada de una relativamente mayor destrucción de empleo. Al mismo tiempo, el predominio de la inversión de reemplazamiento (fundamentalmente de sustitución) sobre la de expansión en el conjunto de un relativo estancamiento del volumen de inversión bruta, es lo que permite explicar la importante incorporación de progreso técnico "normal" no inducido que de otra

manera sería imposible de justificar.

Durante estos años, la no significatividad de la inversión de productividad es indicativa de la menor destrucción de empleo -en relación a la que se experimentará en el periodo siguiente- que consiguientemente se produce, pero lo es también, probablemente, de que la existencia de elevados costes de ajuste en el mercado de trabajo, pospusieron la reducción de plantillas y la racionalización hasta prácticamente el segundo shock de los precios energéticos.

1980-1985. Lo más característico de este periodo es la enorme destrucción de empleo. Tan es así que la relación capital-trabajo vuelve a crecer a una tasa anual media semejante a la del periodo 1965-73, aún cuando el stock de capital tan solo crece al 2.50%, casi cinco puntos por debajo de la que experimentaba en dicho periodo.

La inversión bruta continúa su evolución decreciente, pero las minoraciones le siguen en esta tendencia. Ello apunta ya a que la simple inversión de sustitución no puede explicar por si misma, la enorme destrucción de empleo que se experimenta. Efectivamente, este periodo recoge una combinación bipartita de la inversión de productividad con la inversión de sustitución. El efecto combinado de estos dos tipos de inversión sobre el empleo se ve reforzado por un ligero aumento de κ_1^P , que intensifica la reducción de empleo por unidad de inversión de productividad.

El único contrapeso que recibe esta tendencia a la destrucción de empleo, se da en términos de una inversión de expansión sensiblemente recuperada respecto a los niveles del periodo anterior.

La relativa importancia de la inversión de productividad está recogiendo, en este periodo, la racionalización de los procesos productivos -e incluso las simples remodelaciones reductoras de capacidad productiva y empleo- pospuesta desde el inicio de la crisis, así como los efectos de los planes dirigidos de reconversión industrial.

Difícilmente la preocupación que en otros países se manifestaba por la ralentización de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo, puede encontrar un eco justificado en este país, en un periodo que recoge la más alta tasa de crecimiento de dicha productividad, debido a la enorme destrucción de empleo asociado a la importancia porcentual de la inversión de productividad en la inversión bruta total. Así pues la justificación de los significativos procesos de incorporación del progreso técnico, en un periodo en que la inversión bruta todavía experimenta mayor estancamiento que en el anterior, proviene de la particular composición de la misma que mayoritariamente se decanta hacia la inversión de reemplazamiento; y además, a diferencia de lo ocurrido en el periodo anterior, ahora la inversión de productividad juega un papel tan importante como el de la inversión de sustitución, con lo que la incorporación del progreso técnico se ve muy potenciada.

1986-1990. Durante esta fase de expansión de la economía española, la inversión bruta experimenta un incremento espectacular, sin comparación con ninguno de los otros periodos anteriormente considerados. La depreciación acompaña también este crecimiento, pero con un ligero desfase que se manifiesta en un importante crecimiento de la inversión de expansión.

La inversión de productividad es nula en este periodo, por lo que se puede concluir que el proceso de modernización y saneamiento de las estructuras productivas no ha estado guiada por un comportamiento excepcional en función de nuevos acontecimientos, sino más bien se ha sujetado a la tendencia normal establecida por la inversión de sustitución. De hecho, lo más característico de este periodo es la elevada tasa de crecimiento del empleo, sin comparación con cualquier otro periodo reciente de la economía española. El incremento del empleo, así como la significatividad de la inversión de expansión que lo provoca nos inducen a pensar que este periodo no se caracteriza precisamente por las elevadas tasas de incorporación del progreso técnico, aún cuando la magnitud de la inversión bruta que se experimenta prodría hacer pensar lo contrario.

En esta línea, la inversión de sustitución presenta unos niveles muy elevados dominando en el conjunto del reemplazamiento, pero a pesar de ello las variaciones en el empleo que provoca son bastante más reducidas que en cualquier otro periodo anterior contemplado en nuestro análisis.

En este periodo de crecimiento económico, la relación capital-trabajo disminuye por primera vez a pesar de que el stock de capital no registra tasas de crecimiento más reducidas que en los periodos inmediatamente anteriores. A partir de 1986 ya puede hablarse de ralentización en la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo aunque, afortunadamente, ello sea el reflejo de un aumento en el empleo.

Consideramos que con la necesaria cautela que impone la cuestión pendiente de una determinación más satisfactoria del parámetro tecnológico κ_t^P , el trabajo desarrollado en este capítulo abre una nueva vía para acometer el estudio interrelacionado de dos fenómenos tan importantes como el de la inversión y el progreso técnico desde una perspectiva diferente a como se ha venido haciendo hasta ahora. Este enfoque, consistente en analizar los distintos componentes de la inversión bruta, parece el más indicado para estudiar el progreso técnico y las múltiples formas en que éste se incorpora a los procesos productivos. Al mismo tiempo constituye una forma alternativa de enfocar el estudio de los procesos que se suceden en el mercado de trabajo más allá de los meros fenómenos coyunturales, contribuyendo a ofrecer una perspectiva mucho más rica, y generalmente complementaria, de las explicaciones tradicionales del desempleo.

**APENDICE ECONOMETRICO.
ESTIMACION DEL MODELO.**

En este apartado vamos a desarrollar todos los pasos necesarios para estimar los coeficientes tecnológicos de la ecuación 6.31, necesarios para poder descomponer la inversión bruta según lo indicado en los apartados 6.3 y 6.4. Para ello empezaremos con la especificación del modelo empírico, que de acuerdo con la ecuación 6.31 sería:

$$[6.32] \quad Y_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot N_t^* + \alpha_2 \cdot I_t^{N^*} + \alpha_3 \cdot M_t^* + \epsilon_t$$

En la anterior ecuación, α_0 representa la constante de regresión, ϵ_t es una perturbación aleatoria de la cual suponemos que se distribuye como una normal, y los parámetros restantes, obtenidos de 6.26 y 6.31 como:

$$[6.33] \quad \alpha_1 = \frac{b_t \cdot \exp\{-\pi \cdot t\}}{K_t^P}$$

$$[6.34] \quad \alpha_2 = a_t - \frac{b_t \cdot K_t}{K_t^P}$$

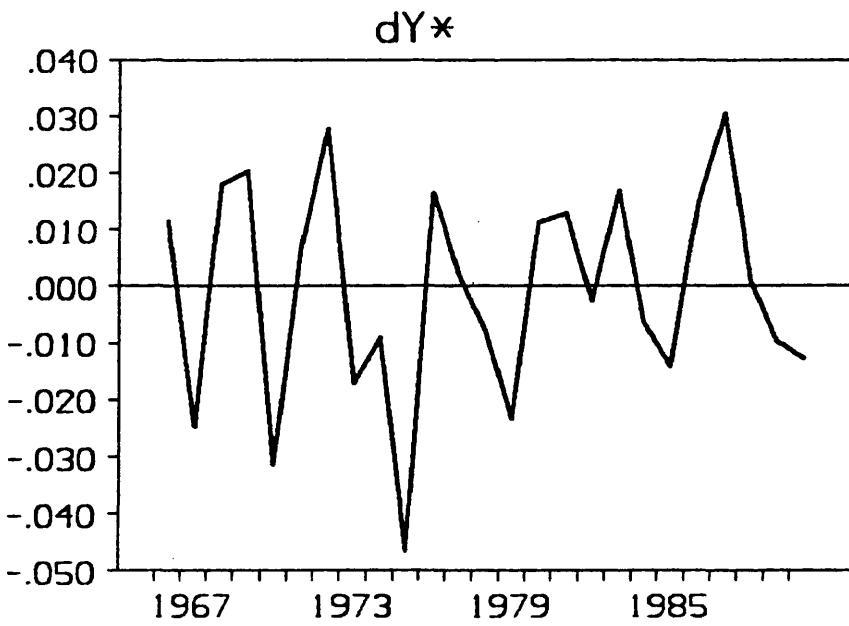
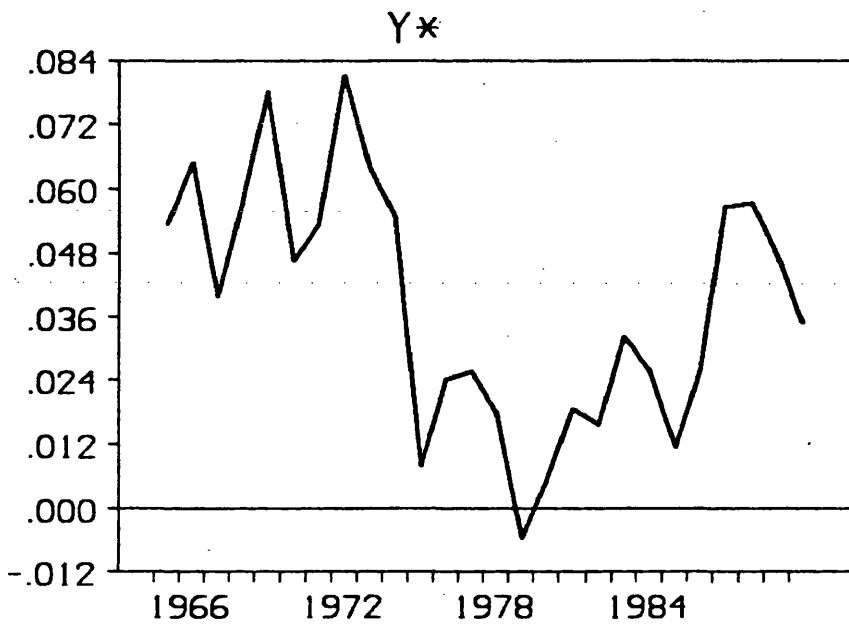
$$[6.35] \quad \alpha_3 = \frac{b_t}{K_t^P} \cdot (K_t^M - K_t)$$

se suponen constantes a lo largo del tiempo. Esto no comporta mayor implicación que la de considerar que entre los parámetros estructurales, todos ellos de tipo tecnológico, existen unas relaciones estables en el

tiempo (¹³).

Como paso previo a la obtención de los valores de los parámetros de la ecuación 6.32, realizaremos un análisis sobre el grado de integrabilidad de cada una de las series. En primer lugar se ofrece una serie de gráficos que representan las distintas variables en nivel y sus diferencias. Estos gráficos se acompañan de los correspondientes correlogramas para facilitar la identificación visual de las series. En segundo lugar se desarrolla una investigación formal aplicando la metodología de Dickey y Fuller. Los detalles sobre el procedimiento seguido en la identificación del grado de integrabilidad, pueden consultarse en el apéndice A del capítulo anterior.

¹³ En la ecuación 6.32, la variable Y^* representa la tasa de crecimiento del output efectivo, N^* las variaciones del empleo medidas en unidades de eficiencia y dividido por el output efectivo, I^{N*} el volumen de inversión neta dividido por el output de plena capacidad, y M^* el volumen de depreciación dividido también por el output de plena capacidad. Los valores de estas variables han sido obtenidos del trabajo de Escribá y Ruiz (1991c) y del anterior capítulo IV, y están referidos al sector endógeno de la economía española.



SMPL 1985 - 1990
28 Observations
IDENT TQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	0.857 0.857
....	..	2	0.403 -0.050
....	..	3	0.388 0.252
....	..	4	0.338 -0.018
..	..	5	0.172 -0.139
..	..	6	-0.022 -0.212
..	..	7	-0.180 -0.223
..	..	8	-0.277 -0.148
Q-Statistic (8 lags) 25.943		S.E. of Correlations 0.198	

SMPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DTQT

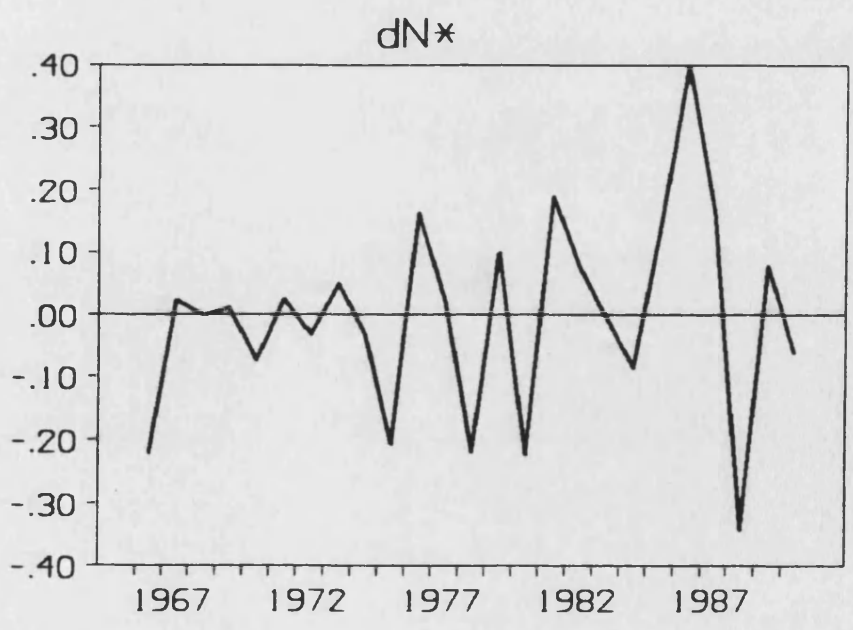
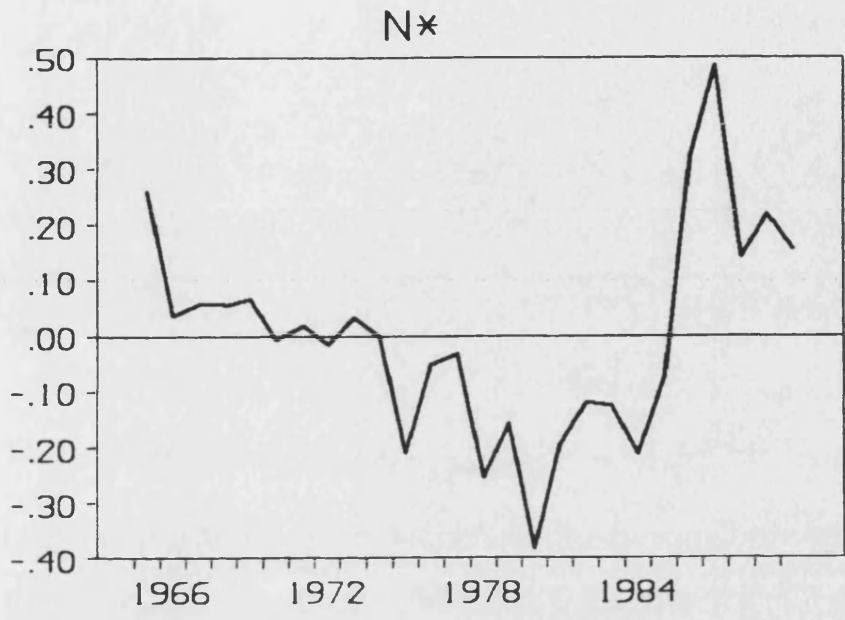
Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
..	..	1	-0.150 -0.150
....	..	2	-0.311 -0.341
..	..	3	0.022 -0.108
..	..	4	0.124 0.001
..	..	5	0.008 0.100
..	..	6	-0.084 0.030
..	..	7	-0.140 -0.093
..	..	8	-0.032 -0.117
Q-Statistic (8 lags) 4.180		S.E. of Correlations 0.200	

SMPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDTQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
....	1	-0.413 -0.413
..	2	-0.238 -0.492
..	3	0.118 -0.368
..	..	4	0.088 -0.263
..	..	5	0.008 -0.107
..	..	6	-0.042 -0.003
..	..	7	-0.040 0.004
..	..	8	0.040 0.028
Q-Statistic (8 lags) 0.078		S.E. of Correlations 0.204	

SMPL 1988 - 1990
23 Observations
IDENT DDDTQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.524 -0.524
..	2	-0.091 -0.504
..	3	0.107 -0.425
..	..	4	0.074 -0.267
..	..	5	-0.022 -0.072
..	..	6	-0.062 0.020
..	..	7	0.007 0.021
..	..	8	0.011 -0.063
Q-Statistic (8 lags) 0.999		S.E. of Correlations 0.208	



SMPL 1965 - 1990
28 Observations
IDENT TZT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	0.613 0.613
.....	2	0.375 -0.001
.....	3	0.275 0.073
.....	4	0.139 -0.093
.....	5	-0.017 -0.131
.....	6	-0.204 -0.229
.....	7	-0.309 -0.123
.....	8	-0.268 0.058
Q-Statistic (8 lags) 21.299		S.E. of Correlations 0.196	

SMPL 1966 - 1990
25 Observations
IDENT DTZT

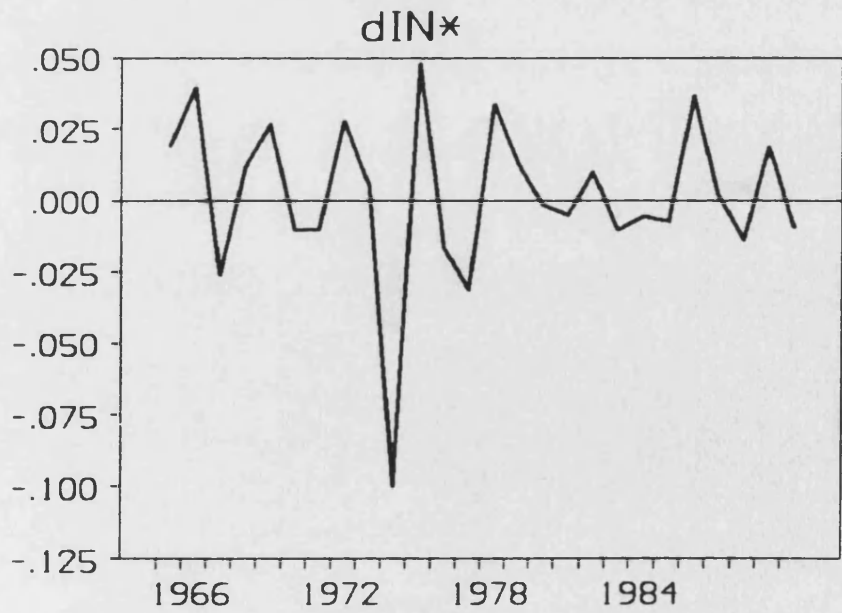
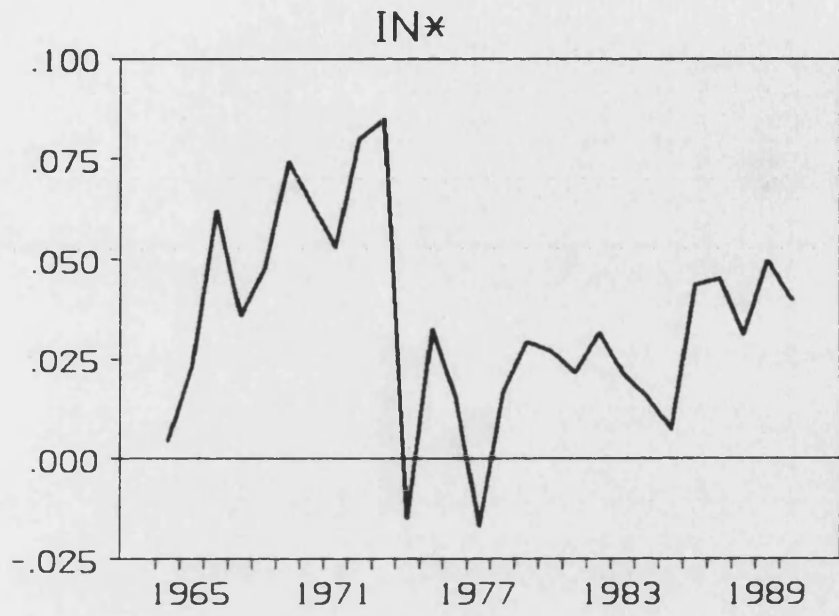
Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
..	..	1	-0.142 -0.142
..	..	2	-0.195 -0.219
..	..	3	-0.029 -0.100
..	..	4	0.066 -0.000
..	..	5	0.170 0.178
..	..	6	-0.098 -0.021
..	..	7	-0.229 -0.194
..	..	8	0.083 -0.031
Q-Statistic (8 lags) 4.021		S.E. of Correlations 0.200	

SMPL 1967 - 1990
24 Observations
IDENT DDTZT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.450 -0.450
.....	2	-0.119 -0.404
.....	3	0.055 -0.303
.....	4	-0.014 -0.290
.....	5	0.181 0.025
.....	6	-0.085 0.113
.....	7	-0.175 -0.085
.....	8	0.164 0.003
Q-Statistic (8 lags) 7.829		S.E. of Correlations 0.204	

SMPL 1968 - 1990
23 Observations
IDENT DDDTZT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.568 -0.568
.....	2	0.018 -0.505
.....	3	0.101 -0.373
.....	4	-0.088 -0.436
.....	5	0.172 -0.165
.....	6	-0.083 0.137
.....	7	-0.142 0.049
.....	8	0.241 0.268
Q-Statistic (8 lags) 10.999		S.E. of Correlations 0.208	



SNPL 1965 - 1990
28 Observations
IDENT IMQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	0.344 0.344
...	2	0.222 0.117
..	3	0.305 0.319
.	4	-0.003 -0.282
...	5	-0.243 -0.337
..	6	-0.063 -0.003
.	7	-0.013 0.284
.....	8	-0.281 -0.115
Q-Statistic (8 lags) 11.620		S.E. of Correlations 0.198	

SNPL 1986 - 1990
25 Observations
IDENT DINGT

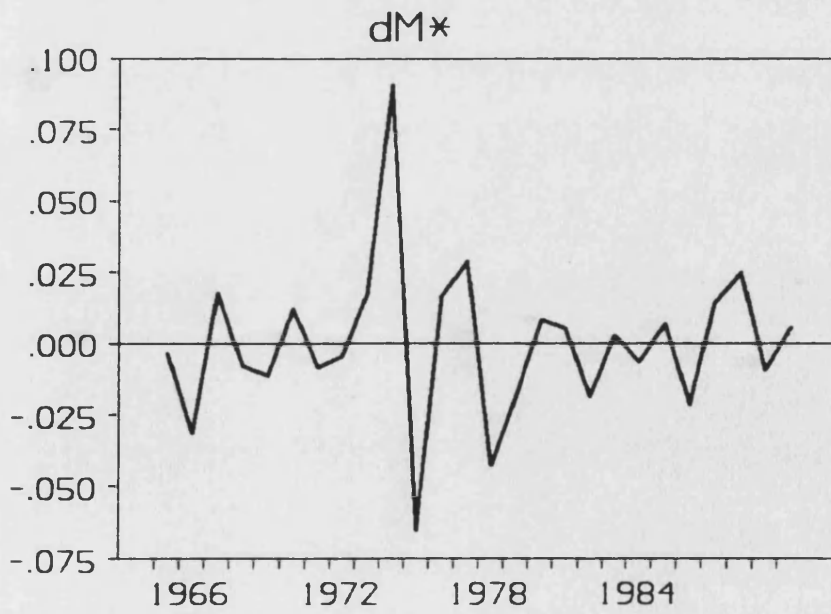
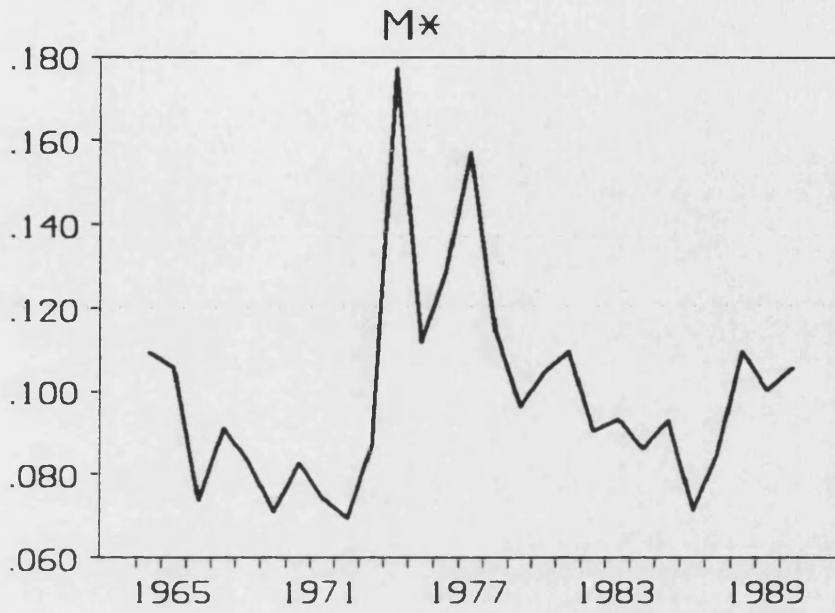
Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.389 -0.389
...	2	-0.230 -0.450
..	3	0.428 0.181
.	4	-0.098 0.151
...	5	-0.320 -0.197
..	6	0.093 -0.379
.	7	0.245 0.085
.....	8	-0.322 0.020
Q-Statistic (8 lags) 16.794		S.E. of Correlations 0.200	

SNPL 1987 - 1990
24 Observations
IDENT DDIQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.523 -0.523
...	2	-0.217 -0.078
..	3	0.430 -0.290
.	4	-0.080 0.078
...	5	-0.244 0.108
..	6	0.070 -0.308
.	7	0.280 -0.089
.....	8	-0.290 0.019
Q-Statistic (8 lags) 17.737		S.E. of Correlations 0.204	

SNPL 1988 - 1990
23 Observations
IDENT DDDIQ

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.....	1	-0.589 -0.589
...	2	-0.131 -0.074
..	3	0.308 -0.380
.	4	-0.091 0.005
...	5	-0.154 0.220
..	6	0.013 -0.148
.	7	0.227 -0.130
.....	8	-0.217 -0.113
Q-Statistic (8 lags) 13.984		S.E. of Correlations 0.208	



SNPL 1965 - 1990
26 Observations
IDENT MQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 0.384	0.384
.	2 0.218	0.082
.	3 0.293	0.218
.	4 -0.014	-0.245
.	5 -0.298	-0.351
.	6 -0.248	-0.130
.	7 -0.193	0.077
.	8 -0.409	-0.198
Q-Statistic (8 lags) 16.543		S.E. of Correlations 0.198	

SNPL 1966 - 1990
25 Observations
IDENT DMQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.354	-0.354
.	2 -0.208	-0.379
.	3 0.323	0.118
.	4 -0.010	0.147
.	5 -0.284	-0.153
.	6 0.001	-0.298
.	7 0.221	-0.007
.	8 -0.297	-0.171
Q-Statistic (8 lags) 12.247		S.E. of Correlations 0.200	

SNPL 1967 - 1990
24 Observations
IDENT DDMQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.534	-0.534
.	2 -0.184	-0.629
.	3 0.323	-0.359
.	4 -0.004	0.012
.	5 -0.228	0.052
.	6 0.028	-0.233
.	7 0.291	0.017
.	8 -0.279	0.029
Q-Statistic (8 lags) 15.149		S.E. of Correlations 0.204	

SNPL 1968 - 1990
23 Observations
IDENT DDDMQT

Autocorrelations	Partial Autocorrelations	ac	pac
.	1 -0.004	-0.004
.	2 -0.049	-0.051
.	3 0.259	-0.500
.	4 -0.016	-0.114
.	5 -0.189	0.149
.	6 -0.007	-0.158
.	7 0.257	-0.122
.	8 -0.232	-0.081
Q-Statistic (8 lags) 13.417		S.E. of Correlations 0.208	

Cuadro 6.5

SERIE Y	D-F			A-D-F		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.021	0.012		0.020	0.013	
t_{μ}	1.57	1.79		1.27	1.69	
	(3.20)	(2.61)		(3.20)	(2.61)	
β	-0.000			-0.000		
t_{β}	-0.76			-0.54		
	(2.85)			(2.85)		
δ_0	-0.40	-0.34	-0.11	-0.43	-0.37	-0.12
θ	0.60	0.66	0.89	0.57	0.63	0.88
t_{δ}	-2.31	-2.21	-1.26	-2.10	-2.13	-1.30
	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)
k	0	0	0	1	1	1
D-W	1.89	1.95	2.17	1.86	1.88	1.95
Q(2) (5.99)	0.58	0.69	2.74	0.55	0.88	3.15
Q(3) (7.81)	0.77	0.86	2.76	0.63	0.91	3.19
Q(4) (9.49)	1.21	1.35	3.12	1.23	1.69	4.00
Q(8) (15.51)	2.81	2.84	4.03	3.28	4.44	5.34
$\Phi 1$	2.45		(5.18)		2.35	
$\Phi 2$	1.80		(5.68)		1.57	
$\Phi 3$	2.69		(7.24)		2.36	

Cuadro 6.6

SERIE N	D-F			A-D-F		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	-0.079	-0.007		-0.135	-0.004	
t_{μ}	-1.11	-0.23		-1.11	-0.11	
	(3.20)	(2.61)		(3.20)	(2.61)	
β	0.004			0.008		
t_{β}	1.11			1.13		
	(2.85)			(2.85)		
δ_0	-0.38	-0.37	-0.37	-0.27	-0.34	-0.33
θ	0.62	0.63	0.63	0.73	0.66	0.67
t_{δ}	-2.44	-2.39	-2.43	-0.98	-1.25	-1.31
	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)	(-3.6)	(-3.0)	(-1.95)
k	0	0	0	3	3	3
D - W	1.95	1.86	1.86	2.00	2.01	2.00
Q(2) (5.99)	0.25	0.16	0.16	0.01	0.00	0.00
Q(3) (7.81)	0.25	0.28	0.26	0.03	0.03	0.03
Q(4) (9.49)	0.33	0.49	0.46	0.27	0.09	0.09
Q(8) (15.51)	3.52	3.40	3.37	2.61	2.44	2.42
$\Phi 1$	2.86		(5.18)		0.81	
$\Phi 2$	2.34		(5.68)		0.95	
$\Phi 3$	3.51		(7.24)		1.43	

Cuadro 6.7

SERIE I N ⁺	D-F		A-D-F			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.036	0.023				
t_{μ}	2.61	2.97				
	(3.20)	(2.61)				
β	-0.001					
t_{β}	-1.10					
	(2.85)					
δ_0	-0.69	-0.65				
θ	0.31	0.35				
t_{δ}	-3.68	-3.51				
	(-3.6)	(-3.0)				
k	0	0				
D-W	2.06	2.04				
Q(2)	0.08	0.01				
(5.99)						
Q(3)	3.77	4.52				
(7.81)						
Q(4)	4.02	4.55				
(9.49)						
Q(8)	9.14	8.86				
(15.51)						
$\Phi 1$	6.17		(5.18)			
$\Phi 2$	4.56		(5.68)			
$\Phi 3$	6.83		(7.24)			

Cuadro 6.8

SERIE M	D-F		A-D-F			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	0.057	0.060				
t_{μ}	2.65	3.16				
	(3.20)	(2.61)				
β	0.000					
t_{β}	0.42					
	(2.85)					
δ_0	-0.62	-0.61				
θ	0.38	0.39				
t_{δ}	-3.23	-3.26				
	(-3.6)	(-3.0)				
k	0	0				
D - W	2.05	2.05				
Q(2)	0.03	0.02				
(5.99)						
Q(3)	2.59	2.53				
(7.81)						
Q(4)	2.60	2.53				
(9.49)						
Q(8)	7.98	7.59				
(15.51)						
$\Phi 1$	5.33		(5.18)			
$\Phi 2$	3.49		(5.68)			
$\Phi 3$	5.23		(7.24)			

En el cuadro 6.5 se presentan los resultados del contraste DF y ADF, así como los correspondientes ratios de verosimilitud, Φ_i , de la tasa de crecimiento del output Y^* . Con los valores de los estadísticos allí recogidos, no es posible rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad de la variable, $I(1)$, frente a cualquiera de las alternativas contrastadas (estacionariedad con tendencia determinista y constante o estacionariedad con constante). En el cuadro 6.6 se ofrecen las regresiones correspondientes a los contrastes de estacionariedad de la variable empleo, N^* . El contraste de DF nos llevaría a rechazar la hipótesis nula $I(1)$ frente a la alternativa $I(0)$, pero los bajos valores del estadístico DW, así como los valores obtenidos en los ratios de verosimilitud que de una manera muy clara no permiten rechazar la hipótesis de una raíz unitaria, nos sugieren la estimación con algunos retardos de la primera diferencia de la variable, contraste ADF en donde se ve que los valores estimados del estadístico t_δ no permiten rechazar la hipótesis nula $I(1)$. Esta conclusión se ve reforzada con los nuevos valores del contraste de los ratios de verosimilitud de Dickey y Fuller.

En el cuadro 6.7, la serie I^{N^*} muestra un claro rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad a favor de la alternativa $I(0)$ con una constante, regresión (2). Aún cuando con el valor DF de la regresión (1) es posible rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad frente a la alternativa de una tendencia determinista y constante, la tendencia es poco significativa como vemos en los valores de Φ_3 y Φ_2 que no consigue superar el valor crítico, y sobre todo en el valor del estadístico t para la tendencia en la regresión (1), comparados estos valores estimados con los tabulados en Dickey y Fuller (1981). En la columna (2) este rechazo de la raíz unitaria es claro frente a la alternativa de una constante. El valor 2.97 del ratio t para la constante, el valor -3.51 del estadístico DF y el 6.17 del ratio de verosimilitud Φ_1 apuntan todos ellos en esta misma dirección. En el cuadro 6.8 nos encontramos con unos resultados muy semejante para la serie M^* que nos llevan a concluir también el rechazo de una raíz unitaria concluyendo en la regresión (2) que esta variable es estacionaria alrededor de una constante; los valores 3.16, -3.26 y 5.33 de los estadísticos t de la constante, DF y Φ_1 así parecen sostenerlo rechazando todos ellos la hipótesis

nula de no estacionariedad (¹⁴).

En contra de las conclusiones que acabamos de obtener con los contrastes de Dickey y Fuller, la simple observación de las series, parece indicar que las variables Y^* y N^* son ambas estacionarias por segmentos muestrales, es por ello por lo que quizás la parametrización de la hipótesis alternativa en dichos contrastes no sea la más apropiada en este caso. Ahora nos planteamos la posibilidad de que ambas, bajo la hipótesis alternativa, presenten una estructura estacionaria alrededor de una media cambiante. De acuerdo con la metodología de Perron (1989 y 1990) para el modelo *Additive Outlier*, probamos la estacionariedad de ambas variables alrededor de una media con dos saltos, uno en 1975 y otro en 1986. La estrategia consiste en regresar los niveles de las variables contra dos dummies, D1 y D2, una correspondiente al periodo 1975-1985, y la otra al periodo 1986-1990. La estructura de las estimaciones realizadas para el contraste de Perron, es la recogida en las ecuaciones (I) y (II) siguientes, mientras que los resultados obtenidos son los que ofrecemos en el cuadro 6.9.

$$(I) \quad X_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot D1 + \beta_2 \cdot D2 + w_t$$

$$(II) \quad dw_t = \delta_0 \cdot w_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \cdot dw_{t-i} + e_t$$

¹⁴ El resultado que acabamos de obtener, rechazando la no estacionariedad de la variable M^* , aún cuando puede parecer contradictorio con la conclusión que obteníamos en el capítulo anterior en el cual aceptábamos una raíz unitaria para la tasa de depreciación, en realidad no lo es pues en uno y otro caso nos estamos refiriendo a variables que, aunque semejantes, no son iguales. Mientras que la tasa de depreciación se define como el cociente entre el volumen de depreciación y el stock de capital, la variable M^* la hemos definido como el cociente entre el volumen de depreciación y el output de plena capacidad.

El procedimiento seguido consiste, fundamentalmente, en aplicar el contraste DF y ADF a las series después de descontar el salto experimentado por la media (¹⁵). Para ello realizamos una regresión con la estructura de la ecuación (I) anterior para cada una de las variables Y^* y N^* , y con los residuos que se obtienen se realiza una regresión con la estructura de la ecuación (II). Los valores del estadístico DF y ADF que utilizamos para contrastar la estacionariedad con las tabulaciones de Perron (1990) se corresponden con el valor del ratio t obtenido en estas segundas estimaciones para el coeficiente del primer retardo de los residuos de las primeras estimaciones. La variable w_t representa los valores de las series una vez eliminados los saltos que dicha variable experimenta en 1975 y 1986, o lo que es lo mismo, los residuos de las primeras estimaciones. Finalmente, e_t es una perturbación aleatoria con estructura de "ruido blanco".

A la vista de los resultados del cuadro 6.9, podemos concluir que tanto la variable Y^* como N^* son estacionarias alrededor de una media cambiante, rechazando la hipótesis nula de una raíz unitaria en ambos casos. Esta media segmentada recoge cambios instantáneos que son permanentes y, dada la estacionariedad del proceso se puede suponer acertadamente que los cambios en su media no se ven afectados por la propia dinámica, tal como sería el caso de un modelo del tipo "Innovational outlier". En la modelización del tipo "Additive outlier", que hemos elegido, el cambio es instantáneo tal y como se puede apreciar en los gráficos de estas dos variables, mientras que en la modelización rechazada estos cambios se experimentan gradualmente.

15 Evidentemente, los contrastes de media cambiante que realizamos en este trabajo difieren de la metodología propuesta por Perron (1990) en cuanto la parametrización de la hipótesis alternativa que proponemos incluye dos saltos en la media, es decir, supone series estacionarias alrededor de tres medias diferentes a lo largo del periodo muestral considerado. Ante la falta de tabulaciones del estadístico t para la parametrización concreta que realizamos, hemos preferido seguir utilizando la que se ofrece en el trabajo arriba mencionado, correspondiente a un único salto en media (dichos valores se recogen entre parentesis en el cuadro 6.9 para el correspondiente valor de Ω , una muestra de 50 observaciones, y un nivel de significatividad del 95%). La alternativa de que se dispone, correspondiente a las tabulaciones de Rappoport y Reichlin (1989), parte de considerar una tendencia con tres segmentos. En todos los casos considerados los valores del estadístico que se obtiene supera con creces los valores críticos tanto de Perron como de Rappoport y Reichlin.

Cuadro 6.9

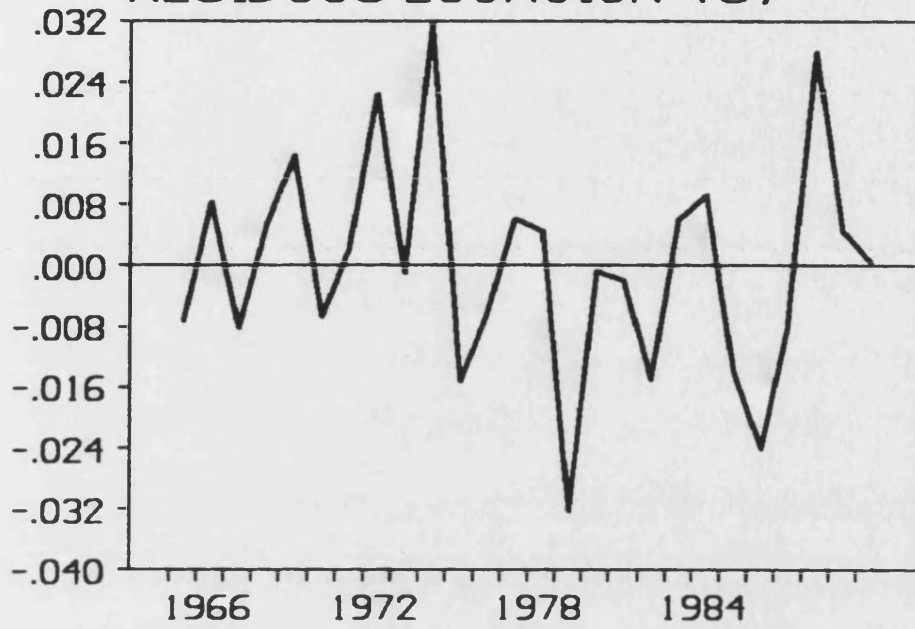
SERIE Y *	(I)	(II)	SERIE N *	(I)	(II)
B_0	0.0592		B_0	0.0493	
t_β	15.26		t_β	1.52	
B_1	-0.0430		B_1	-0.2158	
t_β	-8.03		t_β	-4.82	
B_2	-0.0148		B_2	0.2158	
t_β	-2.20		t_β	3.82	
$k = p - 1$		1	$k = p - 1$		0
δ_0		-1.51	δ_0		-0.98
t_δ		-5.86	t_δ		-5.19
		(-3.45)			(-3.45)
Ω		0.5	Ω		0.5
R^2	0.74	0.63	R^2	0.74	0.52
D - W	1.96	1.79	D - W	1.73	1.91
Q(2)	6.79*		Q(2)	0.06	
Q(3)	6.97		Q(3)	2.55	
Q(4)	7.40		Q(4)	2.65	
Q(8)	7.82		Q(8)	7.81	

Una vez realizado el análisis de integrabilidad de las series, nos planteamos la estimación del modelo empírico. Las distintas ecuaciones estimadas que pasamos a presentar en el cuadro 6.10, toman como punto de partida la relación entre el output y el empleo, las dos variables que en principio, con los contrastes de Dickey y Fuller, nos daban no estacionarias. Es por ello por lo que las regresiones (1) y (2) de dicho cuadro incorporan en la parte inferior el contraste de cointegración con los valores de los estadísticos DF y ADF. A partir de la relación que obtengamos entre ambas variables, nos acercaremos paulatinamente a la estimación de los coeficientes de regresión del modelo empírico, ecuación 6.32, de los cuales derivaremos definitivamente los parámetros estructurales del modelo teórico expresado en la ecuación 6.31.

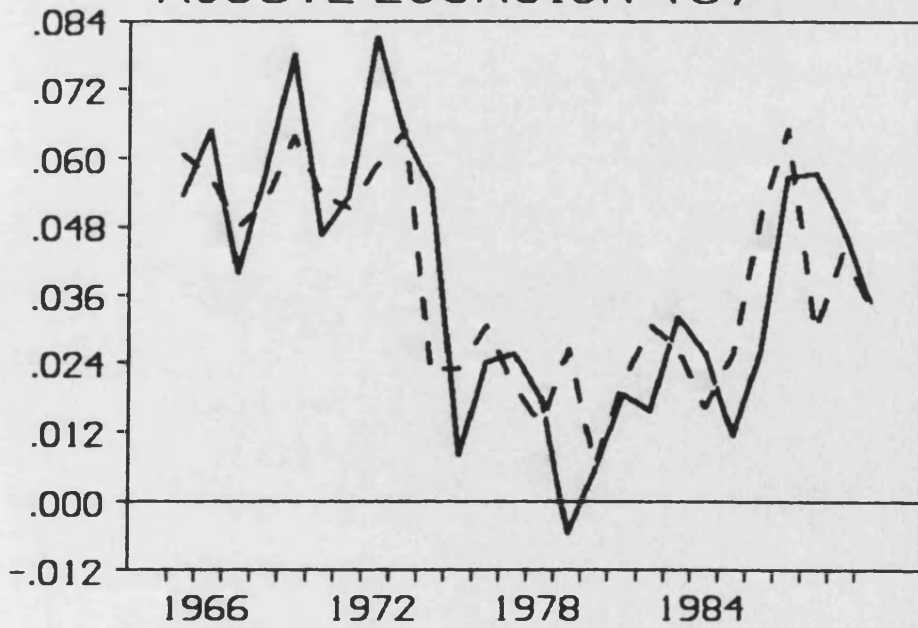
Cuadro 6.10

Y *	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
C	0.04 9.97	0.04 10.15	0.03 4.80	-0.02 -0.94		
N *	0.068 3.34	0.108 4.14	0.087 3.70	0.084 3.88	0.087 4.09	0.103 4.53
D 2		-0.03 -2.21	-0.02 -2.21	-0.02 -2.33	-0.02 -2.47	-0.03 -2.50
I N *			0.39 3.00	0.71 3.75	0.56 6.01	0.33 11.74
M *				0.41 2.20	0.24 5.58	0.33 11.74
R ²	0.32	0.44	0.60	0.67	0.66	0.56
\bar{R}^2	0.29	0.39	0.55	0.61	0.61	0.52
DW	1.02	1.50	2.15	2.27	2.27	1.69
DF	-2.75 (-3.67)	-3.98 (-3.67)				
ADF k = 4	-2.93 (-3.29)	-3.47 (-3.29)				

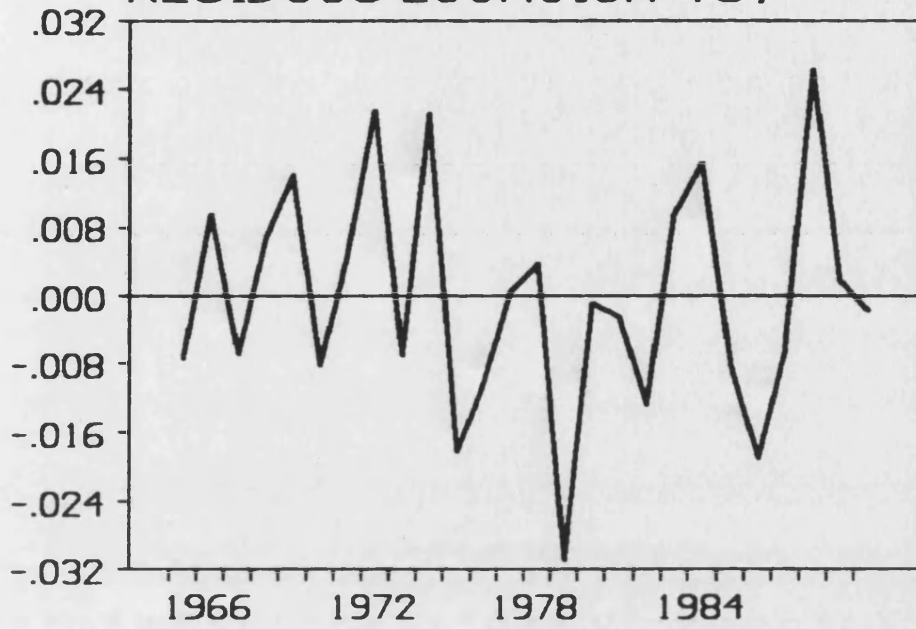
RESIDUOS ECUACION (3)



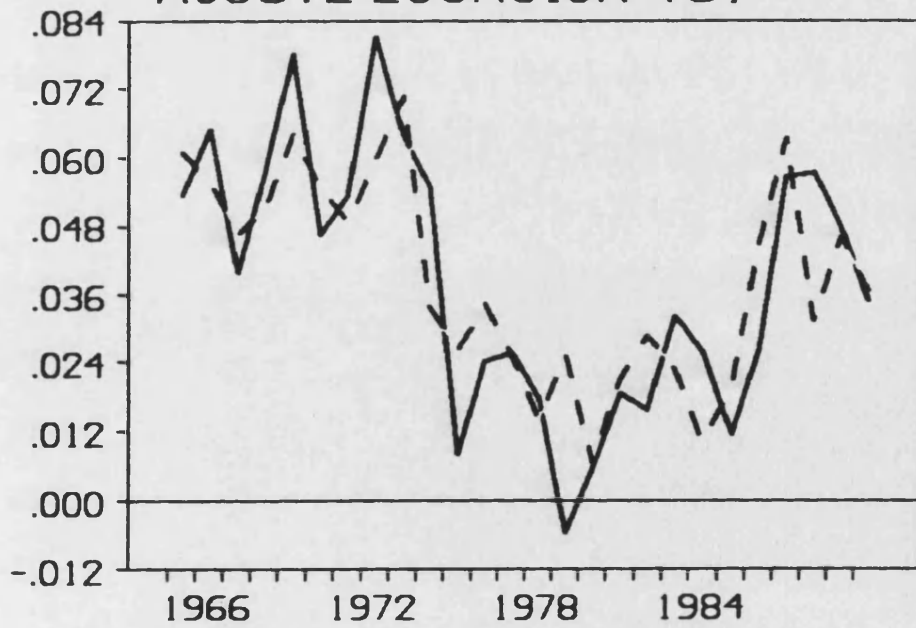
AJUSTE ECUACION (3)



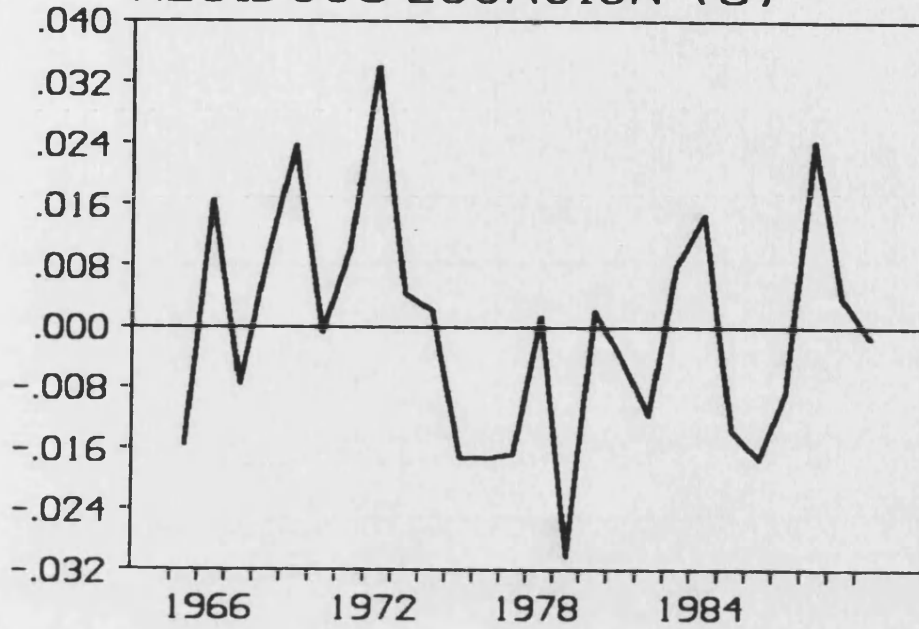
RESIDUOS ECUACION (5)



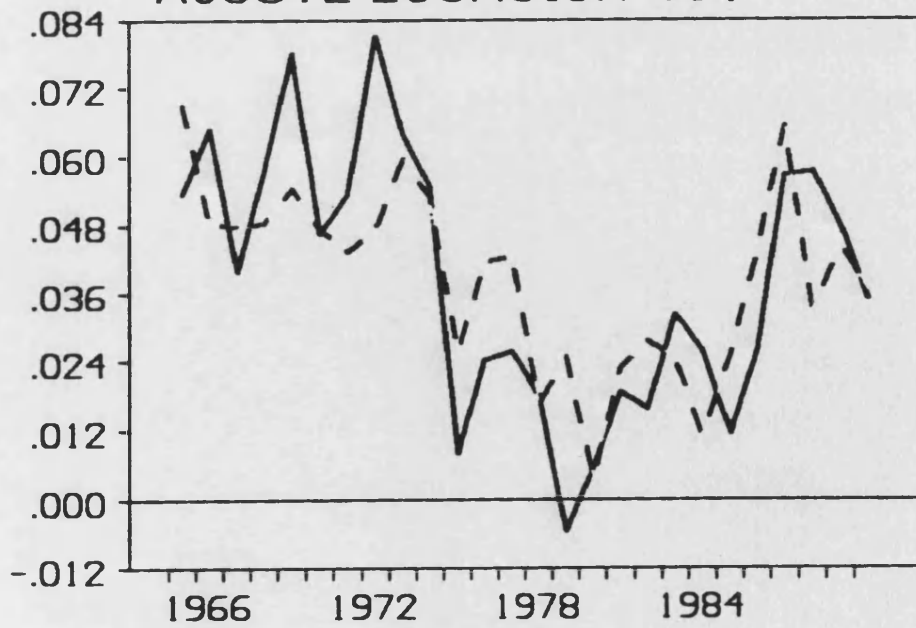
AJUSTE ECUACION (5)



RESIDUOS ECUACION (6)



AJUSTE ECUACION (6)



Cuadro 6.11
TESTS AUTOCORRELACION
Y HETEROSCEDASTICIDAD

	(3)	(4)	(5)	(6)	(0.05)
T	26	26	26	26	
Q (2)	0.94	1.39	1.51	0.52	(5.99)
Q (3)	1.15	1.92	1.81	0.93	(7.81)
Q (4)	1.31	1.97	1.90	0.93	(9.49)
Q (8)	2.13	3.96	3.39	4.19	(15.51)
LM (1)	0.26	0.59	1.71	1.35	(3.84)
LM (2)	1.04	1.71	3.15	1.59	(5.99)
LM (3)	1.29	1.78	3.01	1.89	(7.81)
LM (4)	1.32	1.87	3.11	2.91	(9.49)
ARCH(1)	1.51	1.87	2.10	2.74	(3.84)

Cuadro 6.12
TEST PREDICCIÓN (PPT)

	(3)	(4)	(5)	(6)	(0.05)
1990	0.00	0.07	0.02	0.01	(3.84)
89-90	0.07	0.07	0.03	0.06	(5.99)
88-90	3.27	3.03	3.33	2.35	(7.81)
87-90	3.55	3.15	3.56	2.64	(9.49)
86-90	5.97	4.27	5.32	3.84	(11.07)

La regresión (1) nos muestra que no existe una relación de cointegración entre el output y el empleo cuando se supone que existen medias y tendencias comunes, y que por lo tanto se compensan. Dado el perfil de las series, hemos analizado la posibilidad de cointegrar ambas variables bajo el supuesto de que en algún tramo del periodo muestral no exista una media común, y por consiguiente sería necesario especificarla en la relación de cointegración. Además, la estrategia adoptada más arriba consistente en reparametrizar la hipótesis alternativa en los contrastes de raíz unitaria, y que nos permitió rechazar la hipótesis nula frente a la alternativa de estacionariedad del output y el empleo con medias cambiantes, sugiere una estimación como la de la regresión (2), en la cual el output y el empleo cancelan el salto común del año 1975 pero no el experimentado por en 1986. Así pues, la inclusión de una dummy, D2, para el periodo comprendido entre 1986 y 1990, permite obtener una estimación con unos residuos estacionarios, tal como indican los contrastes DF y ADF.

Una vez obtenida una relación estable entre el output y el empleo, la estrategia consiste en tratar de corregir el reducido valor del estadístico R^2 añadiendo paulatinamente nuevas variables que nos acerquen a la especificación concreta de nuestro modelo empírico. Evidentemente, la inclusión de nuevas variables debe respetar, con su orden de integrabilidad, la estacionariedad de la relación que acabamos de obtener. Esto se cumple tanto con la inversión neta, I^{N*} , como con la depreciación, M^* .

En primer lugar, en la regresión (3) se estima el modelo de la función de producción considerando el factor trabajo en unidades de eficiencia. La regresión (4) que además de la constante incluye la variable depreciación junto a la inversión neta nos sirve de puente para pasar a estimar en las regresiones (5) y (6) nuestro modelo alternativo al de la función de producción. De estas dos, la (5) corresponde al modelo sin la imposición de las condiciones de arbitraje entre los distintos tipos de inversión, y la (6) a la situación que se deriva de la imposición de las mismas con una restricción sobre los coeficientes de estimación α_2 y α_3 , que necesariamente deben ser iguales.

La estimación del modelo de la ecuación 6.31 sin las condiciones de arbitraje, como se puede ver en (4) y (5), constituye otra forma de estimar el modelo de producción pero descargando el peso del progreso técnico que en él se atribuye a la constante, sobre las variables inversión neta y reemplazamiento. Esta interpretación se refuerza con los resultados del cuadro 6.10 pues al pasar de la regresión (3) a la (5), los coeficientes del empleo y de la Dummy apenas experimentan variación. En cambio, al eliminar la constante no significativa de la regresión (4) los coeficientes de la inversión neta y la depreciación ganan en significatividad, alcanzando una mayor explicación de la varianza de la tasa de crecimiento del output. Así pues, la regresión (5), si se observa en los cuadros 6.11 y 6.12, claramente supera a la regresión (3). Habiendo superado las dos los tests de especificación, autocorrelación y heteroscedasticidad, la regresión (5) ofrece un poder de predicción más elevado que la regresión (3).

Finalmente, la regresión (6) estima los coeficientes de nuestro modelo teórico bajo la restricción de que los coeficientes de la inversión neta y la depreciación son iguales, y ofrece una perspectiva totalmente diferente al de la función de producción, pues en realidad nos indica que los determinantes del output son el empleo y la inversión bruta. Las propiedades estadísticas del ajuste correspondiente a ésta última regresión se pueden observar en los cuadros 6.11 y 6.12. El rechazo de la hipótesis de existencia de autocorrelación y heteroscedasticidad se acompaña de unos valores del test de predicción que, para todos los tramos de predicción considerados, ofrecen unos resultados que apuntan hacia la mayor capacidad predictiva frente a todas las demás alternativas consideradas anteriormente. Por otra parte, y contrariamente a lo que sería de desear, el ajuste de la regresión (6) explica una parte menor de la varianza total del output.

CONCLUSIONES

No sería realista pretender resumir en unas pocas páginas todos los descubrimientos, tomas de posición y discusiones que se han ido revelando a lo largo del trabajo. Pero aunque así sea, creemos que es muy útil recalcar las principales conclusiones a que se ha llegado, cosa que pasamos a analizar de un modo sintético.

La primera conclusión importante a que se llega en este trabajo es que resulta posible aproximar la medida del capital en términos de valor económico, incluso en situaciones caracterizadas por el desequilibrio. En tales situaciones resulta imprescindible tener en cuenta el proceso de creación-destrucción de capital para obtener dicha medida del capital. La naturaleza dinámica de dicho proceso nos obliga a abandonar el mero ejercicio de estática comparativa propuesto en sus orígenes para aproximar el "valor" del capital, y sustituirlo por los métodos propios de una técnica analítica como la del control óptimo que es capaz de integrar los procesos dinámicos de ajuste. La obtención de esta medida económica del capital es incluso necesaria ante la incapacidad manifiesta de los distintos métodos al uso para captar la depreciación en toda su dimensión económica.

De acuerdo con la terminología de Joan Robinson, las tres medidas posibles del capital difieren en situaciones de desequilibrio, pero ante la opinión de la propia Robinson, y fundamentalmente ante las distintas alternativas neoclásicas que desde el momento en que se reconoce dicha realidad, adoptan el supuesto de la perfecta maleabilidad del capital y pasan a aproximarlos por el coste de reposición de los distintos bienes de equipo, en esta Tesis se ofrece un esquema de valoración que trata de recomponer las piezas del rompecabezas haciendo un esfuerzo por recuperar la medida del capital en términos de valor. En este esquema juega un papel fundamental la variable o ratio de valoración empresarial conocida como Q-Tobin.

La principal limitación del método del inventario perpetuo, del método contable, y en general de todos los métodos que se aproximan por el lado de los costes de reposición, reside en la dificultad que encuentran para captar el proceso de destrucción de capital por medio de la depreciación. La depreciación, interpretada en términos amplios, está constituida por el conjunto de pérdidas de capital que se generan como consecuencia del deterioro físico, el deterioro económico, la obsolescencia tecnológica y la obsolescencia estructural que padecen los bienes de equipo instalados en las empresas. En esta Tesis se establece un esquema clarificador con las distintas fuentes de depreciación anteriores explicitando en que consiste cada una de ellas y poniendo, por tanto, un poco de orden en la literatura. Bajo la consideración de todos los elementos, el supuesto fuerte de perfecta maleabilidad del capital es del todo inapropiado porque impide la modelización de cualquier tipo de depreciación que no provenga del estricto deterioro físico de los equipos.

Evidentemente, la depreciación no puede ser tratada como una simple necesidad técnica, sino que la existencia simultánea de deterioros y obsolescencias la convierten en una variable económica. Para modelizar el supuesto de una tasa de depreciación variable, dado que ésta no es sostenible desde la más rígida hipótesis tecnológica de tipo putty-putty, resulta imprescindible trabajar con los supuestos de una tecnología que incorpore un componente clay, ya sea putty-clay o clay-clay.

Puesto que el supuesto crucial es el de la no maleabilidad del capital, cuando el modelo permite la existencia del mismo también es posible modelizar la tasa de depreciación variable con una tecnología intermedia, putty-putty con costes de adaptación. Además, este tipo de modelización permite obtener un mecanismo endógeno para el cálculo de los valores económicos del propio capital, y de la depreciación obtenida a partir de la tasa de depreciación variable. En cualquier caso, dado que bajo determinadas circunstancias puede resultar conveniente trabajar con generaciones de bienes de capital, también se ha hecho el esfuerzo por modelizar estrictamente una tecnología putty-clay obteniendo sendas reglas de depreciación, una para el deterioro y otra para la obsolescencia. Además, tanto en una modelización como en otra las reglas de depreciación que se obtienen son independientes de la que se obtiene para

la inversión bruta. En el modelo putty-clay esta diferenciación es evidente dadas las diferencias de naturaleza entre los bienes de equipo que se retiran y los que se invierten.

Otro resultado interesante que obtenemos proviene del planteamiento dinámico que adoptamos en el capítulo III para tratar la endogeneización de la tasa de depreciación. Los supuestos de irreversibilidad e incertidumbre sobre la demanda que allí consideramos, nos permiten plantear la necesidad analítica de tener en cuenta la variable UCP en el cálculo del coste de uso del capital. Esta idea ya ha sido planteada en la literatura en alguna otra ocasión, pero dado que en esos trabajos las características de irreversibilidad e incertidumbre son tratadas en un escenario estático, dicho resultado aparecía como una simple intuición, en cambio en esta Tesis se ofrece como un resultado lógico derivado de las condiciones necesarias del problema de optimización intertemporal.

En un plano ya más empírico, desde un punto de vista aplicado al sector endógeno de la economía española, constatamos que la economía española ha sufrido desde mediados de los años setenta un fuerte proceso de descapitalización. En este periodo caracterizado por ser un periodo de crisis industrial, ha habido una importante destrucción de capital que no recogen las estadísticas oficiales directamente, y que cuestiona seriamente la utilización de cualquier serie de stock de capital que, utilizando un valor inicial y la inversión bruta, suponga una tasa de depreciación constante -en España suele utilizarse en la mayoría de los estudios el 10%- o utilice los datos de depreciación anual de la Contabilidad Nacional.

De los resultados obtenidos se desprende que el método del inventario perpétuo puede servir para aproximar el capital, la depreciación y la inversión neta en el periodo anterior a la crisis, entre 1964 y 1973. Pero durante el periodo 1974-1979 éste método no es capaz de captar la significativa y muy importante destrucción de capital que llevan a cabo las empresas del sector endógeno. Consiguientemente, todos los análisis que utilizan las series del stock de capital que se derivan de la utilización de este método, están sistemáticamente sobrevalorando las existencias de capital.

Uno de los resultados empíricos más importantes de esta Tesis junto con la serie del stock de capital, es la serie de la tasa de depreciación variable que se obtiene para todo el periodo analizado. Por consiguiente, todas aquellas variables económicas en la determinación de las cuales interviene la tasa de depreciación, y que tradicionalmente se obtenían con una tasa constante, deben ser puestas en cuestión. En concreto el coste de uso del capital, del cual ya vimos anteriormente otras cuestiones relativas a la forma correcta de calcularlo, deberá obtenerse computando dicha tasa variable de depreciación. No resulta extraño pues que, en trabajos que nos preceden, muchos investigadores hayan instintivamente utilizado valores de la tasa de depreciación que saltan entre periodos desde el 8 al 10 y al 12% apelando a que ha habido una parte importante de depreciación no registrada por las mediciones al uso.

Esta Tesis, entre otros objetivos, ha tenido la pretensión de llenar un hueco del que han sido conscientes gran parte de los investigadores que han necesitado usar variables como el stock de capital, el coste de uso, etc. No se pretende en absoluto haber agotado la solución del problema, y al mismo tiempo se es consciente de muchas insuficiencias en las que se ha incurrido. Por poner algunos ejemplos: es cuestionable utilizar un ratio Q extraído de datos de tan solo 77 empresas no financieras; no hay ninguna consideración explícita de aspectos fiscales y su influencia sobre la inversión y la depreciación; el stock de referencia inicial, aunque está ya muy difundido en la literatura, es cuestionable como lo es utilizar un stock de capital agregado bajo tecnología putty-clay; la definición del sector endógeno aunque homologable a intentos semejantes, y en este sentido léase MARIBEL y MOISES, tiene problemas para ser construido con series oficiales; etc.

De acuerdo con lo que veíamos más arriba, en esta Tesis se ofrece una serie de la tasa de depreciación variable, que se corresponde con la idea desarrollada en la misma según la cual la depreciación responde a decisiones relacionadas con variables económicas y ni siquiera en el largo plazo puede legitimarse el supuesto de proporcionalidad constante. Entre otras conclusiones con respecto a los determinantes de la depreciación tenemos que ésta no se debe a factores de demanda. Los distintos intentos de incorporar

alguna variable que recogiese la influencia de la demanda sobre la depreciación con la suficiente significatividad estadística, han resultado sistemáticamente infructuosos.

Por consiguiente, debemos concluir que la depreciación observada que se refleja en nuestra tasa de depreciación, se debe fundamentalmente al efecto de la obsolescencia y el deterioro económico de los bienes de equipo. Por lo que respecta a este último, la relación identificada entre los niveles de la tasa salarial y tipos de interés a largo plazo nos indican que en España, con una tendencia creciente experimentada por ambas variables, los empresarios han encontrado un incentivo para el mantenimiento y la reparación de los bienes de equipo deteriorados posponiendo el retiro. De acuerdo con esto, el incentivo a alargar el periodo medio de vida de los equipos constituye un claro incentivo a reducir la depreciación del capital que, como muestran los datos, es claramente contrarrestado por el potente efecto de la obsolescencia.

Los shocks de la energía de 1974 y 1979, los cambios en los patrones del comercio internacional, la inversión en equipos energía-eficientes, las alteraciones experimentadas por la estructura y la composición de la demanda, las consecuencias de las regulaciones públicas, y en general todos los cambios estructurales padecidos por la economía española así como la presión establecida por el flujo de innovaciones que se han ido incorporando a los procesos productivos, generan una corriente de obsolescencia generalizada cuyas consecuencias se manifiestan en unos valores de la tasa de depreciación extremadamente elevados durante todo el periodo de crisis.

Estos resultados parecen estar de acuerdo con la imagen que en Segura y otros (1989) se ofrece de la industria española, puesto que el periodo de crisis que abarca desde 1974 a 1984 ha supuesto para la economía española una experiencia de reestructuración industrial continuada, que todavía coletea y que se reaviva ante la necesidad de modernización y adaptación que impone la próxima entrada en vigor del mercado único europeo.

En otro orden de cosas, este trabajo confirma la importancia de la inversión y de su estructura, en la explicación de la evolución del empleo. Como se demuestra en el capítulo VI no fue precisamente la caída de la tasa de inversión la que desencadenó la caída en el nivel de empleo. El hecho de que el crecimiento de la productividad del trabajo lograra alcanzar al crecimiento de la producción en la segunda mitad de la década de los sesenta es de especial interés, ya que dió lugar a un periodo de crecimiento sin empleo que abarca hasta 1974. La capacidad de la inversión para crear empleo comenzó a descender aún cuando ésta seguía creciendo. Al elevarse la tasa de crecimiento de la producción necesaria para mantener el nivel de empleo, la inversión necesaria para mantener el empleo también aumentó considerablemente durante el periodo anterior a 1974.

Es imprescindible, entonces, incluir el cambio tecnológico en cualquier reflexión sobre la evolución del empleo en España. En la medida que el cambio técnico se transmite a través de nuevos bienes de capital, este trabajo arroja luz, a través de la explicitación de distintos tipos de inversión, sobre las dudas que pueda ocasionar la coexistencia de periodos con reducidos volúmenes de inversión bruta global y, no obstante, intensa incorporación de nuevas tecnologías. La estructura porcentual de la inversión bruta (inversión de expansión, sustitución y productividad) afecta al crecimiento subyacente de la productividad del trabajo a la vez que a la evolución del empleo.

Un corolario en la línea de las conclusiones anteriores, es la conexión existente entre el cambio acontecido en la tasa de crecimiento de la productividad y la tasa de depreciación calculada endógenamente en esta Tesis. La utilización de una tasa de depreciación distinta y más variable que la que se deduce utilizando el método del inventario perpétuo, resulta imprescindible si se quiere relacionar la inversión con el cambio técnico y el empleo¹. Se establece en esta Tesis que es precisamente el retiro a gran

¹ Si las propias encuestas de opiniones empresariales sobre las finalidades de la inversión captan desde hace muchos años el gran crecimiento que el reemplazamiento supone en el total de la inversión bruta de la industria, por mucho que no sea apropiada esta encuesta para descomponer la propia inversión

escala del capital antiguo, relativamente intensivo en el uso del factor trabajo, la razón por la cual, asociado a un determinado nivel de inversión bruta, cada vez se crean menos empleos. Es el reemplazamiento de equipos viejos por otros nuevos con una mayor intensidad capitalista lo que provoca que si se quieren mantener los niveles de empleo hará falta un gasto de inversión mayor que el volumen de depreciación experimentada.

Aún así, la necesaria utilización de la tasa de depreciación endógena que obtenemos en este trabajo, no es suficiente y creemos haber dejado claramente establecida la utilidad de descomponer el reemplazamiento. Concebida la tasa de depreciación no únicamente como consecuencia del output decay (apropiado para tecnologías putty-putty), sino también como resultado de un proceso decisorial de las empresas, el reemplazamiento de los equipos implica la elección de tecnologías en un contexto putty-clay. En estas circunstancias ha resultado del todo acertado descomponer el reemplazamiento entre una parte correspondiente a la inversión de sustitución cuyas características fundamentales se circunscriben a lo que sería la pauta "normal" de la tecnología clay-clay, y la inversión de productividad que constituye la base de la existencia de intervalos especialmente intensivos, fuera de la "normalidad clay-clay", en la sustitución de los factores.

La inversión de productividad domina el reemplazamiento con anterioridad a 1974 y sobre todo en el periodo 1980-1984, los periodos en que mayor es la tasa de crecimiento de la relación capital-trabajo. Esto ratifica los resultados de Polo, Raymond y García respecto a la intensificación capitalista extraordinaria que se produce en el periodo 1964-1974, y para 1980-1984 la tesis defendida por Segura y Jaumandreu sobre la importancia del cambio técnico, que encuentra un apoyo en la descomposición de la inversión, en cuanto responde a las dudas que podría ocasionar la forma y cuantía de la incorporación de progreso técnico en un periodo de gran atonía inversora.

de reemplazamiento, ello es indicativo de porqué un determinado volumen de inversión a lo largo del tiempo se ha vuelto incapaz de mantener la capacidad creadora de empleo de periodos precedentes.

Entre los dos shocks energéticos el proceso de reemplazamiento, que fue elevadísimo, no fue más allá de la simple sustitución de equipos. Asimismo no parece confirmarse una explicación del auge de la inversión con posterioridad a 1985, conectada con un efecto CEE y la consiguiente remodelación "extraordinaria" de equipos productivos, sino que más bien apunta hacia la hipótesis de la gran reanimación de la demanda².

Una de las implicaciones que se derivan de este trabajo es la de la necesidad de profundizar en el tema de la inducción del progreso técnico; en el caso concreto del marco analítico que planteamos en este trabajo, es necesario profundizar en la determinación endógena de los valores del coeficiente κ_i^P , sin remitirlo a un plano secundario como se hace en el capítulo VI para derivarlo a partir de los valores de b_i . No debemos olvidar que a este último coeficiente le hemos concedido en todo el desarrollo analítico un papel residual que no debe ser modificado cuando pasamos a la esfera de la aplicación empírica.

Este trabajo contiene un esquema analítico especialmente simple, aunque una conceptualización de las inversiones no muy frecuente. Todo ello permite iluminar la evolución de ciertas variables relevantes en el proceso de crecimiento de la economía española entre las que cabe destacar el coste de creación de un empleo y la vida útil de los bienes de capital. Previamente a la descomposición de la inversión se han planteado en este trabajo una serie de cuestiones en relación a estos y otros coeficientes tecnológicos de la inversión, que constituyen una aportación valiosa a la discusión que sobre estas cuestiones ha tenido lugar en España durante los últimos años; en concreto nos referimos a las aportaciones de Polo, Raymond y García, que con una perspectiva clay-clay se han planteado en el pasado, objetivos muy semejantes a los que en la actualidad nos han llevado a nosotros a plantear la necesidad de esta vía putty-clay alternativa.

² Respecto a este punto véase Gonzalez-Romero y Myro (1989) y Andrés et al. (1989) en los que se recogen posturas enfrentadas sobre este tema. La propia evolución de los precios relativos de los factores permite mantener serias dudas sobre una inversión de reemplazamiento constituida fundamentalmente por el componente de productividad.

Además, consideramos que el trabajo desarrollado en esta Tesis es un primer paso para el establecimiento de nexos entre el enfoque agregado y otro tipo de información paralela más desagregada como las encuestas empresariales.

Si la información estadística en este país es insuficiente, qué decir sobre variables relacionadas con el stock de capital, la depreciación y el propio ratio Q-Tobin. Que los datos contables de las empresas, la explotación de la Central de Balances y de la propia EI-MINER resultan en este tipo de enfoque una confrontación necesaria, es evidente; y es en este tipo de ejercicios y en los datos que de ellos se derivan, en los que se debe fundamentar en el futuro el desarrollo empírico de los distintos postulados de la teoría económica de la empresa y la producción.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA.

Abadía, A. y Fanjul, O. (1983). "Demanda Interrelacionada de Factores, Existencias y Costes de Ajuste". *Investigaciones Económicas*, pp. 5-21.

Abel, A. B. (1981). "Dynamic Adjustment in a Putty-Putty Model: implications for Testing the Putty-Clay hypothesis". *International Economic Review*, vol. 22, no 1, February, pp.19-36.

Abel, A. B. (1981). "Taxes, Inflation, and the Durability of Capital". *Journal of Political Economy*, vol. 89, no 3, pp. 548-560.

Albarracín, J. (1978). "La función de Inversión bajo una Tecnología Putty-Clay: un intento de Estimación para la Economía Española". *Banco de España. Estudios Económicos*, no 12.

Anasagasti, I. y García-Atance, S. (1981). "Reflexiones sobre la Función de Producción Macroeconómica y el argumento de la Reducción de la Jornada Laboral". *Investigaciones Económicas*, pp. 109-116.

Ando, A.; Modigliani, F.; Rasche, R. and Turnovsky, S. (1974). "On the Role of Expectations of Price and Technological Change in a Investment Function". *International Economic Review*, vol. 15, no 2, pp.384-414.

Andrés, J., Escribano, A., Molinas, C. y Taguas, D. (1989). "La Inversión en España: Un enfoque Macroeconómico". *Moneda y crédito*, no 188, pp. 67-97.

Andrés, J., Molinas, C. y Taguas, D. (1990). "Una Función de Consumo Privado para la Economía Española: Aplicación del Análisis de Cointegración". *Cuadernos Económicos de ICE*, no 44, 1990/1, pp. 173-212.

Andrés, J., Escribano, A., Molinas, C. y Taguas, D. (1990). *La Inversión en España. Econometría con Restricciones de Equilibrio*. Antoni Bosch ed. e Instituto de Estudios Fiscales. Barcelona y Madrid.

Andrés, J. y Zabalza, A. (1991). "¿Afecta la Fiscalidad al Ahorro?". *Ministerio de Economía y Hacienda*. Documento de Trabajo D-91002. Enero.

Artus, P. (1984). "Capacité de Production, Demande de Facteurs et Incertitude sur la demande". *Annales de l'INSEE*, n^o 53, pp. 3-28.

Artus, P. et Mingus, B. (1986). "Dynamique de l'Investissement et de l'Emploi avec Coûts d'Ajustement sur le Capital et le Travail". *Annales d'Economie et de Statistique*, n^o 2, pp. 75-99.

Artus, P. et Muet, P. A. (1980). "Un Retour sur la Comparaison des Hypothèses Putty-Putty et Putty-Clay dan l'Estimation des Demandes Effectives d'Investissement". *Annales de l'INSEE*, n^o 38-39, pp. 193-205.

Artus, P. et Muet, P. A. (1984). "Un Panorama des Développements récents de l'Econométrie de l'Investissement". *Revue Economique*, n^o 5, Septembre, pp. 791-831.

Atkinson, M. and Mairesse, J. (1978). "Length of Life of Equipment in French Manufacturing Industries". *Annales de l'INSEE*, n^o 30-31, pp. 23-48.

Auerbach, A. J. (1979). "Inflation and the hoice of Asset Life". *Journal of Political Economy*, vol. 87, n^o 3, pp. 621-638.

Auerbach, A. J. and Jorgenson, D. W. (1980). "Inflation-proof Depreciation of Assets". *Harvard Business Review*, September-October, pp. 113-118.

Baiges, J.; Molinas, C. y Sebastian, M. (1987). *La Economía Española 1964-1985: Datos, Fuentes y Análisis*. Ministerio de Economía y Hacienda. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid.

Baily, N. M. (1981a). "The Productivity Growth Slowdown and Capital Accumulation". *AEA Papers and Proceedings*, vol. 71, n^o 2, May, pp. 326-331.

Baily, N. M. (1981b). "Productivity and the Services of Capital and Labor". *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp. 1-65.

Baily, N. M. (1982). "The Productivity Growth Slowdown by Industry". *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 423-459.

Baily, N. M. and Gordon, R. (1988). "The Productivity Slowdown, Measurement Issues and the Explosion of Computer Power". *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 347-431.

Banco de España. *Informe Anual*. Varios números. Madrid.

Banco de España. (1990). *Cuentas financieras de la Economía Española*. Madrid.

Banco de España. (1991). *Cuentas financieras de la Economía Española*. Madrid.

Bernard, A. (1977a). "Le Coût d'Usage du Capital Productif: une ou plusieurs mesures". *Annales de l'INSEE*, no 28, pp. 3-37.

Bernard, A. (1977b). "La Substitution Capital-Travail dans les Fonctions de Production Macroéconomiques". *Annales de l'INSEE*, no 28, pp. 77-102.

Bhargava, A. (1986). "On the Theory of Testong for Unit Roots in Observed Time Series". *Review of Economic Studies*, vol. 53, pp. 369-384.

Bitros, G.C. and Kelejian, H. H. (1974). "On the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio: some Evidence from Capital Scrappage". *The Review of Economics and Statistics*, 56, August, pp. 270-278.

Bitros, G.C. and Kelejian, H. H. (1977). "A note on the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio: a Reply". *The Review of Economics and Statistics*, 59, May, pp. 510-513.

Blanch, J. (1988). "La q de Tobin i la seva aplicació a l'Economía Espanyola". *Revista Econòmica de Catalunya*, pp. 19-26.

Blanchard, O. J. et Sachs, J. (1982). "Anticipations, Récessions et Politique Economique: un Modèle de Desequilibre Intertemporel". *Annales de l'INSEE*, n^o 47-48, pp. 509-540.

Blanco, M. A. (1978). "La Demanda de Empleo y Horas con Costes de Ajuste". *Cuadernos de Economía*, vol. 6, n^o 7, pp. 405-419.

Bliss, C. J. (1968). "On Putty-Clay". *Review of Economic Studies*, 35 (2), n^o 102, pp. 105-132.

Bond, S. and Devereux, M. (1988). "Testing the Sensitivity of Q Investment Equations to Measurement of the Capital Stock". Working Paper W88/5, *Institute for Fiscal Studies*. London.

Bond, S. and Devereux, M. (1990). "Economic Analysis and Company Accounts". *Investigaciones Económicas (segunda época)*, vol. 14, n^o 1, pp. 47-62.

Bosshardt, M. O. et Mairesse, J. (1980). "Le Comportement de Déclassement des Entreprises: quelques Estimations". *Annales de l'INSEE*, n^o 38-39, pp. 207-235.

Brechling, F. (1975). *Investment and Employment Decisions*. Manchester University Press. Manchester.

Britto, R. (1969). "On Putty-Clay: A Comment". *Review of Economic Studies*, pp. 395-398.

Campbell, J. Y. and Shiller, R. J. (1987). "Cointegration and Tests of Present Value Models". *Journal of Political Economy*, vol. 95, n^o 51, pp. 1062-1088.

Campbell, J. Y. and Shiller, R. J. (1988). "Interpreting Cointegrated Models". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 505-522.

Catinat, M., Cawley, R., Ilzkovitz, F., Italianer, A., and Mors, M. (1987). "Les Déterminants de l'Investissement" pp. 5-61.

Chan-Lee, J. et Torres, R. (1987). "q de Tobin et Taux d'Accumulation en France". *Annales d'Economie et de Statistique*, n^o 5, pp. 37-48.

Corrales, A. y Taguas, D. (1988). *Homogeneización de series Macroeconómicas para el periodo 1954-1987*. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid.

Cowing, T. G. and Smith, V. K. (1977). "A note on the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio". *The Review of Economics and Statistics*, 59, May, pp. 238-243.

Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root". *Journal of the American Statistics Association*, vol. 74, n^o 366, June, pp. 427-431.

Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root". *Econometrica*, vol.49, n^o 4, July, pp. 1057-1072.

Dickey, D. A. and Pantula, S. G. (1987). "Determining the Order of Differencing in Autoregressive Processes". *Journal of Business and Economic Statistics*, October, pp. 455-461.

Dixit, A. K. (1990). *Optimization in Economic Theory (Second Edition)*. Oxford University Press. New York.

Dixon, R. (1985). "Movements in the Average Age of the Capital Stock". *Oxford Economic Papers*, 37, pp. 93-99.

Dolado, J. J., Malo de Molina, J. L. y Zabalza, A. (1985). "El Desempleo en el Sector Industrial Español: algunos factores explicativos". *Banco de España*. Documento de Trabajo n^o 8508.

Dolado, J. J. and Jenkinson, T. (1987). "Cointegration: a Survey of recent Developments". *Banco de España*. Documento de Trabajo n^o 8708.

Dolado, J. J.; Jenkinson, T. and Sosvilla, S. (1990). "Cointegration and Unit Roots: a Survey". *Banco de España. Documento de Trabajo*.

Domar, E. D. (1947). "Expansion and Employment". *The American Economic Review*, pp. 34-55. (Traducción castellana en Rojo, L. A. (ed.) *Teoría Económica del Desarrollo*, ed. Gredos 1966.

Driver, C. (1986). "The Scrapping Behaviour of Concentrated and Non-concentrated Industries in the UK". *Applied Economics*, 18, pp. 249-263.

Eisner, R. (1967). "A Permanent Income Theory for Investment: Some Empirical Explorations". *The American Economic Review*, vol. 57, no 3, June, pp. 363-390.

Eisner, R. (1972). "Components of Capital Expenditures: Replacement and Modernization versus Expansion". *The Review of Economics and Statistics*, 54, August, pp. 297-305.

Eisner, R. (1974). "On Econometric Studies of Investment. Comment". *Journal of Economic Literature*, pp. 49-50.

Elliot, J. W. (1973). "Theories of Corporate Investment Behavior Revisited". *The American Economic Review*, March, pp. 195-207.

Englander, A. S. et Mittelstädt, A. (1988). "La Productivité totale des Facteurs: aspects Macro-économiques et Structurels de son Ralentissement". *Revue Economique de l'OCDE*, pp. 7-64.

Engle, R. F. and Granger, C.W.J. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica*, 55, no 2, pp. 251-276.

Engle, R. F. and Yoo, B. S. (1987). "Forecasting and Testing in Co-Integrated Systems". *Journal of Econometrics*, 35, pp. 143-159.

Escribano, A. (1990a). "Introducción al tema de Cointegración y Tendencias". *Cuadernos Económicos de ICE*, nº 44, 1990/1, pp. 7-42.

Escribano, A. (1990b). "Integration and Co-Integration under Structural Changes". *Universidad Complutense de Madrid*. Mimeo. Noviembre.

Escribano, A. and Pfann, G. A. (1991). "Nonlinear Error Correction, Asymmetric Adjustment and Cointegration". *Universidad Carlos III de Madrid*. Working Paper 91-20.

Escribá F. J. y Ruiz, J. R. (1988). "Stock de Capital, Excedente e Indicadores de Rentabilidad de la Economía Española (1964-1986): Prolegómenos para la Estimación de una Función de Inversión". Memoria no publicada. *Departament d'Anàlisi Econòmica*. Universitat de València.

Escribá F. J. y Ruiz, J. R. (1990). "Inversión, Capital y Beneficios en el Sector Endógeno de la Economía Española (1964-1989)". *Departament d'Anàlisi Econòmica*. Universitat de València. Mimeo. Noviembre, 26 páginas.

Escribá F. J. y Ruiz, J. R. (1991a). "Depreciación y Stock de Capital: Un enfoque de Valoraciones de Mercado". *Departament d'Anàlisi Econòmica*. Universitat de València. Mimeo. Junio, 50 páginas.

Escribá F. J. y Ruiz, J. R. (1991b). "Empleo, Cambio Técnico y Estructura de la Inversión". *Departament d'Anàlisi Econòmica*. Universitat de València. Mimeo. Noviembre, 62 páginas.

Escribá F. J. y Ruiz, J. R. (1991c). "Inversión, Capital y Beneficios en el Sector Endógeno de la Economía Española (1964-1990)". *Quadern de Treball* nº 213. *Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales*. Universitat de València. Diciembre.

Espitia, M. y Salas, V. (1986). "Valoración de Activos y Coste de Capital en la Empresa Española no Financiera". *Revista Española de Economía*, vol. 3, nº 2, pp. 249-286.

Espitia, M. (1987). "Rentabilidad y Coste del Capital de la Empresa Española No Financiera (1962-1984)". *Situación*, 4, Banco de Bilbao, pp. 62-83.

Espitia, M., Huerta, E., Lecha, G. y Salas, V. (1989). "La Eficacia de los Estimulos Fiscales a la Inversión en España". *Moneda y Credito*, n^o 188, pp. 105-165.

Evans, G. B. A. and Savin, N. E. (1981). "Testing for Unit Root: 1". *Econometrica*, vol. 49, n^o 3, May, pp. 753-779.

Evans, G. B. A. and Savin, N. E. (1984). "Testing for Unit Root: 2". *Econometrica*, vol. 52, n^o 5, September, pp. 1241-1269.

Fayolle, J. (1980). "Retour sur le Modèle de Production «à deux Investissements»: Investissements de Capacité et de Remplacement". *Annales de l'INSEE*, n^o 38, pp. 43-61.

Feldstein, M. S. and Foot, D. K. (1971). "The other Half of Gross Investment: Replacement and Modernization Expenditures" *The Review of Economics and Statistics*, 53, February, pp. 49-58.

Feldstein, M. S. and Rothschild, M. (1974). "Towards an Economic Theory of Replacement Investment". *Econometrica*, vol. 42, n^o 3, May, pp. 393-423.

Feldstein, M. S. (1982). "Inflation, Tax Rules and Investment: some Econometric Evidence". *Econometrica*, vol. 50, n^o 4, July, pp. 825-862.

Fernandez, E. y De Pablo, J. (1986). "Resultados y Financiación de las Empresas Privadas (1982-1984)". *Banco de España. Boletín Económico*. Febrero. pp. 8-20.

Freeman, Ch., Clark, J. y Soete, L. (1982). *Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development*. Frances Pinter Publishers. London. Ed. Cast.: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1985.

Garrido, A., Sanromà, E. i Trullén, J. (1983). "De la Moderación Salarial a la Recuperación de la Inversión: Crítica de una Cadena Secuencial". *Revista Económica Banca Catalana*, Setembre, pp. 1-16.

Gomez Villegas, J. (1988). "La Industria Española según su Stock de Capital: 1964-1981". *Investigaciones Económicas (Segunda época)*, vol. 12, nº 2, pp. 337-398.

Gonzalez-Romero, A. y Myro, R. (1989). "La Recuperación de la Inversión Industrial en España (1985-88): sus Objetivos y Factores Determinantes". *Moneda y Crédito (Segunda época)*, nº 188, pp. 17-56.

Gould, J. P. (1968). "Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm". *Review of Economic Studies*, 35, pp. 47-55.

Granger, C. W. J. (1986). "Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, 3, pp. 213-228.

Granger, C. W. J. (1988). "Causality, Cointegration and Control". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 551-559.

Granger, C. W. J. (1990). "Recientes generalizaciones de la Cointegración y el Análisis de las Relaciones a Largo Plazo". *Cuadernos Económicos de ICE*, nº 44, 1990/1, pp. 43-52.

Griffin, T. (1976). "The Stock of Fixed Assets in the United Kingdom: how to make best use of the Statistics". *Economic Trends*, pp. 129-143.

Hahn, F. and Schmoranz, I. (1984). "Estimates of Capital by Industries for Austria". *The Review of Income and Wealth*, nº 3, pp. 289-307.

Hansson, I. (1986). "Classical, Keynes' and Neoclassical Investment Theory-A Synthesis". *Oxford Economic Papers*, 38, pp. 305-316.

Harcourt, G. C. (1975). *Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital*. Cambridge University Press. London. Ed. Cast.: Oikos Tau, Vilassar de Mar (Barcelona), 1975.

Harvey, A. C. (1981). *Time Series Models*. Philip Allan ed., London.

Harvey, A. C. (1990). *The Analysis of Time Series (Second Edition)*. Philip Allan ed., London.

Hayashi, F. (1982). "Tobin's Marginal q and Average q : A Neoclassical Interpretation". *Econometrica*, vol. 50, no 1, January, pp. 213-224.

Hendry, D. (1986). "Econometric Modelling with Cointegrated Variables: an Overview". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, 3, pp. 201-212.

Hendry, D. F. and Ericsson, N. (1991). "An Econometric Analysis of U.K. Money Demand in « *Monetary Trends in the United States and the United Kingdom* » by Milton Friedman and Anna Schwartz". *The American Economic Review*, vol. 81, no 1, March, pp. 8-38.

Hulten, C. R. and Wykoff, F. C. (1980). "Economic Depreciation and the Taxation of Structures in United States Manufacturing Industries: An Empirical Analysis" in Dan Usher, ed., *The Measurement of Capital*, Chicago and London, The University of Chicago Press, pp. 83-119.

Hulten, C. R. and Wykoff, F. C. (1981). "The Estimation of Economic Depreciation using Vintage Asset Prices". *Journal of Econometrics*, 15, pp. 367-396.

Hulten, C. R., Robertson, J. W. and Wykoff, F. C. (1989). "Energy, Obsolescence, and the Productivity Slowdown" in Dale W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, pp. 225-258.

Ingham, A., Ulph, A. and Toker, M. (1988). "A Vintage Model of Scrapping and Investment". *Recherches Economiques de Louvain*, 54, 2, pp. 169-189.

Instituto Nacional de Estadística. *Contabilidad Nacional de España*. Varios números. CNE-58, CNE-70, CNE-80. Madrid.

Intriligator, M. D. (1971). *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J. United States of America.

Jaumandreu, J. (1986). "El Empleo en la Industria: Destrucción de Puestos de Trabajo. 1973-1982". *Papeles de Economía Española*, n^o 26, pp. 108-128.

Jaumandreu, J. (1987). "Producción, Empleo, Cambio Técnico y Costes Relativos en la Industria Española, 1964-1985". *Investigaciones Económicas*, Segunda Epoca, vol. 11, n^o 3, pp. 427-461.

Johansen, L. (1959). "Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis". *Econometrica*, vol. 27, n^o 2, April, pp. 157-176.

Jorgenson, D. W. (1963). "Capital Theory and Investment Behavior". *The American Economic Review Proc.*, 53, May, pp. 247-259.

Jorgenson, D. W. and Hall, R. E. (1967). "Tax Policy and Investment Behavior". *The American Economic Review*, 57, June, pp. 391-414.

Jorgenson, D. W. and Siebert, C. D. (1968a). "A Comparison of Alternative Theories of Corporate Investment Behavior". *The American Economic Review*, vol. 58, n^o 4, September, pp. 681-712.

Jorgenson, D. W. and Siebert, C. D. (1968b). "Optimal Capital Accumulation and Corporate Investment Behavior". *Journal of Political Economy*, vol. 76, n^o 5, November/December, pp. 1123-1151.

Jorgenson, D. W. (1971). "Econometric Studies of Investment Behavior: a survey". *Journal of Economic Literature*, vol. 9, n^o 4, December, pp. 1111-1147.

Jorgenson, D. W. (1989). "Capital as a Factor of Production" in Dale W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, pp. 1-35.

Kamien, M. I. and Schwartz, N. L. (1981). *Dynamic Optimization. The Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management*. Elsevier Science Publishing Co., North-Holland. Amsterdam.

Kent, R. J. (1989). "On the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio: some Evidence from Money". *Applied Economics*, 21, pp. 1129-1135.

Klein, L. R. (1974). "On Econometric Studies of Investment". *Journal of Economic Literature*, pp. 43-49.

Lambert, J-P. and Mulkay, B. (1987). "Investment in a Disequilibrium context or does Profitability really matter?". *CORE Louvain-La-Neuve*. Mimeo. January.

Lippi, M. (1988). "On the Dynamic Shape of Aggregated Error Correction Models". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 561-585.

Lioukas, S. K. (1980). "Factors Affecting Capital Retirement: Evidence from Capacity Decommissioning Plans in a Publicly Owned Corporation". *The Journal of Industrial Economics*, vol. 28, no 3, pp. 241-254.

Lioukas, S. K. (1982). "The Cyclical Behaviour of Capital Retirement: some new Evidence". *Applied Economics*, 14, pp. 73-79.

Lucas, R. E., JR. (1967). "Adjustment Costs and the Theory of Supply". *The Journal of Political Economy*, vol. 75, no 4, pp. 321-334.

MacDonald, R. and Murphy, P. D. (1989). "Testing Relationship between Nominal Interest Rate and Inflation using Cointegration Techniques". *Applied Economics*, 21, pp. 439-447.

- Mairesse, J. et Pescheux, J. M. (1980). "Fonction de Production et Mesure du Capital: la Robustesse des Estimations". *Annales de l'INSEE*, n^o 38-39, pp. 63-74.
- Malcomson, J. M. (1975). "Replacement and the Rental Value of Capital Equipment subject to Obsolescence". *Journal of Economic Theory*, 10 (1), pp. 24-41.
- Malcomson, J. M. and Prior, M. J. (1979). "The Estimation of a Vintage Model of Production for UK Manufacturing". *Review of Economic Studies*, pp. 719-736.
- Malgrange, P. (1980). "Fonctions de Production et de Demande de Facteurs: quelques contributions". *Annales de l'INSEE*, n^o 38-39, pp. 5-15.
- Malgrange, P. et Villa, P. (1984). "Comportement d'Investissement avec Coûts d'Ajustements et Contraintes Quantitatives". *Annales de l'INSEE*, n^o 53, pp. 31-60.
- Malinvaud, E. (1987). "Capital Productif, Incertitude et Profitabilité". *Annales d'Economie et de Statistique*, n^o 5, pp. 1-36.
- Malo de Molina, J. L. (1983). "¿Rigidez o Flexibilidad del Mercado de Trabajo?. La experiencia Española durante la Crisis". *Banco de España. Estudios Económicos*, n^o 34.
- Malo de Molina, J. L. y Ortega, E. (1984). "El Excedente Bruto de Explotación en la Industria Española y Aproximaciones a la Evolución de la Tasa de Rentabilidad". *Banco de España. Boletín Económico*. Diciembre. pp. 35-44.
- M.A.R.I.B.E.L. (1984). *Model for Analysis and Rapid Investigation of Belgian Economy*. Bruxelles. September.
- Martin, A. y Moreno, L. (1991). "Medidas del Stock de Capital a partir de Datos Contables". *Fundación Empresa Pública. Documento de Trabajo* n^o 9103.

Mendis, L. and Muellbauer, J. (1983). "Has there been a British Productivity Breakthrough?. Evidence from an Aggregate Production Function for Manufacturing". *Centre for Labour Economics*. Discussion Paper no 170.

Mizon, G. E. (1974). "The Estimation of Non-Linear Econometric Equations: An Application to the Especification and Estimation of an Aggregate Putty-Clay Relation for the United Kingdom". *Review of Economic Studies*, 41 (3), pp. 353-369.

Modigliani, F. and Miller, M. (1958). "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment". *The American Economic Review*, vol. 48, no 3, June, pp. 261-297.

Molinas, C., Sebastian, M. y otros (1986). "Estimación de una Serie de Capital para la Economía Española 1964-1985". *Ministerio de Economía y Hacienda*. Mimeo. 7 páginas.

Muet, P. A. (1979). "Modèles Econométriques de l'Investissement: Un Etude Comparative sur Donnés Annuelles". *Annales de l'INSEE*, no 35, pp. 85-132.

Myro, R. (1983). "La Evolución de la Productividad Global de la Economía Española en el periodo 1965-1981". *Revista de Economía (ICE)*, Febrero, pp. 115-127.

Nelson C. R. and Plosser, C. I. (1982). "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series". *Journal of Monetary Economics*, 10, pp. 139-162.

Nickell, S. (1975). "A Closer Look at Replacement Investment". *Journal of Economic Theory*, 10, pp. 54-88.

Pasinetti, L. (1974). *Growth and Income Distribution. Essays in Economic Theory*. Cambridge University Press. Ed. Cast.: Alianza Editorial, Madrid, 1978, 1983.

Pasinetti, L. (1981). *Structural Change and Economic Growth*. Cambridge University Press. Ed. Cast.: Ediciones Pirámide, Madrid, 1985.

Perron, P. (1988). "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series. Further Evidence from a New Approach". *Journal of Economic Dynamics and Control*, no 12, pp. 297-332.

Perron, P. (1989). "The Great Crash, The Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis". *Econometrica*, vol. 57, no 6, pp. 1361-1401.

Perron, P. (1990). "Testing for a Unit Root in a Time Series with a Changing Mean". *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 8, no 2, pp. 153-162.

Phelps, E. (1963). "Substitution, Fixed Proportions, Growth and Distribution". *International Economic Review*, vol. 4, no 3, September, pp. 265-287.

Phillips, P. C. B. (1986). "Understanding Spurious Regressions in Econometrics". *Journal of Econometrics*, 33, pp. 311-340.

Phillips, P. C. B. (1987). "Time Series Regression with a Unit Root". *Econometrica*, vol. 55, no 2, March, pp. 277-301.

Polo, C., Raymond, J. L. y García, J. (1986). "Empleo e Inversión en la Economía Española: 1955-1984". *Papeles de Economía Española*, vol. 26, pp. 200-216.

Polo, C., Raymond, J. L. y García, J. (1988). "Una Nota sobre la Relación Empleo-Capital en España: 1955-1984". *Investigaciones Económicas, Segunda Epoca*, vol. 12, no 1, pp. 177-195.

Precious, M. (1985). "Demand Constraints, Rational Expectations and Investment Theory". *Oxford Economic Papers*, 37, pp. 576-605.

Rappoport, P. and Reichlin, L. (1989). "Segmented Trends and Non-Stationary Time Series". *The Economic Journal*, 99, pp. 168-177.

Raymond J. L. (1983). "Una nota sobre Demanda de Empleo, Nivel de Actividad Económica y Salarios Reales". *Papeles de Economía Española*, nº 15, pp. 276-281.

Raymond J. L., Gracia, J. y Polo, C. (1986). "Factores explicativos de la Demanda de Empleo". *Papeles de Economía Española*, nº 26, pp. 180-195.

Robinson, J. (1978). *Contribution to Modern Economics*. Basil Blackwell, Oxford. Ed. Cast.: Siglo XXI Editores, Madrid, 1979.

Said, E. S. and Dickey, D. A. (1984). "Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown order". *Biometrika*, vol. 71, nº 3, December, pp. 599-607.

Salas, V. (1981). "Sobre la relación entre Beneficio Contable y Económico. (Reflexiones desde algunos análisis de la Economía Española)". *Institut Valencià d'Investigacions Econòmiques*. Document 91-02. València.

Salmon, M. (1982). "Error Correction Mechanisms". *The Economic Journal*, 92, September, pp. 615-629.

Salmon, M. (1988). "Error Correction Models, Cointegration and the Internal Model Principle". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 523-549.

Sanghamitra Das (1990). "A Micro Econometric Model of Capital Utilization and Retirement". *National Bureau of Economic Research*. Working Paper nº 3568. December.

Sargan, J. D. and Bhargava, A. (1983). "Testing Residuals from Least Squares Regression for being generated by the Gaussian Random Walk". *Econometrica*, vol. 51, nº 1, January, pp. 153-174.

Sebastian, C. (1986). "Excedente Empresarial, Inversión en Inmovilizado Material y Demanda de Empleo en la Empresa Española". *Papeles de Economía Española*, nº 26, pp. 217-229.

Segura, J. y Jaumandreu, J. (1987). "Algunos resultados recientes sobre la importancia del Cambio Técnico en la Industria Española". *Cuadernos Economicos de I.C.E.*, 3, pp. 71-79.

Segura, J., Martín, C., Romero, J. L., Fariñas, J. C., Jaumandreu, J., Mato, G., Jiménez, C., Martín, A., y Moreno, L. (1989). *La Industria Española en Crisis 1978-1984*. Alianza Editorial, S. A., Madrid.

Seierstad, A. and Sydsaeter, K. (1987). *Optimal Control Theory with Economic Applications*. North-Holland. Amsterdam.

Sen, D. L. and Dickey, D. A. (1987). "Symetric Test for Second Differencing in Univariate Time Series". *Journal of Bussines and Economic Statistics*, October, pp. 463-473.

Sims, C. A., Stock, J. H. and Watson, M. W. (1990). "Inference in Linear Time Series Models with some Unit Root". *Econometrica*, vol. 58, no 1, January, pp. 113-144.

Sneessens, H. and Maillard, B. (1988). "Investment, Sales Constraints and Profitability in France, 1957-1985". *Recherches Economiques de Louvain*, 54, 2, pp. 151-167.

Solow, R. M., Tobin, J., Weizsacker, C. C. and Yaari, M. (1966). "Neoclassical Growth with Fixed Factor Proportions". *Review of Economic Studies*, 33 (2), April, pp. 79-115.

Stock, J. H. (1987). "Asymptotic properties of Least Squares Estimators of Cointegrating Vectors". *Econometrica*, vol. 55, no 5, September, pp. 1035-1056.

Taubman, P. and Wilkinson, M. (1970). "User Cost, Capital Utilization and Investment Theory". *International Economic Review*, vol. 11, no 2, pp. 209-215.

Thurow, L. C. (1969). "A Disequilibrium Neoclassical Investment Function". *Review of Economic and Statistics*, vol. 51, no 4, November, pp. 431-435.

Tobin, J. (1969). "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 1, no 1, pp. 15-29.

Treadway, A. B. (1969). "On Rational Entrepreneurial Behaviour and the Demand for Investment". *Review of Economic Studies*, 36, pp. 227-239.

Treadway, A. B. (1974). "The Globally Optimal Flexible Accelerator". *Journal of Economic Theory*, 7, pp. 17-39.

Tsay, R. S. (1986). "Time Model Specification in the Presence of Outliers". *Journal of the American Statistical Association*, vol. 81, no 393, pp. 132-141.

Uriel, E. (1986). Enlace entre los Sistemas de Contabilidad Nacional CNE-58 y CNE-70. Monografías. *Instituto de Estudios Fiscales*. Madrid.

Usher, D. (1980). "Introduction" in Dan Usher, ed., *The Measurement of Capital*, Chicago and London, The University of Chicago Press, pp. 1-22.

Vegara, J.M. (1975). *Programación Matemática y Cálculo Económico. Teoría y Aplicaciones*. Ed. Vicens Vives. Barcelona.

Vilares, M. J. (1980). "Fonctions de Production à Générations de Capital: Théorie et Estimation". *Annales de l'INSEE*, no 38-39, pp. 17-40.

Wadhvani, S. and Wall, M. (1986). "The U.K. Capital Stock. New Estimates of Premature Scrapping". *Centre for Labour Economics*. Discussion Paper no 245. July.

Wan, H. Y., Jr. (1971). *Economic Growth*. Harcourt Brace Jovanovich, inc. Ed. Cast.: Vicens Vives, Barcelona, 1975.

Ward, M. (1976). *The Measurement of Capital. The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*. OECD. Paris.

Wykoff, F. C. (1989). "Economic Depreciation and the User Cost of Business-Leased Automobiles" in Dale W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, pp. 259-292.

Young, A. H. and Musgrave, J. C. (1980). "Estimation of Capital Stock in the United States" in Dan Usher, ed., *The Measurement of Capital*, Chicago and London, The University of Chicago Press, pp. 23-81.

Yoshikawa, H. (1980). "On the "q" Theory of Investment". *The American Economic Review*, vol. 70, no 4, September, pp. 739-743.