ESTUDIOS Y ANALISIS

Las fuentes del progreso técnico: el caso de la industria en la Comunidad de Madrid

Instituto de Estadística
CONSEJERÍA DE HACIENDA
Comunidad de Madrid

Las fuentes del progreso técnico: el caso de la industria en la Comunidad de Madrid

Instituto de Estadística
CONSEJERÍA DE HACIENDA
Comunidad de Madrid

Autores: Ana Goicolea Ruigómez
Omar Licandro Goldaracena (Responsable del Proyecto)
FEDEA, c/ Jorge Juan, 46
28001 Madrid

Coordinación: Teresa Fernández Huete
Fernando del Castillo Cuervo-Arango

Edita: Consejería de Hacienda
Instituto de Estadística
Príncipe de Vergara 132, 6.ª planta
28002 Madrid
ISBN: 84-451-1425-5
Tirada: 1.200 ejemplares
Coste unitario: 245 ptas.
Primera edición Marzo 1998
Depósito legal: M. 8.114 - 1998

Imprime: **ARTEGRAF, S.A.**
Sebastián Gómez, 5
28026 Madrid

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración de Juan Carlos Conesa, José Enrique Galdón, Alejandro Castro y Marian Scheifler.

PRESENTACIÓN

Este trabajo se enmarca en la línea abierta por el Instituto de Estadística para la promoción y difusión de trabajos sobre la realidad socioeconómica y demográfica de la Comunidad de Madrid basándose esencialmente en información estadística regional.

Las estadísticas públicas, generalmente muy costosas, sólo se justifican si proporcionan a los gobernantes y al ciudadano en general información suficiente para tomar decisiones con conocimiento. Para ello es necesario que la información estadística llegue de forma útil al usuario potencial. Esto se consigue en muchos casos simplemente a través de tablas numéricas, gráficos o mapas, pero en otras ocasiones es necesario un análisis más o menos complejo para sacar partido a la información que se esconde tras los números. En esta última dirección se presenta este trabajo, basado en la Encuesta Económica al Sector Industrial que anualmente realiza el Instituto de Estadística.

Aunque con el tiempo se han ido superando algunas de las importantes carencias de información del pasado, la industria madrileña –la segunda en relevancia en España sólo superada por Cataluña– sigue siendo bastante desconocida y los estudios monográficos realizados sobre ella escasos.

Confiamos en que los resultados de esta investigación sean de utilidad para los responsables de la administración, estudiosos y público en general y esperamos la aparición de nuevos trabajos que continúen al análisis que aquí se realiza.

Marcelino RODRÍGUEZ SUÁREZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE ESTADÍSTICA
DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Indice

Capítulo 1

Introducción

El presente trabajo pretende, a partir de la Encuesta Económica al Sector Industrial (EESI) elaborada por el Instituto de Estadística de la CAM, estudiar las fuentes del progreso técnico, que han contribuido al crecimiento del sector industrial madrileño en los últimos diez años. El estudio del sector industrial madrileño tiene especial interés, dado el papel que éste desempeña, tanto en la industria española como en la economía regional. La industria madrileña es el segundo centro industrial nacional, tan sólo superado por Cataluña. En 1993, su participación en el Valor Añadido Industrial de España era del 13%, según datos de la Contabilidad Regional del INE, y el peso del empleo era algo menor, cifrándose en torno al 11% según la misma fuente.

En la economía regional, el sector industrial representa aproximadamente el 17% del Producto Interior Bruto y el 16% del empleo, peso muy reducido si lo comparamos con el peso del sector servicios. Sin embargo, el papel que juega la industria en la economía regional es muy superior al de su aportación directa en términos de producción y de empleo, debido a la fuerte interrelación que existe entre la industria y los servicios en la Comunidad de Madrid, como destacan Castillo, Gil y Leyva (1994). Por lo tanto, la evolución de la economía madrileña está ligada en gran medida a la evolución de su industria.

En este mismo periodo, se ha producido un cambio radical en la teoría del crecimiento económico, la que ha pasado a interesarse fundamentalmente en los diferentes factores que explican el progreso técnico. Según la nueva teoría del crecimiento, conocida como teoría del crecimiento endógeno, el progreso tecnológico es el resultado de diferentes actividades económicas, entre las que destacan: i) las actividades de investigación y desarrollo, comúnmente denominadas actividades de I+D, que son necesarias para la invención de nuevas tecnologías; ii) la formación de técnicos capaces de implementar las nuevas tecnologías, o inversión en capital humano; iii) la adaptación de las nuevas tecnologías a las peculiaridades de cada país, región y empresa, o actividades de adopción tecnológica; iv) el aprendizaje en la práctica, que se adquiere durante la aplicación de las nuevas tecnologías al proceso productivo; y v) la transmisión de las nuevas tecnologías, sea a través del mercado o por otras vías, entre empresas de una misma industria o una misma región, fenómeno éste conocida como efecto de desbordamiento tecnológico.

En el Capítulo 2 se presentan los elementos centrales de la nueva teoría del crecimiento, con la finalidad de precisar los objetivos de este trabajo, sus alcances y limitaciones. Una descripción de la

evolución de las productividades del trabajo y el capital, así como del residuo de Solow, se presenta y analiza en el Capítulo 3. En el Capítulo 4 se discuten la forma particular en que las diferentes fuentes del progreso técnico se pueden medir, dadas las limitaciones impuestas por los datos, las especificaciones finalmente adoptadas, y los resultados obtenidos en las estimaciones. En el Capítulo 5 se resumen las principales conclusiones y se proponen algunas líneas de trabajo futuro. Los datos utilizados en este estudio se describen en el Apéndice A.

Capítulo 2

Fuentes del crecimiento económico

Como consecuencia de la crisis de mediados de los setenta, la teoría del crecimiento, que había sido objeto de gran interés en los años cincuenta y sesenta, se vio desplazada por el análisis de las fluctuaciones económicas. Recién hacia finales de la década de los ochenta, cuando las economías desarrolladas parecían haber alcanzado nuevamente sus respectivas sendas de crecimiento equilibrado, se produjo un renovado interés por el estudio del crecimiento.

En su versión inicial, la teoría del crecimiento puso fundamental hincapié en la importancia que la evolución de los factores productivos, capital y trabajo, tiene sobre el crecimiento. El progreso tecnológico fue, en general, considerado como exógeno al proceso económico. Por el contrario, la versión actual de la teoría del crecimiento, que se vincula a los trabajos iniciales de Romer (1986) y (1989) y Lucas (1988), está principalmente interesada en comprender el proceso de permanente mejora en las condiciones tecnológicas de las economías modernas. Los desarrollos teóricos recientes se han visto complementados por un gran número de trabajos empíricos, que, aprovechando las facilidades que la informática otorga a la recolección y procesamiento de datos, han comenzado a utilizar bases de datos que contienen información desagregada a nivel de empresas o de establecimientos. En este Capítulo expondremos los elementos principales de esta teoría, con el objetivo de sentar las bases teóricas de las medidas del progreso técnico que, a partir de la Encuesta Económica al Sector Industrial (EESI) de la CAM, proponemos en el Capítulo 4.

2.1 Tecnología y progreso técnico

La literatura reciente, sobre el crecimiento económico, intenta profundizar, tanto desde un punto de vista teórico como empírico, en el estudio de los determinantes del estado y la evolución de la productividad de los factores. El problema fundamental que enfrenta, sobre todo la literatura empírica, es que el fenómeno en cuestión es difícilmente observable. En esta sección presentamos las líneas principales de esta discusión, con el objeto de precisar los objetivos de este trabajo, sus alcances y limitaciones.

La finalidad principal de la producción industrial es la de proveer a los individuos con ciertos bienes, que les permitan satisfacer ciertas necesidades. Para producir dichos bienes, las empresas combinan capital y trabajo, mediante el uso de una cierta tecnología. Siguiendo a Jovanovic (1996), definiremos una tecnología como "el conjunto de leyes de la física que son relevantes para una forma particular

de producir un bien". Estas leyes pueden, en general, ser descriptas en un manual. Sin embargo, un manual es una descripción incompleta de la tecnología, y se requieren ciertos conocimientos previos, que denominaremos capital humano, para poder entenderle. En términos de la teoría del crecimiento, diremos que el capital humano habilita a lo trabajadores a hacer funcionar eficazmente una tecnología específica.

Según la definición de tecnología que hemos adoptado, el progreso técnico puede tomar dos formas diferentes. En primer lugar, un mayor conocimiento de las leyes de la física, o una mejor comprensión de las necesidades humanas, nos pueden llevar a producir un nuevo bien, capaz de satisfacer mejor algunas necesidades, y eventualmente, de satisfacer necesidades que antes eran inalcanzables. Por otra parte, se pueden descubrir formas más eficientes de producir un bien existente. A este segundo tipo de progreso técnico se le denomina innovación en el proceso productivo. Claro que, no siempre es fácil distinguir entre una mejora técnica, que afecta exclusivamente al proceso productivo, de aquellas que introducen nuevos bienes. Por ejemplo, la aparición de un nuevo material que permite producir un pantalón a menor coste, ¿se debe interpretar cómo la creación de un nuevo bien o cómo una mejora en el proceso productivo? Ello depende, de manera crucial, de las percepciones de los individuos: si éstos son indiferentes, entre el nuevo material y el antiguo, estaremos frente a una innovación de proceso, sino, estaremos frente a la creación de un nuevo bien.[1]

El progreso técnico se apoya, en primer lugar, en el proceso de innovación, el cual requiere una cierta asignación de recursos, generalmente denominados gastos en Investigación y Desarrollo (I+D).[2] Es importante tener en cuenta que, en un sentido más amplio, el proceso de innovación debe incluir, además de las actividades puramente tecnológicas, todos aquellos esfuerzos dirigidos a comprender mejor el entorno competitivo en el cual la empresa se mueve, y en particular, las necesidades de los clientes. Para que una innovación sea exitosa, no basta con resolver todos los problemas técnicos relacionados con ella, sino que el desarrollo de la misma debe estar guiado por una percepción adecuada de las necesidades de los individuos. Por otra parte, debemos tener presente que los gastos en I+D son sólo el insumo del proceso de innovación, cuyo resultado, es decir la invención o innovación, suele medirse por el número de patentes registradas. Claro que, dicha medida es muy parcial, si tenemos en cuenta que el grado de innovación varía enormemente de patente en patente, y que sólo una pequeña proporción de las innovaciones patentadas llegan al mercado, y que, en general, lo hacen con varios años de retardo. En ese sentido, existe un esfuerzo reciente por tratar de medir innovaciones exitosas, que son aquellas que finalmente se implementan y adquieren valor de mercado.[3]

[1] Como veremos en los Capítulos siguientes, la EESI de la CAM no nos permite distinguir entre estos dos tipos de innovación, en la medida que la empresa declara su producción total, sin especificar si han habido cambios en el tipo de bien o bienes producidos, ni en la composición de la producción entre diferentes tipos de bienes, ni en los procesos productivos.

[2] Como destaca Audretsch (1995), estos gastos, aunque se dirigen fundamentalmente al desarrollo técnico de nuevas invenciones, se destinan también a la implementación de imitaciones y transferencia de tecnología.

[3] Ver Audretsch (1995).

Ahora bien, no todas las empresas realizan actividades de I+D, y es más, si una empresa introduce una innovación, las demás también pueden beneficiarse indirectamente de ésta. Nos debe pues interesar, la forma en que las nuevas tecnologías se propagan a través del sector industrial. Parte de estas innovaciones se propagan directamente a través del mercado. Este es el caso de las innovaciones que mejoran la calidad de los insumos o de los bienes de capital. Muchas veces, la introducción de una nueva tecnología requiere la inversión en capital físico, como es el caso de la introducción de la robótica en la industria del automóvil o de la mejora en los procesos de información y comunicaciones, que en general requieren de nuevos equipos. Cuando una innovación requiere de nuevas máquinas para ser implementada, diremos que el progreso técnico está incorporado en el capital físico. Otras veces, la introducción de la nueva tecnología puede realizarse mediante pequeños cambios en el capital físico o en la organización del trabajo, que no requieren la sustitución de los equipos productivos existentes. Si es posible introducir la innovación utilizando los viejos equipos, diremos que el progreso técnico no está incorporado en el capital físico. Tomemos como ejemplo la informática. La aparición de un nuevo procesador, no mejora de por sí la productividad de los viejos ordenadores. Si la política de una empresa es sustituir el viejo ordenador por uno nuevo, estamos ante un caso claro de progreso técnico incorporado. Sin embargo, la cuestión es algo menos clara si la empresa sólo sustituye el viejo procesador por el nuevo, pero sigue utilizando todos los demás componentes del ordenador. En este caso, el progreso técnico, que está incorporado en el procesador, puede aumentar la productividad del viejo ordenador mediante un cierto coste. Desde el punto de vista del viejo ordenador, el progreso técnico no estría incorporado.

Como destaca Jovanovic (1997), en el proceso de difusión de las nuevas tecnologías, el mayor coste que sufre la sociedad es el de adopción de las innovaciones. Aunque el proceso de invención sea incierto, y muchas veces prolongado, el coste de la invención se debe cubrir una única vez. Sin embargo, adaptar la innovación a la realidad de cada empresa, y generar el capital humano específico correspondiente, es un coste que hay que pagar tantas veces como empresas implementen el nuevo invento. Como decíamos anteriormente, parte de estos costes de adopción están incluidos en los gastos de I+D. Por otra parte, el proceso de adopción de las nuevas tecnologías puede tomar la forma de un proceso de aprendizaje, que realizan tanto la empresa como sus trabajadores. Este proceso de aprendizaje se corresponde con un proceso de producción conjunta del bien que la empresa vende en el mercado, y del capital humano específico y organizacional que de él resulta. La literatura denomina a este proceso "aprendizaje en la práctica".

El problema de la adopción de nuevas tecnologías está relacionado con la distinción entre tecnología y capital humano, en la medida que las nuevas tecnologías requieren un cierto grado de adaptación de la empresa, y en particular de su factor trabajo. En este sentido, es importante destacar que todo

proceso de aprendizaje (sea a través de la educación formal, como del aprendizaje en la práctica) tiene un componente específico y uno general. Ciertas cualidades requeridas para operar una tecnología son generales, en el sentido que otorgan al individuo que las posee la facultad de aprender rápidamente a operar tecnologías similares, en tanto que otras cualidades son específicas. Podríamos decir que, la educación formal tiene un carácter relativamente general, en la medida que un título universitario habilita, a quien lo posee, a realizar una gama bastante amplia de actividades. El aprendizaje realizado en la práctica laboral, en cambio, tiene un marcado componente específico. En muy buena medida, la naturaleza traumática de los procesos de reconvención industrial, se debe al carácter mayoritariamente específico del capital humano asociado a la tecnología que la reconvención vuelve obsoleta. En lo que respecta al factor trabajo, la reconvención industrial genera una fuerte descapitalización, en individuos que, por su avanzada edad, serán difícilmente reciclables a las nuevas tecnologías.

Finalmente, debemos destacar que buena parte del progreso técnico que se observa en una empresa, proviene del resto de la economía. Como mencionábamos anteriormente, una forma particular de éste es el progreso técnico incorporado en las máquinas, el cual afecta directamente a la productividad del capital físico de la empresa. De la misma manera, la contratación de trabajadores jóvenes, con un capital humano más adaptado a las nuevas tecnologías, así como los procesos de formación que siguen los trabajadores al interior de la propia empresa, permite a ésta aprovecharse de los nuevos conocimientos que la sociedad genera. Sin embargo, existen otras formas de transferencia de tecnología entre empresas, y establecimientos de una misma empresa, que no están incluidas ni en el capital físico, ni en el capital humano. Dichas mejoras en la productividad las englobaremos en el término desbordamiento tecnológico (del inglés "technological spillover"). En particular, la aparición de nuevos insumos intermedios, o su producción a menor coste, permiten a la empresa beneficiarse de un progreso técnico que ella no genera, y que no es imputable ni al capital físico, ni al capital humano.[4] Lo mismo ocurre con las mejoras en la organización de la producción, que benefician a todas aquellas empresas que imitan a la empresa innovadora. Este proceso de propagación tecnológica es particularmente importante al interior de cada sector, aunque no debemos descartar la propagación tecnológica entre sectores, en particular para empresas localizadas en un mismo polígono industrial.

2.2 Factores de producción y residuo de Solow

El problema fundamental que enfrenta la teoría del crecimiento, desde un punto de vista empírico, es cómo medir las diferentes fuentes del crecimiento. En los años sesenta, tal como mencionáramos ante-

[4] En nuestra metodología, como explicamos en la sección siguiente, hemos supuesto que el valor agregado sólo depende de capital y trabajo, por lo que toda mejora en la calidad de los insumos aparecerá como una mejora en la productividad total de los factores. Alternativamente, podríamos suponer una tecnología en la que la producción depende del capital físico, el trabajo y ciertos insumos intermedios. En cuyo caso, podríamos darle a dichos insumos un tratamiento similar al del progreso técnico incorporado en el capital físico o humano.

riormente, se prestó un especial interés al papel desempeñado por la acumulación de factores productivos. Para su estudio, la teoría del crecimiento presupone la existencia de una función de producción agregada, la cual explica la producción total, que denotamos Y_t, como función de los factores productivos, capital y trabajo:

$$Y_t = B_t K_t^{\alpha} L_t^{\beta}, \tag{1}$$

donde K_t representa el stock de capital agregado, L_t el empleo total y B_t el nivel tecnológico de la economía. Los parámetros α y β, que se suponen positivos y estrictamente inferiores a uno, son un indicador de los rendimientos de capital y trabajo, respectivamente. Según la ecuación (1), la producción de una economía puede aumentar por dos motivos diferentes: por la acumulación de factores productivos (crecimiento del empleo o acumulación de capital) o bien por el progreso tecnológico.

En lo que respecta a la acumulación de factores productivos, la ecuación (1) presupone que hay rendimientos positivos, aunque decrecientes, de cada uno de estos factores. Un aumento de un 1%, en la dotación de capital (o trabajo), redundará en un aumento de la producción de un α (o β) %. Bajo el supuesto que $\alpha+\beta = 1$, un aumento simultáneo de un 1% en la dotación de ambos factores, producirá un aumento de la producción de un 1%. Esta hipótesis se conoce como de rendimientos constantes a escala, pues nos dice que si aumentamos la escala productiva, la producción aumentará en la misma proporción. Alternativamente, si $\alpha+\beta > 1$ diremos que hay rendimientos crecientes a escala, pues un aumento en la escala productiva, redundará en un aumento más que proporcional de la producción. En el caso contrario, cuando $\alpha+\beta < 1$, diremos que hay rendimientos decrecientes a escala.

El permanente progreso de la tecnología ha sido tan importante para el crecimiento económico, como la mera acumulación de factores productivos antes mencionada. Por dicho motivo, y tal como expusiéramos en la sección 1, la teoría del crecimiento se ha interesado en comprender los factores que determinan el nivel tecnológico de una economía, es decir la variable B_t, la cual resume todos los demás elementos, otros que los factores capital y trabajo, que componen la tecnología. Robert Solow propuso, en los años 60, utilizar una relación tan simple como la ecuación (1) para evaluar el progreso técnico de una economía, a partir de la información disponible sobre la producción, el stock de capital y el empleo, y además, de la información disponible sobre los coeficientes α y β.

En los últimos años, sin embargo, se ha puesto especial hincapié en estudiar las diferentes formas que el progreso técnico puede adoptar. En particular, se ha pretendido distinguir aquella parte del progreso técnico que está incorporada en el capital físico o en el trabajo. Por dicho motivo, vamos a escribir la ecuación (1) de la siguiente forma:

$$Y_t = A_t \left(V_t K_t\right)^{\alpha} \left(H_t L_t\right)^{\beta}, \tag{2}$$

donde B_t es por definición igual a $A_t {V_t}^{\alpha} {H_t}^{\beta}$. La variable V_t representa el progreso técnico incorporado

en el capital físico, H_t el progreso técnico incorporado en el trabajo, o capital humano, y al factor residual A_t, se le denomina productividad total de factores (PTF), y representa aquella parte del nivel tecnológico de la economía que no está incorporado en los factores productivos capital y trabajo.

2.2.1 Progreso técnico a nivel de establecimientos

La descripción tecnológica representada por la ecuación (2) puede ser mejorada si se considera la existencia de heterogeneidad entre establecimientos. Para ello supondremos que existe una función de producción a nivel de cada establecimiento industrial, donde el índice j representa el establecimiento:

$$Y_{jt} = A_{jt} \left(V_{jt} K_{jt}\right)^{\alpha} \left(H_{jt} L_{jt}\right)^{\beta}. \tag{3}$$

Y_{jt} representa el valor añadido,[5] K_{jt} el stock de capital, L_{jt} el empleo y A_{jt} el nivel tecnológico del establecimiento, o productividad total de los factores (PTF). V_{jt} representa el nivel tecnológico incorporado en el capital físico y H_{jt} el capital humano. Según esta hipótesis de trabajo, el valor añadido por un establecimiento puede aumentar, por un incremento de la dotación en factores productivos, capital y trabajo, por un aumento del nivel tecnológico incorporado en estos factores, o finalmente, por un incremento de la PTF. Entre los factores que explican la evolución de la PTF, a nivel de establecimiento industrial, están: la implementación de innovaciones, tanto de producto como de proceso (a excepción de aquellas que vienen incorporadas en el capital físico o el capital humano), el proceso de aprendizaje que realiza el establecimiento en la práctica industrial, y el influjo de las mejoras de productividad ocurridas en el entorno (o efecto desbordamiento).

El objetivo principal de este estudio es explicar la evolución del valor agregado, a nivel de establecimientos industriales de la CAM, a partir de la información disponible en la EESI sobre los factores productivos capital y trabajo. Por ello, y a partir de la ecuación (3), propondremos medidas que aproximen las diferentes fuentes del progreso tecnológico

[5] Desde el punto de vista de una empresa industrial, capital y trabajo se combinan con otros insumos, denominados en general insumos intermedios, para producir nuevos bienes. El valor añadido, por la empresa, es la diferencia entre el valor total de su producción y el coste de sus insumos intermedios.

Capítulo 3

La productividad del sector industrial de la CAM

3.1 Valor agregado industrial y productividad del trabajo

El valor agregado industrial de la CAM, creció entre 1986 y 1995 a una tasa media anual del 2,97%. No obstante, el sector industrial de la CAM vivió un ciclo muy marcado, reflejo del correspondiente ciclo de la economía española. Como puede observarse en el gráfico 1: las tasas de crecimiento del valor agregado industrial fueron muy elevadas a finales de los ochenta, alcanzando valores cercanos al 15% anual en 1987 y 1988; se produce una fuerte recesión a principios de los noventa, con crecimiento negativo entre los años 1991 y 1993; finalmente, a partir de 1994 comienza una tímida recuperación.

Dado que el objeto de este estudio son los determinantes del crecimiento industrial, fenómeno que por su naturaleza es de largo plazo, las fluctuaciones ocurridas entre 1986 y 1995 no son para nosotros de particular interés. Sin embargo, dado el corto periodo de tiempo en que la EESI se ha realizado, debemos ser prudentes, pues puede resultar difícil aislar las evoluciones de largo plazo de aquellas de corto plazo. Como pareciera indicar el gráfico 1, entre 1986 y 1995 pudiera haberse completado, a lo sumo, un ciclo del sector industrial madrileño. En particular, y en la medida que utilizamos la tasa media de crecimiento como un indicador del crecimiento de largo plazo, conocer con cierta precisión la longitud del ciclo económico, es de especial interés. Nótese que la tasa media estará sobrevalorada si incluimos un número excesivo de años de alto crecimiento, o infravalorada si incluimos un número excesivo de años de bajo crecimiento.

¿Cómo ha evolucionado el factor trabajo en este periodo? El total de horas trabajadas en el sector decreció de 1986 a 1995, a una tasa media anual del 1,93%. Como se puede observar en el gráfico 1, la tasa de crecimiento de las horas trabajadas en el sector industrial ha sido siempre inferior a la tasa de crecimiento del valor agregado, alcanzando valores negativos desde 1990. Ello ha sido acompañado por un importante aumento de la productividad del factor trabajo, que no ha cesado ni en los peores años de crisis. La productividad media del trabajo en el sector industrial de la CAM, medida como el valor agregado bruto por hora trabajada, ha aumentado a una tasa media del 4,99% anual entre 1986 y 1995, mostrando una evolución en el ciclo cuyo perfil es similar al perfil presentado por el valor agregado industrial (ver gráfico 2). El comportamiento procíclico de la productividad se debe fundamentalmente a que las innovaciones tienden a implementarse con mayor frecuencia en periodos de alto crecimiento, pues se espera obtener de ellas un mayor beneficio; este argumento es particularmente aplicable a

aquellas innovaciones que requieren inversiones en capital físico y humano. Cabe acotar, sin embargo, que la retención de empleo, muy común en las fases bajas del ciclo, agudiza el carácter procíclico de la productividad del trabajo.[1]

GRAFICO 1: Tasas decrecimiento: VAB, horas, capital

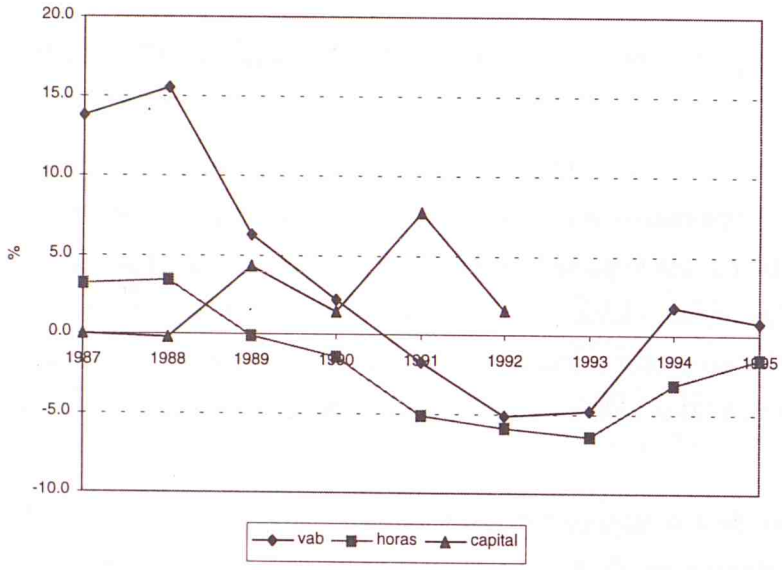
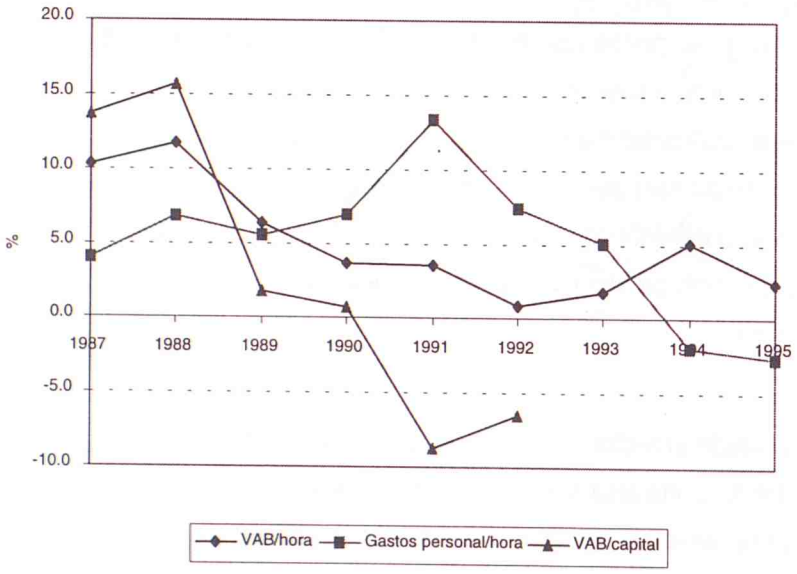


GRAFICO 2: Tasas de crecimiento: VAB/hora, Gastos de personal/hora, VAB/capital

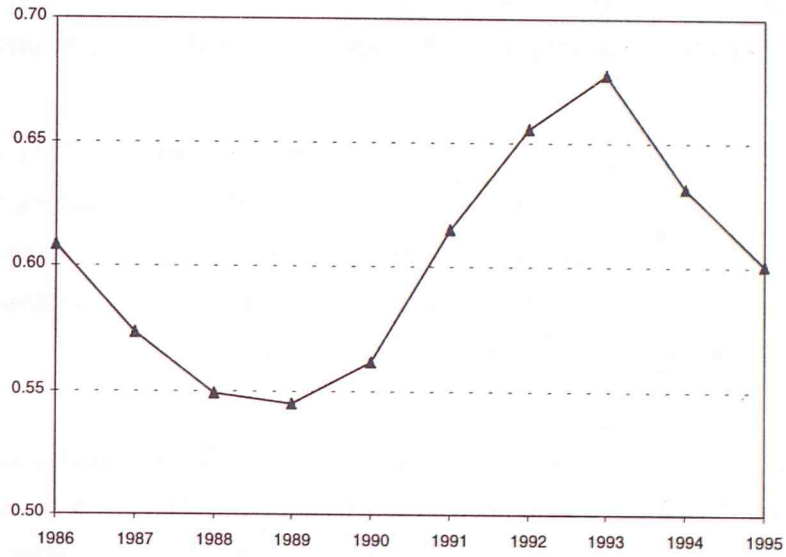


Si bien el objetivo de este estudio es analizar la evolución de la productividad industrial, resulta ilustrativo mirar a la evolución de los costes laborales. En ese sentido, los gastos de personal por hora trabajada del sector industrial de la CAM han crecido, en valores reales y entre 1986 y 1995, a una tasa media anual del 4,85%. Como predice la teoría, las ganancias de productividad antes mencionadas

[1] Dado que el despido y la contratación de trabajadores son ambas actividades costosas, durante los periodos de recesión se tiende a retener empleados, aunque pudiera circunstancialmente prescindirse de ellos. La retención de empleo genera una pérdida de productividad que no es imputable a la tecnología, sino a un uso ineficiente de ésta.

han sido parcialmente apropiadas por el factor trabajo. Por otra parte, aumentos tan importantes en los costes laborales inducen a las empresas a introducir mejoras tecnológicas que aumentan la productividad del trabajo, y generan una caída del empleo. Esta es la denominada espiral salarios-productividad, con sus consecuencias negativas sobre el empleo. Además, en el caso del sector industrial madrileño, llama mucho la atención el comportamiento contracíclico de los gastos de personal horarios, que como puede observarse en el gráfico 2, crecen a tasas superiores al 5% anual, en valores reales, hasta 1993.

GRAFICO 3: Gastos de personal/VAB



Otra medida interesante a estudiar es el ratio de los costes laborales respecto al valor agregado, que representa la participación del factor trabajo en el valor agregado. En promedio, y para el periodo 1986-1995, la parte del trabajo en el valor agregado industrial de la CAM se sitúa en torno al 60%. El 40% restante corresponde a la remuneración del factor capital, entendido en un sentido amplio. Como puede observarse en el gráfico 3, el carácter contracíclico de los costes laborales se ve reflejado en la evolución de la participación del trabajo en el valor agregado. Como contrapartida, la parte del capital en el valor agregado tiene un comportamiento marcadamente procíclico.

3.2 Evolución de la productividad en la muestra

3.2.1 La elección de la muestra

Antes de comenzar con el estudio de los factores del crecimiento industrial en la CAM, que reservamos para el Capítulo 4, nos ha parecido conveniente explicar los criterios que hemos seguido para confeccionar nuestra muestra, así como describir el comportamiento de los agregados muestrales, y compararlo con aquél de los agregados del sector industrial de la CAM que hemos presentado en la

sección anterior.

Una práctica común, en el estudio de los diferentes fuentes del crecimiento, es utilizar datos sectoriales. Los agregados sectoriales, sin embargo, ocultan la gran diversidad de tecnologías individuales existente en el sector industrial. La utilización de datos a nivel de empresa ha surgido como una alternativa,[2] sin embargo, los datos recogidos a nivel de empresa, sobretodo para las grandes empresas, también son el resultado de agregar diferentes tecnologías. En este marco, la principal ventaja de la EESI, es que ésta se realiza a nivel de establecimientos industriales. Tener información con tal grado de desagregación es de mucha utilidad para comprender la evolución de la tecnología.

La EESI comienza en el año 1986, siendo 1995 el último año disponible. Por otra parte, en el año 1991 se realizó un cambio en el cuestionario. En particular, del cuestionario inicial no es posible obtener información sobre gastos en Investigación y Desarrollo, I+D. Por dicho motivo, hemos decidido trabajar con dos submuestras, una para el periodo completo (1986-1995), que denominaremos muestra larga, y otra para el periodo 1991-1995, que denominaremos muestra corta.

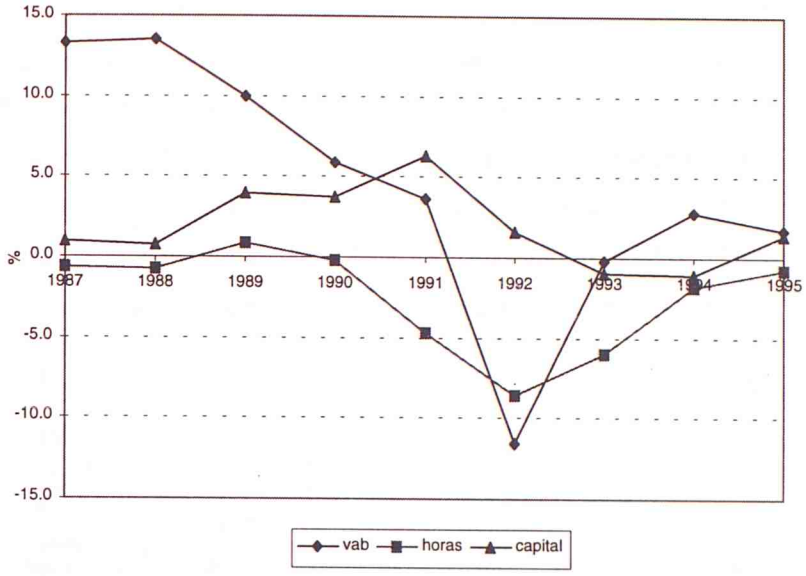
Para estudiar los determinantes del progreso técnico, a nivel de establecimientos industriales, es necesario poder disponer de historias individuales completas. Por dicho motivo, hemos adoptado como criterio de selección, la inclusión de aquellos establecimientos que han respondido a la encuesta durante todo el periodo muestral.[3] Para la muestra corta, ello nos llevó a seleccionar solamente los 749 establecimientos que han declarado todos los años desde 1991 a 1995. Para la muestra larga, hemos aplicado un criterio algo menos exigente: seleccionar aquellos establecimientos que declaran todos los años, desde 1986 hasta 1990, y en 1995, y completar, en caso de que ello fuera necesario, los años 1991 a 1994 con la muestra elevada.[4] En total, hemos seleccionado 319 establecimientos para la muestra larga, de los cuales 88 tienen al menos una observación proveniente de la muestra elevada.

[2] Dos fuentes de datos han sido utilizadas: la Encuesta a Grandes Empresas del MINER, y más recientemente la Encuesta de Estrategias Empresariales. Entre los primeros destacan Fluvia (1990), Grandón y Rodríguez Romero (1991) y Rodríguez Romero (1993). La explotación de la Encuesta de Estrategias Empresariales es más reciente. Ver, por ejemplo, el trabajo de Beneito (1997).

[3] Bahk y Gort (1993) utilizan un criterio diferente en la confección de su muestra. Ellos disponen, para la industria de los Estados Unidos, de datos por establecimiento, para el periodo 1973-1986. La muestra, que utilizan en su trabajo, contiene solamente a aquellos establecimientos que habiendo sido creados durante el periodo muestral, han respondido a la encuesta todos los años. Nosotros hemos decidido no adoptar este criterio de selección, pues en el caso de la EESI de la CAM, nos hubiéramos quedado con una muestra de tan sólo 40 establecimientos, frente a los 1281 seleccionados por Bahk y Gort.

[4] La muestra elevada contiene información para todos los establecimientos industriales de la Comunidad de Madrid que se obtiene mediante la extrapolación o elevación de los resultados de la encuesta.

GRAFICO 4: Tasas de crecimiento: VAB, horas y capital. Muestra larga



3.2.2 La evolución de los agregados muestrales

En esta sección describimos, a partir de ambas muestras, la evolución de las variables relevantes para este estudio. Para ello, hemos agregado los datos de los establecimientos pertenecientes a cada una de las muestras consideradas. La evolución de las tasas de crecimiento del valor agregado, las horas trabajadas y el stock de capital, se presentan en los gráficos 4 y 5, para las muestras larga y corta, respectivamente. Comparando con el gráfico 1, se puede observar que el perfil temporal de las tasas de crecimiento de ambas muestras es semejante al perfil correspondiente al total industrial, aunque los datos muestrales presentan una evolución más marcada en la recesión. La principal peculiaridad de los agregados muestrales, respecto al total industrial, radica en un marcado decrecimiento del valor agregado en el año 1992, cuya caída fue del 10% en ambas muestras, frente al 5% en el total de la industria.

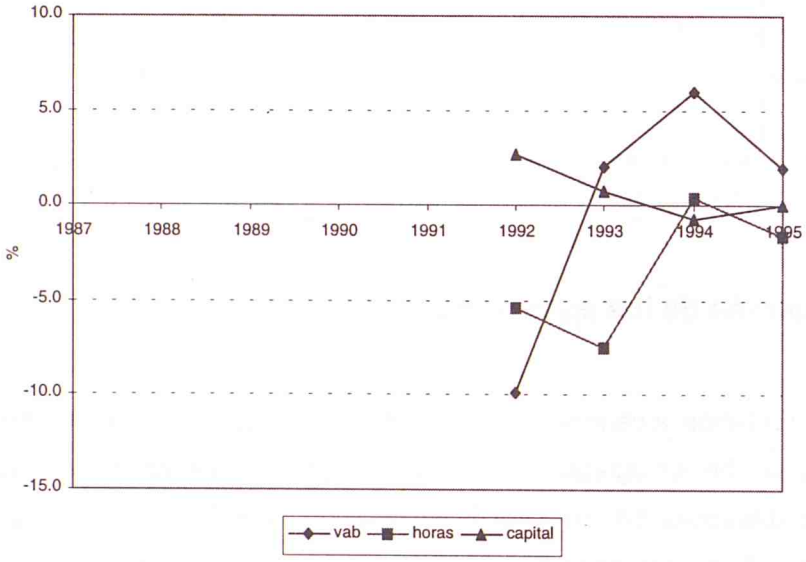
Si exceptuamos la peculiaridad observada en torno a 1992, la evolución de la productividad media del trabajo, como puede verse en el gráfico 6, no difiere substancialmente de lo ocurrido para todo el sector industrial de la CAM. Por consiguiente, los comentarios realizados en la sección 1, respecto al problema de la retención de empleo, son de aplicación.

Una ventaja de los datos muestrales, es que éstos nos permiten estudiar la evolución del stock de capital, cuyas tasas anuales de crecimiento aparecen en los gráficos 4 y 5.[5] En la muestra larga y de

[5] Para la elaboración de las series de capital por establecimiento, tal cual se explica en el Anexo, se ha utilizado el método del inventario permanente. En el gráfico 1 se presentan las tasas de crecimiento del stock de capital industrial de la CAM, elaborado por el IVIE (1996), para el periodo 1987-1992. Como puede observarse, el perfil temporal de los datos muestrales es similar al

1986 a 1995, el stock de capital creció a una tasa media anual del 1,82%, frente a un crecimiento del valor agregado del 4,08%. Cabe destacar que los establecimientos industriales invierten por dos motivos diferentes: para reponer la parte depreciada del stock, y para ampliar la capacidad productiva. La tasa de crecimiento del stock de capital resulta, por lo tanto, de restar a la tasa de inversión bruta, definida como el ratio de la inversión bruta sobre el stock, la tasa de depreciación del capital. Dado que el método utilizado para la construcción de la serie de capital presupone que la tasa de depreciación es constante, la tasa de crecimiento del capital reproduce básicamente la evolución de la tasa de inversión.[6]

GRAFICO 5: Tasas de crecimiento: VAB, horas y capital. Muestra corta



En lo que respecta a la productividad media del capital, medida como el ratio del valor agregado bruto respecto al stock de capital, ésta sigue una evolución similar a la de la productividad del trabajo (ver gráfico 6). En promedio, para la muestra larga, la productividad del capital creció al 2,21% anual, entre 1986 y 1995. Dos objeciones podrían hacerse a esta medida de la productividad del capital:

1. La ausencia de una medida apropiada de la tasa de utilización del capital. En los periodos de recesión, las empresas tienden a subutilizar su capacidad instalada, produciendo por debajo de la frontera de posibilidades de producción. Ello se refleja en una caída artificial de la productividad del capital, que debería corregirse ponderando el stock de capital físico por su tasa de utilización.
2. La ausencia de una medida apropiada de la tasa de depreciación. Las empresas no sólo deprecian el capital físico por razones tecnológicas, sino que lo hacen también por razones económicas. Este fenómeno, conocido como obsolescencia, es más frecuente en periodos de recesión que en periodos

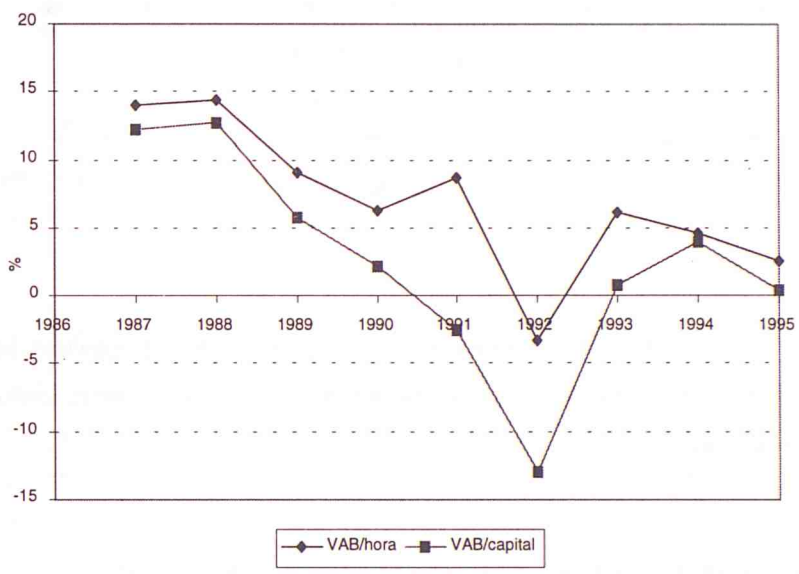
correspondiente a los datos agregados del sector industrial de la CAM.

[6] El método del inventario permanente presupone que la tasa de depreciación del capital es constante. Cabe matizar que, siguiendo el trabajo del IVIE (1996), hemos supuesto diferentes tasas de depreciación para cada sector industrial. Por lo tanto, y en sentido estricto, la tasa de depreciación agregada puede variar si el peso de los diferentes sectores cambia.

de alto crecimiento. Razón por la cual, nuestra medida del stock de capital, que presupone una tasa de depreciación constante, está sobrevalorada en los años 1991 a 1993 e infravalorada en los años 1987 y 1988, con las consiguientes repercusiones sobre nuestra medida de la productividad media del capital.

Si dispusiéramos de información sobre utilización y depreciación del capital, probablemente la caída de la productividad del capital, que observamos durante la recesión de los noventa, no sería tan marcada. En cualquier caso, dado que la tasa de inversión tiende a ser menor en periodos de recesión, y así ocurrió desde 1992 a 1994 inclusive, es razonable pensar que las ganancias de productividad derivadas de la incorporación de equipos más productivos, ha sido menor durante la recesión.

GRAFICO 6: Tasas de crecimiento: VAB/hora, VAB/capital



3.2.3 El Residuo de Solow

Una primera aproximación al progreso técnico, ocurrido en el sector industrial de la CAM en el periodo 1986-1995, se puede obtener a partir del residuo de Solow (que de forma abreviada denominaremos RS).[7] Éste pretende medir, a partir de la información disponible, la parte del crecimiento del valor agregado que no es imputable al crecimiento de los factores productivos, capital y trabajo. En otros términos, el residuo de Solow nos proporciona una primera estimación de los cambios acaecidos en el estado de

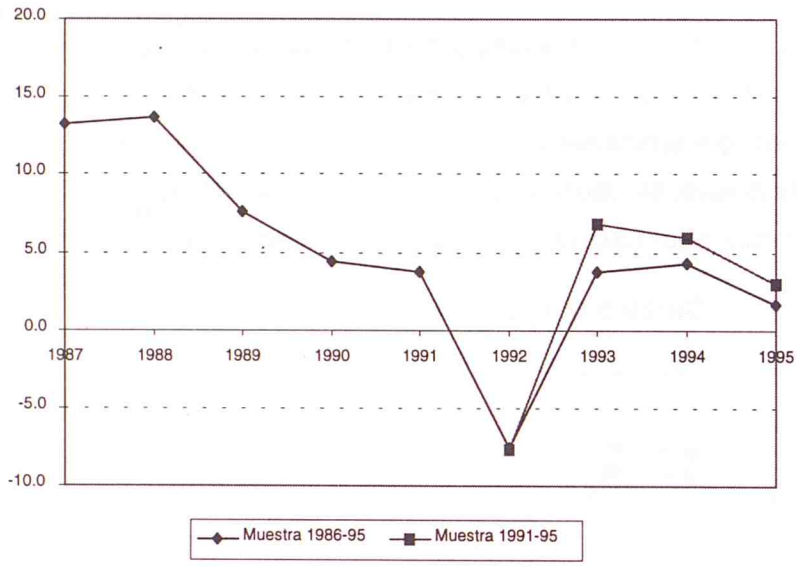
[7] A partir de la ecuación (1), y suponiendo rendimientos constantes a escala, es decir $\alpha = 1 - \beta$, el residuo de Solow se define como:

$$\text{RS}_t = \dot{y}_t - (1-\beta)\dot{k}_t - \beta\, \dot{l}_t,$$

donde $\dot{y}_t$, $\dot{k}_t$ y $\dot{l}_t$ representan, respectivamente, las tasas de crecimiento del valor agregado, el stock de capital físico y las horas trabajadas. Para poder estimar el RS , necesitamos datos sobre estas tres variables, los cuales están disponibles, así como asignar un valor al parámetro β. El procedimiento generalmente utilizado es asignar a β la media de la parte del trabajo en el valor agregado, que fue de 0.6 entre 1986 y1995.

la tecnología.[8] El gráfico 7 muestra la evolución del residuo de Solow, tanto para la muestra larga como para la muestra corta. Durante el periodo 1986-1995, la tasa media de progreso técnico, medida a partir del RS, fue del 3,86% anual, con un comportamiento cíclico similar a aquél de la tasa de crecimiento de la productividad media del trabajo.[9]

GRAFICO 7: Residuo de Solow (α y β medias muestrales)



Debemos tener presente que, al igual que las productividades medias de capital y trabajo, el residuo de Solow es una medida imperfecta del progreso tecnológico, y adolece, por lo tanto, de los mismos defectos. Entre ellos destacan:

1. La ausencia de una medida apropiada de la tasa de utilización del capital.
2. La ausencia de una medida apropiada de la tasa de depreciación, que tenga en cuenta la obsolescencia tecnológica.
3. El fenómeno de retención de empleo.

Por dicho motivo, las medidas del RS presentadas en el gráfico 7 exageran la pérdida de vitalidad del progreso técnico que ocurriera durante el periodo de recesión de comienzos de los noventa, y muy particularmente el año 1992.

Puesto en perspectiva, este trabajo pretende, en primer lugar, estimar convenientemente los parámet-

[8] Formalmente, el residuo de Solow mide la tasa de crecimiento de la variable B_t definida en la ecuación (1).

[9] Cabe destacar que, al contrario de lo que uno podría esperar, la muestra corta, integrada por una proporción mayor de establecimientos pequeños y de menor antigüedad, presenta unas ganancias de productividad algo mayores que la muestra larga.

ros α y β medios de los establecimientos industriales madrileños. Asociado a dichos parámetros, y dadas las observaciones individuales de capital y trabajo, existe una medida del progreso técnico para cada establecimiento y para cada año. Esperamos que esta medida represente el progreso técnico, acaecido en la industria madrileña, mejor que el RS representado en el gráfico 7. Finalmente, se pretende, a partir de la teoría del crecimiento endógeno expuesta en el Capítulo 2, proponer una explicación de dichos residuos individuales, para dar un primer paso hacia la comprensión de las fuentes del progreso técnico del sector industrial de la CAM.

3.2.4 Diferencias entre establecimientos

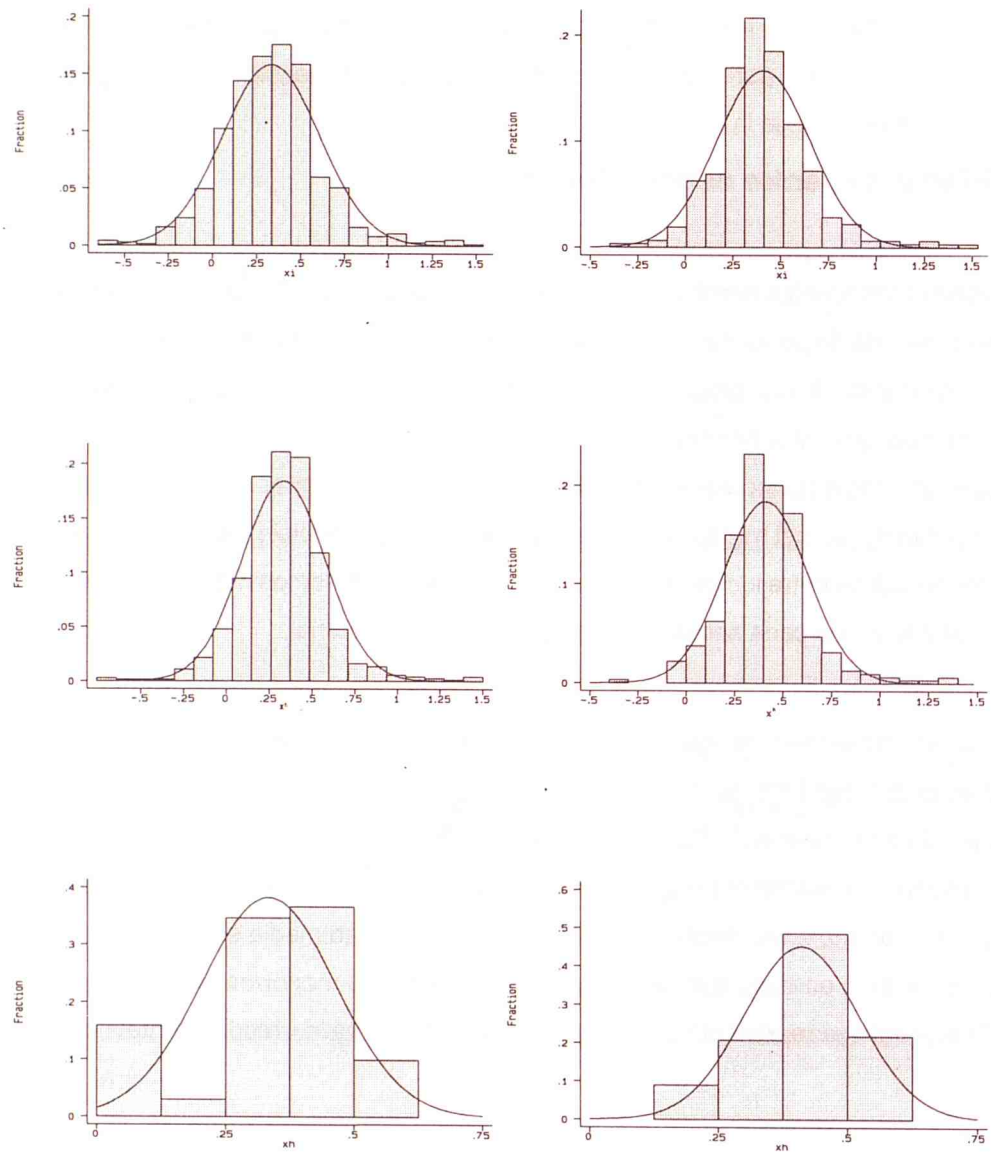
En las secciones precedentes hemos mirado a los datos agregados del sector industrial de la CAM. Sin embargo, la ventaja de disponer de datos a nivel de establecimiento radica en que podemos explotar su diversidad. Obviamente, la tecnología difiere mucho entre establecimientos pertenecientes a diferentes sectores, al tiempo que ésta también difiere al interior de cada sector. Para ilustrar las diferencias tecnológicas existentes en la industria madrileña, nos vamos a concentrar en el análisis de la distribución de la productividad media del trabajo entre establecimientos. En principio, podemos pensar que existen diferencias tecnológicas entre los distintos sectores, que denominaremos heterogeneidad intersectorial, y diferencias al interior de cada sector, o heterogeneidad intrasectorial.

En los paneles superiores del gráfico 8 se presentan, para las muestras larga y corta, las distribuciones empíricas del logaritmo de la productividad media del trabajo, entre todos los establecimientos pertenecientes a cada muestra.[10] Para cada establecimiento y cada muestra, se ha utilizado la media sobre todo el periodo muestral correspondiente. Se puede constatar una gran dispersión de la productividad media del trabajo, entre establecimientos. La productividad media es algo menor en la muestra corta que en la larga,[11] en tanto que la desviación típica es algo menor en la muestra larga que en la corta.[12] La línea continua representa la función de densidad Normal correspondiente a cada distribución empírica.

[10] Hemos tomado el logaritmo de la productividad, pues su distribución empírica no difiere demasiado de una distribución Normal.
[11] La media muestral simple, entre establecimientos, del logaritmo de la productividad es 0,333 para la muestra corta y 0,41 para la muestra larga.
[12] La varianza del logaritmo de la productividad media del trabajo es 0,0766 para la muestra corta y 0,05884 para la muestra larga.

GRAFICO 8: Distribución de la productividad media entre establecimientos

Muestra Larga Muestra corta



Para analizar la dispersión intrasectorial nos valemos de una variable auxiliar, que mide la distancia entre la productividad del establecimiento y la media del sector al que pertenece.[13] La distribución

[13] Formalmente, podemos utilizar la siguiente notación: el subíndice i representa el establecimiento y el subíndice h representa el sector industrial. Si el establecimiento i pertenece al sector h, definimos la siguiente variable auxiliar:

$$x^h \equiv x_i - \bar{x}_h + \bar{x},$$

empírica de dicha variable auxiliar se representa en los paneles medios del gráfico 8, para cada muestra. Si comparamos la distribución intrasectorial con la distribución total, podemos observar que la dispersión es algo menor.[14]

En los paneles inferiores del gráfico 8 se presentan las distribuciones empíricas del logaritmo de la productividad media del trabajo, entre sectores, ponderada por el número de establecimientos pertenecientes a cada sector. También se puede constatar una cierta dispersión de las productividades medias del trabajo, aunque la varianza es a simple vista mucho menor.[15]

En consecuencia, existe una gran variabilidad tecnológica, no sólo entre sectores, sino también al interior de los diferentes sectores. Diferencias en el comportamiento de estos establecimientos, respecto a la realización de actividades de I+D, renovación tecnológica a través de la inversión en capital físico o humano, aprendizaje, etc., deben permitirnos explicar la variabilidad existente entre las productividades individuales.

---

donde x_i representa el logaritmo de la productividad media del trabajo del establecimiento i, $\bar{x}$ es su media muestral (sobre todos los establecimientos) y $\bar{x}_h$ es la media para los establecimientos pertenecientes al sector h. Se puede mostrar que

$$\text{Var}\left(x_i\right) = \text{Var}\left(\bar{x}_h\right) + \text{Var}\left(x^h\right)$$

donde Var($\bar{x}_h$) es la varianza de los $\bar{x}_h$ ponderados por el número de establecimientos pertenecientes a cada sector.

[14] Respecto a la distribución intrasectorial, la varianza del logaritmo de la productividad media del trabajo es 0,0595 para la muestra corta y 0,04673 para la muestra larga. Ambas representan algo más de un 75% de la varianza total.

[15] Respecto a la distribución intersectorial, la varianza del logaritmo de la productividad media del trabajo es 0,0172 para la muestra corta y 0,01211 para la muestra larga.

Capítulo 4

CAM: Fuentes del progreso técnico

En este trabajo, utilizamos la Encuesta Económica al Sector Industrial (EESI) de la Comunidad Autónoma de Madrid, con el objeto de estudiar los principales determinantes del crecimiento industrial madrileño. Por razones obvias, la encuesta no fue diseñada con este propósito, lo cual nos obliga, como es usual, a restringir el estudio a las posibilidades que nos brindan los datos disponibles. Siguiendo la propuesta de Bahk y Gort (1993), intentaremos distinguir aquellas fuentes de progreso tecnológico que se encuentran incorporadas en los factores productivos, capital y trabajo, de aquellas que forman parte del término residual que hemos denominado PTF. Por dicho motivo, pretendemos construir una medida del capital físico que contenga el progreso técnico incorporado en las máquinas, así como introducir una medida de capital humano que nos permita cualificar convenientemente al factor trabajo.

Dada la estructura de los dos paneles con los que hemos decidido trabajar, uno para el período completo (1986-1995) y otro para el período 1991-1995, en los cuales hay un número mucho mayor de establecimientos que de observaciones temporales, el componente sección transversal domina, en la estimación, al componente sección longitudinal. El peso de la sección transversal es mayor aún en la muestra corta.

4.1 Factores de producción

Antes de comenzar el estudio de los determinantes del progreso técnico, nos pareció conveniente estimar una función de producción dependiente exclusivamente de los factores de producción básicos, capital y trabajo:

$$Y_{jt} = B_{jt} \left(K_{jt}\right)^{\alpha} \left(L_{jt}\right)^{\beta} . \tag{4}$$

Las medidas utilizadas para el valor añadido, el stock de capital y las horas trabajadas, de cada establecimiento, se describen en el Apéndice A. Los datos sobre horas trabajadas se extraen directamente de la EESI. El valor añadido nominal, tal como se explica en el Apéndice A, se obtiene a partir de la EESI. El valor añadido, en términos reales, de cada establecimiento, resulta de deflactar el valor añadido nominal por el índice de precios industriales del sector al que pertenece. Sin embargo, la EESI no proporciona datos sobre el stock capital por establecimiento, aunque si lo hace sobre la inversión bruta. Para confeccionar una medida de capital, para el establecimiento j, en el sector h, hemos utilizado el

método del inventario permanente, por el cual[1]

$$K_{jt} = K_{jt-1}(1 - \delta_h) + I_{jt} - S_{jt}, \tag{5}$$

donde K_{jt} representa el stock de capital al final del periodo t, I_{jt} la inversión bruta en t, S_{jt} las ventas de inmovilizado material en t y el parámetro δ_h representa la tasa de depreciación en el sector h.[2] Las tasas de depreciación sectoriales las tomamos del trabajo del IVIE (1996). Por otra parte, y a partir de la EESI, disponemos, para cada establecimiento, de información sobre la inversión bruta, y las ventas de inmovilizado material, desde 1986 hasta 1995, que hemos deflactado convenientemente. Nuestro principal problema es pues asignar un stock de capital inicial para el primer año de la muestra, y para cada establecimiento. Para ello, nos hemos valido de las estimaciones de capital sectorial realizadas por el IVIE (1996), tal como se describe en el Apéndice A.[3]

Los principales resultados de este primer ejercicio, para las muestras larga y corta, se presentan en la Tabla 1 y se comentan a continuación. Ellos corresponden al caso en que el capital se mide a principios de periodo, no existiendo diferencias remarcables con la utilización del capital a finales de periodo.[4]

1. Ambas muestran presentan una cierta evidencia sobre la existencia de leves rendimientos crecientes a escala. Como puede apreciarse en la Tabla 1, la estimación puntual del coeficiente del trabajo se sitúa en torno a 0,9, en tanto que estimación puntual del coeficiente del capital se sitúa en torno a 0,2. Ambos coeficientes son altamente significativos y se muestran robustos a la introducción de variables ficticias sectoriales y temporales. La productividad del factor trabajo es levemente superior en la muestra corta, en tanto que la productividad del factor capital es levemente superior en la muestra larga.
2. Las variables ficticias temporales pretenden capturar, en la estimación, la evolución agregada del estado de la tecnología, es decir, la variable B_t. En la muestra larga, podemos observar la presencia de progreso técnico desde 1988 hasta 1991 inclusive (ver regresión [5] de la Tabla 1). A partir de 1992, los coeficientes de las variables ficticias temporales no parecen seguir un patrón claro, aunque siempre se mantienen significativamente por encima del nivel de 1990. En cualquier caso, las desviaciones estándares de los coeficientes estimados no nos permiten rechazar la hipótesis de

[1] Dado que desconocemos el momento exacto en que se produjo la inversión, no podemos, a priori, saber qué parte de la inversión realizada en el periodo t se aplica a la producción en t. Por dicho motivo, vamos a considerar alternativamente que la producción en t depende del capital a principios o a finales del periodo t. Cuando la producción depende del capital al principio del periodo, en la ecuación (4), el stock de capital debe llevar el subíndice $t-1$.

[2] La utilización del método del inventario permanente presupone que el capital físico pierde, cada año, una proporción δ de su capacidad productiva. Para ser consistentes con esta hipótesis, cuando un establecimiento vende parte de su inmovilizado material, hemos de suponer que su valor de venta refleja exactamente su capacidad productiva, debidamente depreciada a la tasa δ. Esta hipótesis es consistente con la existencia de un mercado de segunda mano eficiente.

[3] Dado que la muestra corta incluye establecimientos que no están en la muestra larga, hemos aplicado un procedimiento independiente para generar el stock inicial de cada submuestra.

[4] Algunos establecimientos declaran, en algunos años, un valor agregado negativo, en tanto que otros declaran, en algún año, empleo o inversiones nulos. Por dicho motivo, trabajamos con un panel no balanceado, en el que se han exlcluido las observaciones que presentan alguno de dichos problemas, sin exlcuir necesariamente al establecimiento. Las diferentes Tablas indican, para cada estimación, el número de observaciones utilizadas.

que éstos sean iguales a partir de 1991. En la muestra corta, tampoco aparece evidencia alguna de progreso técnico agregado entre 1992 y 1995 (ver regresión [2] de la Tabla 1). Durante dicho periodo, la economía española sufrió una fuerte crisis, lo que podría estar ocultando la presencia de progreso técnico a nivel agregado.[5]

TABLA 1: Función de producción básica

	Muestra 91-95		Muestra 86-95		
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Constante		-0.613889			-0.711258
		(0.125003)			(0.109484)
β (Log(horas))	0.922491	0.922309	0.884188		0.891489
	(0.020332)	(0.020303)	(0.016332)		(0.016433)
β (Log(ocupados))				0.892179	
				(0.016973)	
α (Log(capital))	0.175131	0.175244	0.208805	0.207380	0.204269
	(0.011257)	(0.011241)	(0.010671)	(0.010668)	(0.010655)
D88					0.069440
					(0.039445)
D89					0.129646
					(0.038916)
D90					0.148448
					(0.039429)
D91					0.236138
					(0.038936)
D92					0.212331
					(0.038989)
D93		-0.034454			0.159476
		(0.028328)			(0.041250)
D94		-0.001765			0.188210
		(0.028986)			(0.040436)
D95		-0.006197			0.168994
		(0.029291)			(0.042026)
Nº establecimientos	711	711	311	311	311
Observations	2818	2818	2780	2780	2780
RSS	864.82	864.27	706.09	705.62	693.07
TSS	12042.34	12042.34	7201.73	7201.73	7201.73

Esta Tabla es un resumen de las Tablas 1 y 2 presentadas en el Apéndice B.

a. Por razones obvias, las horas totales trabajadas en el establecimiento miden, con mayor precisión, la utilización del factor trabajo, que el número de personas empleadas por el establecimiento. Como disponemos, tanto del número de personal ocupado, como de las horas totales trabajadas, hemos estimado, para la muestra larga, utilizando ambas variables. Como se puede observar, comparando las columnas [3] y [4] de la Tabla 1, los resultados son muy similares. En lo que

[5] Tal como comentáramos en el Capítulo 3, durante los periodos de recesión, fenómenos tales como la subutilización y obsolescencia del capital físico, y la retención de empleo, producen un sesgo en la estimación del nivel tecnológico, debido a que la ecuación (5) se encuentra por debajo de la frontera de posibilidades de producción. La importancia de estos dos fenómenos, para los datos agregados de la economía española, fue puesta de manifiesto por Licandro et al (1996).

sigue, el empleo estará medido por el número de horas totales trabajadas en el establecimiento, aunque todo parece indicar, que podríamos haber utilizado, en su lugar, los datos de personal ocupado.

Los residuos de estas regresiones, y en menor medida los coeficientes de las variables ficticias sectoriales y temporales, contienen información sobre el progreso técnico industrial, sectorial e individual, en la CAM, que intentaremos explicar en las secciones siguientes de este Capítulo.

4.2 Progreso técnico incorporado

Un primer paso en el estudio del avance tecnológico, nos lleva a evaluar la presencia de progreso técnico incorporado en los factores de producción, capital físico y trabajo. Como mencionábamos anteriormente, la EESI no proporciona ninguna información directa sobre este aspecto de la tecnología. En esta sección, intentaremos utilizar la teoría para cuantificar, a partir de los datos disponibles, la importancia del progreso técnico incorporado en los factores productivos, capital y trabajo. En ese sentido, intentaremos estimar funciones de producción del tipo:

$$Y_{jt} = A_{jt} \left(V_{jt} K_{jt}\right)^{\alpha} \left(H_{jt} L_{jt}\right)^{\beta}, \tag{6}$$

que discutimos en el Capítulo 2, Sección 2.

4.2.1 Capital humano

En cuanto al factor trabajo, la EESI no proporciona información directa sobre el nivel de capital humano de cada establecimiento (nivel educativo de los trabajadores, gastos en actividades de formación, o una desagregación adecuada por tipos de ocupación). Sin embargo, podemos calcular, para cada establecimiento, y en valores reales, una medida de sueldos y salarios brutos, por hora trabajada, y una medida de gastos de personal, por hora trabajada.[6] Como la remuneración de un trabajador está altamente correlacionada con su nivel de capital humano, en muchos estudios se utiliza alguna de estas medidas, o una transformación de ellas, como medida del capital humano medio del establecimiento. De aquí en delante, y en la medida que no se preste a confusión, utilizaremos los términos salarios, para referirnos a los sueldos y salarios brutos por hora trabajada, y gastos de personal para referirnos a los gastos de personal por hora trabajada. Cuando queramos hablar indistintamente de cualquiera de estos dos conceptos, utilizaremos el término remuneraciones. Para referirnos al cociente de una de estas variables, respecto a su media muestral, utilizaremos el calificativo relativos.

[6] La variable gastos de personal, incluye, además de sueldos y salarios brutos, las cargas sociales a cargo de la empresa y otras remuneraciones (indemnizaciones, otros seguros sociales y otros gastos de personal). Como se explica en el Apéndice A, ambas medidas fueron debidamente transformadas a valores reales.

Desde un punto de vista teórico, si el mercado de trabajo fuera perfectamente competitivo, individuos con las mismas cualidades deberían percibir la misma remuneración, con independencia del establecimiento en el que trabajen. Bajo este supuesto, muchos estudios sobre el tema utilizan el salario medio del establecimiento, como una medida del capital humano medio de sus trabajadores. Sin embargo, la remuneración del trabajo depende de otros factores, que afectan la productividad individual, además del capital humano. En una economía perfectamente competitiva, todo crecimiento de la productividad, proveniente de un factor otro que el capital humano, también repercutirá en un aumento salarial. Por lo tanto, no es posible distinguir si un aumento del salario medio industrial se debe a un incremento de la dotación media de capital humano, o simplemente a cambios en otros factores, que afectan a su productividad.[7] Parece claro, sobre todo desde un punto de vista agregado, que la evolución de los salarios está fuertemente marcada por otros factores, además del capital humano, alguno de cuales son motivo de este estudio.

Una medida alternativa del capital humano, podría obtenerse a partir del salario relativo o de los gastos de personal relativos, a la media muestral. En cuyo caso, estaríamos utilizando las remuneraciones medias, pagados por los establecimientos, con el único objeto de medir diferencias relativas de capital humano entre ellos. Esta medida no podría captar la evolución temporal del capital humano.

TABLA 2: Capital humano

	Muestra 91-95			Muestra 86-95		
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
β (Log(horas))	0.890158	0.886985	0.890379	0.838267	0.838493	0.853799
	(0.016440)	(0.017198)	(0.016445)	(0.014581)	(0.015026)	(0.014572)
α (Log(capital))	0.118494	0.123040	0.118241	0.140227	0.145994	0.128132
	(0.009993)	(0.009408)	(0.009996)	(0.008801)	(0.009228)	(0.008671)
Log(salarios relativos)	0.689852			0.953678		
	(0.052360)			(0.050810)		
Log(gastos de personal relativos)		0.606829			0.742586	
		(0.041554)			(0.059057)	
Log(salario hora)			0.690693			0.980507
			(0.052435)			(0.050523)
Log (media muestral del salario)			-0.475522			-0.502088
			(0.335800)			(0.068089)
Nº establecimientos	698	698	698	311	311	311
Observaciones	2695	2695	2695	2766	2780	2766
RSS	625.43	644.77	625.34	516.79	569.35	498.12
TSS	10142.7	10142.70	10142.70	6875.10	7201.73	6875.10

Esta Tabla es un resumen de las Tablas 3 y 4 presentadas en el Apéndice B.

En lo que respecta a las diferentes medidas de capital humano, hemos encontrado los siguientes

[7] Cabe recordar que, al equilibrio competitivo, el salario es igual a la productividad marginal del trabajo, la cual aumenta ante aumentos del stock de capital físico, disminuciones del empleo o mejoras en la tecnología.

resultados que se presentan en la Tabla 2:[8]

1. Tanto los salarios relativos, como los gastos de personal relativos, mejoran significativamente la estimación, produciendo un leve descenso del coeficiente del trabajo y una marcada disminución del coeficiente del capital. Los resultados para la muestra larga se presentan en las regresiones [1] y [2], en tanto que los resultados para la muestra corta se presentan en las regresiones [4] y [5]. Con estas nuevas estimaciones, no podemos rechazar la hipótesis de rendimientos constantes a escala, entre capital y trabajo, en ambos periodos muestrales, y para ambas medidas de capital humano.
2. La medida de gastos de personal incluye las aportaciones patronales a la seguridad social. Sin embargo, estas aportaciones no son tenidas en cuenta por aquellos trabajadores, que dotados del mismo capital humano, tienen que decidir en que establecimiento trabajar. Por lo tanto, desde un punto de vista teórico, la medida de sueldos y salarios brutos parece ser la más apropiada. Además, desde un punto de vista estadístico, la variable salarios relativos contribuye a explicar los residuos, mejor que la variable gastos de personal relativos. Por dichos motivos, vamos a utilizar como medida del capital humano a la variable salarios relativos, que, como expusiéramos anteriormente, incluye a los sueldos y salarios brutos, relativos a su media muestral.
3. El coeficiente estimado, para la variable salarios relativos, es significativamente inferior al del trabajo en la muestra corta y superior en la muestra larga. En particular, el coefieciente correspondiente para la muestra larga no es significativamente diferente de la unidad.[9]
4. En las regresiones [3] y [6] de la Tabla 2 incluimos separadamente, como regresores, al salario horario del establecimiento y a su media muestral. Para la muestra larga, el coeficiente del salario medio es negativo y significativo, aunque su valor absoluto es algo inferior al del salario del establecimiento. Por dicho motivo, el coeficiente estimado para el salario relativo es algo inferior al del salario del establecimiento. En la muestra corta, el salario horario medio no es significativo.

4.2.2 Progreso técnico incorporado en el capital físico

Lamentablemente, no disponemos de buena información sobre el carácter incorporado, en el capital físico, del progreso técnico. En particular, no se sabe si una nueva inversión viene a restituir una pieza técnicamente depreciada, si viene a sustituir una pieza económicamente obsoleta (aunque técnicamente operativa), si viene a complementarla, con el objeto de aumentar su productividad, o si simplemente viene a incrementar la capacidad productiva del establecimiento. Por dicho motivo, nos valdremos, para medir la existencia de progreso técnico incorporado, de la relación propuesta por Greenwood,

[8] Algunos establecimientos declaran no pagar ni sueldos ni salarios brutos, al menos algunos años. Por dicho motivo, hemos tenido que excluir 85 observaciones de la muestra corta (de entre ellos, 13 establecimientos declaran un cero en sueldos y salarios brutos durante todo el periodo muestral), y 14 observaciones de la muestra larga.

[9] Por la ecuación (3), sabemos que, todo lo demás constante, $w_{jt} = \text{const}\ (H_{jt})^{\beta}$, si los mercados son competitivos. Por lo cual, el salario debería tener un coeficiente unitario en la regresión.

Herkowitz y Krusell (1997). Para ello definimos una medida de capital, con progreso técnico incorporado, que denotamos $\tilde{K}_t$. La idea fundamental es la siguiente: las nuevas unidades de capital físico, en la medida que incorporan las nuevas tecnologías, son más productivas que las anteriores. Denotamos q_t a la productividad de la nueva generación de capital físico, la cual, como resultado del progreso técnico incorporado en las nuevas generaciones de bienes de capital, crece a medida que el tiempo pasa, y denotamos V_t al progreso técnico incorporado en el stock de capital físico. Bajo este supuesto, el stock de capital físico, con progreso técnico incorporado, evoluciona según:[10]

$$\tilde{K}_{jt} = \tilde{K}_{jt-1}(1-\delta_h) + q_t I_{jt} - V_{jt} S_{jt}. \tag{7}$$

Los ordenadores personales son un buen ejemplo de este tipo de fenómeno, pues su capacidad productiva ha aumentado enormemente en los últimos años. En este ejemplo, el stock K_{jt} estaría medido en número de ordenadores, $\tilde{K}_{jt}$ mediría la capacidad productiva del stock (la cual depende, entre otros factores, de la velocidad de cálculo, la dimensión de la memoria RAM, los diferentes medios de almacenamiento de información -dimensión del disco duro, CD-ROM, etc.-), en tanto que q_t mide la capacidad productiva de los ordenadores comprados en t.[11]

Sin embargo, la EESI no registra información alguna sobre la variable q_t. Lo que si es posible construir, tal como hacemos en la ecuación (5), es un stock de capital, sin progreso técnico incorporado, K_{jt}. Definiendo de manera conveniente al factor de progreso técnico incorporado en el stock de capital físico, V_{jt}, podemos descomponer $\tilde{K}_{jt}$ en el producto de la medida convencional de capital físico, K_{jt}, y dicho factor de progreso técnico incorporado.[12] El factor de progreso técnico incorporado, por definición, depende positivamente de la inversión, y puede demostrarse que su elasticidad viene dada por:[13]

$$\kappa_{jt} = \left(\frac{q_t}{V_{jt}} - 1\right)\frac{I_{jt}}{K_{jt}}.$$

Por construcción, el progreso técnico incorporado en las nuevas unidades de capital q_t, tiene que ser superior al progreso técnico incorporado en el stock de capital físico, V_{jt}, ya que este último depende, además de la inversión en el último período, de inversiones realizadas en períodos anteriores. Razón por la cual, si hay progreso técnico incorporado en el capital físico, la elasticidad κ tiene que ser estrictamente positiva. Un primer test, sobre la existencia de progreso técnico incorporado en el capital, se

[10] A diferencia de la ecuación (5), aquí debemos suponer que las ventas de inmovilizado están valoradas en la misma unidad que $\tilde{K}$, razón por la cual, hemos ponderado las ventas, S, por la productividad media del capital, V.

[11] Gordon (1990) ha construido indices de calidad para una amplia gama de bienes de tipo duradero, mostrando que los precios asociados a éstos índices han declinado de forma muy marcada, para la economía americana, en los último años. Greenwood, Herkowitz y Krussel (1997) toman como indice de la calidad media de los nuevos bienes de inversión, al inverso del indice de precios de Gordon.

[12] Siendo dicha definición :

$$V_{jt} = \frac{\tilde{K}_{jt-1}(1-\delta) + q_t I_{jt}}{K_{jt-1}(1-\delta) + I_{jt}}.$$

[13] Dado que, en nuestros dos paneles, la variable I_{jt} tiene muchos ceros, pues los establecimientos no invierten en todos los periodos, vamos a utilizar la variable auxiliar $\widehat{I}_{jt} = I_{jt} + 1$.

puede obtener directamente de la estimación de la ecuación (4), incluyendo la inversión como regresor adicional. En la estimación hemos incluido variables ficticias temporales, de forma multiplicativa, lo cual nos permite estimar un κ_t diferente para cada periodo. Los resultados obtenidos son ambiguos. Cuando consideramos el capital a final de periodo (columnas [1] y [3] de la Tabla 3), en ambas muestras, existe clara evidencia de progreso técnico incorporado en el capital físico. Sin embargo, cuando incluimos el capital a principio de periodo, los coeficientes κ_t no son significativamente distintos de cero.[14]

TABLA 3: Progreso técnico incorporado

	Muestra 91-95		Muestra 86-95	
	[1]	[2]	[3]	[4]
β (Log(horas))	0.924462	0.888825	0.881536	0.837253
	(0.019156)	(0.016445)	(0.016540)	(0.014579)
α (Log(capital))	0.146946	0.101751	0.198948	0.129479
	(0.013409)	(0.012310)	(0.013238)	(0.010944)
Log(salarios relativos)		0.688863		1.012545
		(0.051851)		(0.035615)
κ_{87}			-0.000762	-0.009956
			(0.007367)	(0.006473)
κ_{88}			0.005400	0.000049
			(0.007271)	(0.006388)
κ_{89}			0.010770	0.007056
			(0.007100)	(0.006191)
κ_{90}			0.012814	0.009790
			(0.007163)	(0.006264)
κ_{91}			0.018725	0.014775
			(0.006840)	(0.005986)
κ_{92}	0.019679	0.012767	0.018736	0.014397
	(0.008221)	(0.007627)	(0.007039)	(0.006230)
κ_{93}	0.019743	0.014023	0.016241	0.013340
	(0.008431)	(0.007754)	(0.007349)	(0.006554)
κ_{94}	0.023181	0.017973	0.018896	0.016579
	(0.008442)	(0.007820)	(0.007372)	(0.006469)
κ_{95}	0.023016	0.016715	0.016777	0.014798
	(0.008242)	(0.007559)	(0.007295)	(0.006441)
Nº establecimientos	698	698	309	309
Observaciones	2695	2695	2760	2760
RSS	775.19	622.65	681.10	0.18
TSS	10142.70	10142.70	6764.79	482.73

Esta Tabla es un resumen de las Tablas 5 y 6 presentadas en el Apéndice B.

4.2.3 Progreso técnico incorporado

De la discusión anterior vamos a retener como medida del capital humano al salario relativo. Cuando el capital se mide a principios de periodo, no hemos encontrado evidencia de progreso técnico incorporado en el capital físico. Por dicho motivo, las mejores estimaciones de la ecuación (7), que se presentan en

[14] Una mejor evaluación del progreso técnico, incorporado en el capital físico, se podría obtener a partir de una medida del capital físico, que se construyera como una combinación línea convexa del capital al comienzo y a finales del periodo. Un candidato natural sería $(K_{jht-1} + K_{jht})/2$.

la Tabla 2, ya han sido discutidas en la Sección 2.1.

En lo que respecta a las estimaciones con capital físico medido al final del periodo, vamos a retener la siguiente especificación:

$$Y_{jt} = A_{jt} \left(I_{jt}^{\kappa_t} K_{jt}\right)^{\alpha} \left(H_{jt} L_{jt}\right)^{\beta}. \tag{8}$$

La inversión contemporánea pretende medir, al menos parcialmente, el efecto del progreso técnico incorporado en el capital físico. En la Tabla 3 presentamos las estimaciones de la ecuación (8). De dicha Tabla se desprenden los siguientes comentarios:

1. En la muestra larga:
   a. Como es puede observar en la regresión [4] no podemos rechazar la hipótesis de rendimientos constantes a escala entre capital y trabajo, aunque la suma de las estimaciones puntuales de α y β sea levemente inferior a la unidad.
   b. Los salarios relativos tienen una elasticidad que no es significativamente distinta de uno, razón por la cual, la transformación $H_{jt} = (w_{jt})^{1/\beta}$ parece ser una buena representación del capital humano medio de los trabajadores de cada establecimiento.
   c. En lo que respecta al progreso técnico incorporado en el capital físico, hemos encontrado clara evidencia de que la inversión afecta la productividad, más allá del efecto que produce su simple acumulación en la medida convencional de capital físico.
2. En la muestra corta:
   a. Como se puede observar en la regresión [2], tampoco podemos rechazar la hipótesis de rendimientos constantes a escala, aunque la suma de las estimaciones puntuales de α y β sea levemente inferior a la unidad.
   b. El coeficiente de los salarios relativos es inferior tanto a la unidad, como a la estimación puntual del parámetro β.
   c. Al igual que para la muestra larga, la inversión contemporánea presenta un claro efecto positivo sobre la productividad, que no puede ser atrapado por la medida convencional de capital físico.

4.3 Progreso técnico no incorporado

A partir de las medidas de progreso técnico incorporado en los factores productivos, que hemos propuesto en las secciones anteriores de este Capítulo, pretendemos ahora estimar los principales factores

explicativos de los cambios en la productividad total de factores, es decir, el término residual A_{jt}, en la ecuación (8). En particular, nos centraremos en la identificación de dos factores: el esfuerzo innovador del establecimiento, a través de sus gastos en I+D, y el proceso de aprendizaje en la práctica, realizado por el propio establecimiento.

4.3.1 Aprendizaje en la práctica

El manejo de una tecnología, y en un sentido general, un establecimiento es una tecnología, necesita de un proceso de aprendizaje. La antigüedad de un establecimiento nos proporciona la medida más simple, aunque también la menos precisa, del proceso de aprendizaje. Medidas más sofisticadas, tales como la producción o el empleo acumulado de años anteriores, se utilizan en ciertos casos. Ello plantea, sin embargo, el problema de saber cuál es la producción acumulada, para cada establecimiento, al comienzo del periodo muestral. Para evitar este problema, Bahk y Gort (1993), construyeron un muestra en la que se incluyen sólo aquellas firmas que nacen durante el periodo muestral. La aplicación de este criterio, a la EESI, hubiera reducido la muestra a 40 establecimientos. Por dicho motivo, hemos optado por utilizar la antigüedad del establecimiento como medida del aprendizaje en la práctica.[15]

4.3.2 Gastos en I+D e innovación

Como expusiéramos en el Capítulo 2, el proceso innovador tiene como principal insumo a los gastos en I+D. Claro que, lo que sería relevante medir son las innovaciones, y no los gastos incurridos para alcanzarlas. Lamentablemente, no disponemos de información sobre descubrimientos realizados, o al menos patentados, y menos aún, de información sobre innovaciones implementadas con éxito en el mercado. Para aproximar el proceso de innovación, que se realiza en cada establecimiento industrial (sea con recursos propios o ajenos), vamos a utilizar los datos existentes sobre gastos en I+D, definido en un sentido amplio. Incluimos aquí los trabajos realizados para el inmovilizado inmaterial (que incluyen, además de las actividades propiamente dichas de I+D, las aplicaciones informáticas, los gastos para la propiedad industrial y otras actividades), la contratación de servicios externos de I+D, los gastos de informática por terceros y los gastos en publicidad, propaganda, estudios de mercado y relaciones públicas. La inclusión de gastos de informática se justifica por el marcado desarrollo de las tecnologías de la información, y sus efectos positivos sobre el progreso tecnológico de las empresas. Además, para que una innovación sea exitosa, en términos de mercado, las empresas necesitan tener información sobre las necesidades de sus clientes, así como informar a los potenciales compradores de las cualidades de los nuevos bienes. En ese sentido, nos pareció oportuno incluir, en nuestro concepto de I+D, a los gastos de publicidad, propaganda y estudios de mercado.

[15] Alternativamente, podríamos construir un stock inicial de conocimientos acumulados, por las prácticas anteriores, mediante un procedimiento similar al utilizado para construir el stock de I+D.

Por otra parte, y al igual que ocurre con las inversiones en capital físico, la realización en años sucesivos, de actividades de I+D, provee al establecimiento de un cierto conocimiento acumulado, que le hace cada vez más apto para generar innovaciones. Por dicho motivo, y siguiendo a Beneito (1997), hemos construido una medida del stock de I+D, para cada establecimiento, a partir de los gastos respectivos.[16]

Finalmente, y dado que no disponemos de información sobre este tipo de actividades, para el periodo 1986-1990, la variable stock de I+D sólo fue construida para la muestra corta.

4.4 Las fuentes del progreso técnico

En lo que respecta a la PTF, vamos a suponer que:

$$\log(A_{jt}) = d_h + \eta \cdot \log(W_{jt} + 1) + \sigma \cdot a_{jt} + \epsilon_{jt}$$

donde W_{jt} mide el stock de I+D acumulado por el establecimiento y a_{jt} representa su antigüedad. La productividad sectorial está representada por d_h, en tanto que ϵ_{jt} representa el componente específico de la tecnología del establecimiento (es el residuo no explicado por la regresión). Los parámetros η y σ se suponen positivos. En lo que respecta al efecto de las actividades de I+D y de aprendizaje en la práctica, hemos adoptado una regla de normalización simple: el efecto aprendizaje en la práctica es cero cuando un establecimiento acaba de ser creado (con antigüedad cero), al tiempo que el efecto innovación es cero en un establecimientos que no ha realizado hasta la fecha ninguna actividad de I+D.

En lo que respecta a la muestra larga, como expusiéramos anteriormente, no disponemos de una medida del stock de I+D para esta muestra. Sin embargo, como puede apreciarse en la regresión [4] de la Tabla 4, aparece un efecto aprendizaje significativo: el establecimiento, en promedio, aumentó su productividad de un 0,21% por cada año adicional de existencia.

En la muestra corta, encontramos indicios claros de la existencia de actividades innovadoras exitosas, así como de procesos de aprendizaje en la práctica. Los resultados principales se presentan en las regresiones [1] y [2] de la Tabla 4

1. La antigüedad es siempre significativa: cuando un establecimiento acumula un año adicional de antigüedad, obtiene una ganancia de productividad del orden del 0,3 al 0,4% de su valor añadido.
2. En cuanto al stock de I+D, para que sea significativo, debemos excluir a la variable salario relativo de la regresión.

[16] En el Apéndice A se explican los criterios de construcción de este stock.

Para evaluar con mayor precisión los efectos de las actividades de I+D sobre la productividad, hemos creado una submuestra de la muestra corta, la cual incluye solamente a aquellos establecimientos que han realizado, durante el periodo muestral, alguna actividad de I+D. Los resultados aparecen en la regresión [3]:

1. Las actividades de I+D tienen un efecto positivo y significativo sobre la productividad
2. Los establecimientos que realizan I+D también aumentan su productividad en un 0,25% por año de antigüedad.

TABLA 4: Progreso técnico incorporado y no incorporado

	Muestra 91-95			Muestra 86-95
	[1]	[2]	[3] Sólo estbl. Con capital I+D>0	[4]
β (Log(horas))	0.887941	0.905048	0.855315	0.831283
	(0.017033)	(0.019817)	(0.019022)	(0.014822)
α (Log(capital))	0.105634	0.142509	0.099125	0.130711
	(0.012471)	(0.013562)	(0.013777)	(0.011013)
Log(salarios relativos)	0.697042		0.802121	1.006288
	(0.053066)		(0.040895)	(0.035280)
Log(capital I+D)	-0.009686	0.010595	0.017620	
	(0.004954)	(0.005523)	(0.006396)	
Antigüedad	0.003038	0.003971	0.002589	0.002066
	(0.000719)	(0.000806)	(0.000732)	(0.000693)
κ_{87}				-0.008782
				(0.006517)
κ_{88}				0.001021
				(0.006418)
κ_{89}				0.007806
				(0.006225)
κ_{90}				0.010314
				(0.006294)
κ_{91}				0.015092
				(0.006012)
κ_{92}	0.017066	0.021495	0.017243	0.014514
	(0.007604)	(0.008188)	(0.008366)	(0.006249)
κ_{93}	0.018047	0.020844	0.018670	0.013223
	(0.007750)	(0.008419)	(0.008508)	(0.006562)
κ_{94}	0.021704	0.023845	0.021505	0.016236
	(0.007816)	(0.008425)	(0.008446)	(0.006472)
κ_{95}	0.020125	0.023252	0.020582	0.014278
	(0.007578)	(0.008244)	(0.008255)	(0.006453)
Nº establ.	698	698	615	309
Observaciones	2694	2694	2412	2760
RSS	613.77	762.16	488.22	479.76
TSS	10137.23	10137.23	8012.10	6764.80

Esta Tabla es un resumen de la Tabla 7 presentada en el Apéndice B.

Capítulo 5

Conclusiones y extensiones

En esta primera aproximación a los datos de la Encuesta Económica al Sector Industrial (EESI) de la CAM, hemos encontrado cierta evidencia sobre las diferentes fuentes de progreso técnico en el sector industrial madrileño. Para realizar este trabajo, hemos seleccionado dos paneles. El primero de ellos, al que denominamos muestra larga, está formado por los 319 establecimientos que respondieron a la encuesta entre los años 1986 y 1990, y en el año 1995. La muestra corta, por su parte, está formada por los 749 establecimientos que respondieron a la encuesta entre los años 1991 y 1995. Hay 231 establecimientos que pertenecen simultáneamente a ambos paneles.

En primer lugar, estimamos una función de producción, que explica el valor añadido de cada establecimiento, como función de los factores productivos capital y trabajo. Ante la exclusión de todo factor de progreso técnico, la función de producción parece presentar leves rendimientos crecientes y una cierta evidencia de progreso técnico agregado, al menos entre los años 1988 y 1991.

En segundo lugar, hemos comprobado que los salarios, relativos a la media muestral, parecen ser un indicador razonable del capital humano incorporado en el factor trabajo. Al mismo tiempo, hemos encontrado cierta evidencia de progreso técnico incorporado en el factor capital al comprobar que las nuevas unidades de capital físico son más productivas que las adquiridas anteriormente. Ante la inclusión del progreso técnico incorporado en ambos factores, la evidencia muestra que los rendimientos a escala parecen ser constantes.

Finalmente, tanto las actividades de I+D, como el aprendizaje en la práctica, contribuyen significativamente a explicar la productividad total de los factores, aún cuando hemos controlado por el progreso técnico incorporado en los factores capital y trabajo.

Muchas preguntas quedan aún pendientes:

1. Dado que, nuestro criterio de selección sesga la muestra a los estratos de mayor empleo, sería interesante estudiar el comportamiento diferencial de los diferentes tipos de establecimientos: pequeños, medianos y grandes.
2. Los salarios, como mencionáramos anteriormente, pueden contener información sobre algunas de

las otras fuentes de progreso tecnológico. Ello cuestiona, al menos parcialmente, su utilización como medida del capital humano. Sería interesante estudiar la relación entre salarios y los demás componentes de la tecnología, y buscar procedimientos que permitan aislar la información sobre capital humano que los salarios contienen.

3. En lo que respecta al progreso técnico incorporado en el capital físico, hemos encontrado cierta evidencia sobre la existencia de una mayor productividad de la inversión contemporánea. Sería interesante, a partir de esta evidencia, desarrollar una metodología que permita construir una serie de progreso técnico incorporado en el capital.
4. Dado que disponemos de una cierta desagregación en los datos correspondientes a los factores productivos, sería interesante explotarla. En particular, disponemos de datos desagregados sobre diferentes tipos de inversiones realizados por el establecimiento (en terrenos, inmuebles, maquinarias y equipos, equipos informáticos, de transporte, etc.). Por su naturaleza, dichos diferentes tipos de bienes de capital no enfrentan las mismas condiciones de renovación tecnológica. En un estudio posterior, sería interesante buscar evidencia de progreso técnico incorporado en éstos diferentes tipos de bienes.
5. En lo que respecta a los gastos en I+D, sería interesante estudiar los efectos de sus distintos componentes (gastos internos en I+D, gastos externos de I+D, Publicidad, propaganda y estudios de mercado y gastos en informática por terceros).
6. Sería aconsejable construir alguna medida de producción o empleo acumulado, que permitiese contrastar los resultados obtenidos mediante la utilización, como indicador de los procesos de aprendizaje, de la variable antigüedad del establecimiento.
7. Un último aspecto pendiente, es el estudio del fenómeno de desbordamiento tecnológico expuesto en el Capítulo 2.

Bibliografía

[1] Audretsch D. (1995), Innovation and industry evolution. The MIT Press, Cambridge, MA.

[2] Bahk B-H. y M. Gort (1993), "Decomposing learning by doing in new plants". Journal of Political Economy **101**, 561-583.

[3] del Castillo F., A. Gil y J. Leyva (1994), Estructura industrial de la Comunidad de Madrid. Serie Estudios y Análisis, Dpto. de Estadística, Consejería de Economía de la Comunidad de Madrid.

[4] Fluviá, M. (1990),"Capital tecnológico y externalidades: un análisis de panel". Investigaciones Económicas, suplemento, 167-172.

[5] Gordon R. (1990), The measurement of durable goods prices. University of Chicago Press, Chicago.

[6] Grandón, V. y L. Rodríguez Romero (1991), "Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española (1975-1981)". Investigaciones Económicas, suplemento, 19-24.

[7] Greenwood J., Z. Hercowitz y P. Krusell (1997), "Long-run implications of investment-specific technological change". American Economic Review.

[8] Jovanovic B. (1996), "Learning and growth". Publicado en Advances in Economics, D. Kreps y K. Wallis (eds.), Cambridge University Press.

[9] IVIE (1996), El "stock" de capital en España y sus Comunidades Autónomas, volúmenes I y III. Fundación BBV, Madrid.

[10] Licandro O., L. Puch y R. Ruiz-Tamarit (1996), "Utilización del capital y ciclo económico español". Moneda y Crédito **202**, 241-278.

[11] Lucas R. (1988), "On the mechanics of economic development". Journal of Monetary Economics **22**, 3-42.

[12] Rodríguez Romero, L. (1993), "Actividad económica y actividad tecnológica: un análisis simultáneo de datos de panel". Publicado en Dolado, et al.(eds.), La industria y el comportamiento de las empresas, (Ensayos en homenaje a Gonzalo Mato), Madrid, Alianza.

[13] Romer P. (1986), "Increasing returns and long-run growth". Journal of Political Economy **94**, 1002-1037.

[14] Romer P. (1989), "Capital accumulation in the theory of long-run growth". Publicado en Modern business cycle theory, R.J. Barro (ed.), Harvard University Press, Cambridge, MA.

Apéndice A

Criterios de Construcción de las bases de datos

Como se menciona en el Capítulo 3, en este trabajo utilizamos dos muestras diferentes, una para el periodo 1986-1995, que denominamos muestra larga, y otra para el periodo 1991-1995, que denominamos muestra corta. A continuación se describen los pasos seguidos para la construcción de las bases de datos, de tipo panel, para ambos períodos.

A.1 Muestra corta: 1991-1995

Se han seleccionado los establecimientos que respondieron sistemáticamente a la encuesta durante el período 1991-95. El fichero resultante tiene 749 establecimientos cada año, es decir, disponemos de 3.745 registros.

A.1.1 Valor agregado

Como unidad de output se ha utilizado el valor añadido a salida de fábrica, sin IVA, que representa el valor nuevo creado, en el proceso productivo, por el establecimiento. Este es igual a la diferencia entre el valor de producción y los consumos intermedios, a salida de fábrica y sin IVA, que se obtienen de la siguiente forma:

1. Producción a salida de fábrica (sin IVA) = Ventas de productos transformados + Ingresos netos por reventa (ingresos - compras) + Prestación de servicios + Otras ventas + Trabajos para su inmovilizado material + Otros ingresos de gestión no contemplados + Variación de existencias de ventas + Impuestos especiales - Rappels y devoluciones de ventas + Variación de existencias de productos para revender (mercaderías).
2. Consumos intermedios a salida de fábrica (sin IVA) = Consumo de materiales (Materias primas + combustibles y carburantes + otros aprovisionamientos +subcontratas) - Rappels y devoluciones de compras + Servicios exteriores + Variación de existencias de materias primas y otros aprovisionamientos.
3. VAB a salida de fábrica (sin IVA) = Producción a salida de fábrica (sin IVA) - Consumos intermedios a salida de fábrica (sin IVA).

A.1.2 Transformación de las variables nominales en reales

Para transformar las variables nominales en reales, se ha optado por utilizar distintos deflactores, según

resultara más apropiado. Para las variables referentes a ingresos, producción, compras, gastos y sueldos y salarios, se han utilizado los índices de precios industriales, con una desagregación a dos dígitos de la CNAE. En el caso de los servicios externos, se ha adoptado el deflactor de servicios a empresas de la Contabilidad Nacional de España. Para los componentes de la inversión, se han utilizado los deflactores de la formación bruta de capital fijo de la Contabilidad Nacional, excepto en el caso de la inversión en terrenos, para el que se ha utilizado el índice de precios de la vivienda de la Comunidad de Madrid.

A.1.3 Cálculo del stock de capital

Para obtener una medida del stock de capital físico, el método que hemos utilizado se conoce como el método del inventario permanente, es decir, el capital de cada período se obtiene como la suma del capital del período anterior, menos el capital depreciado, más la inversión del período. Esto es:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t.$$

Donde δ es la depreciación, K es el capital e I es la inversión. El principal problema de este método es que necesitamos información sobre el capital inicial. Sin embargo, la EESI no contiene información sobre el stock inicial de capital físico, aunque si ofrece información sobre la inversión. Para resolver este problema utilizamos los datos de capital e inversión elaborados por el IVIE (1996), disponibles para 13 ramas industriales en la CAM, y para el período 1964-1992. Los pasos seguidos para construir la serie de capital son los siguientes:

1. Construcción de una serie de inversión total, donde el subíndice j representa al establecimiento, calculada de la siguiente forma:
   I_{jht} = Compras de terrenos y bienes naturales + compras de edificios y otras construcciones + instalaciones técnicas completas + equipos para proceso de información + maquinaria y utillaje + mobiliario y equipo de oficina + elementos de transporte + otro inmovilizado material + grandes reparaciones del inmovilizado material por terceros + subvenciones de capital + trabajos para el inmovilizado material + reparaciones corrientes y conservación.
2. Con los datos del IVIE, calculamos la inversión y el capital medio de cada sector industrial de la CAM, para el período 1991-1992, que denotamos $\bar{I}_h^{IVIE}$ y $\bar{K}_h^{IVIE}$, respectivamente.
3. Debido a que existen algunos establecimientos que no invierten durante los años 1991 y 1992, calculamos la media de la inversión de cada establecimiento, para el periodo 1991-1995, y la denotamos $\bar{I}_j^{95}$. Denotamos $\bar{I}_j^{92}$ a la media correspondiente a los años 1991 y 1992.
4. Calculamos, para cada establecimiento, el ratio de su inversión media sobre la inversión media del

sector correspondiente, según:

$$i_j = \frac{\bar{I}_j^{95} * \frac{M_h^{92}}{M_h^{95}}}{\bar{I}_h^{IVIE}}$$

donde

$$M_h^{92} = \sum_{j \in h} \bar{I}_j^{92} \qquad \text{y} \qquad M_h^{95} = \sum_{j \in h} \bar{I}_j^{95}.$$

El ratio $\frac{M_h^{92}}{M_h^{95}}$ sirve como factor de corrección.

5. Asignamos como capital medio del establecimiento, para el periodo 1991-1992, al producto de i_j por el capital medio del sector correspondiente, según datos del IVIE,

$$\bar{K}_j = i_j * \bar{K}_h^{IVIE}.$$

6. Cálculo del capital inicial de cada establecimiento. Dado que:

$$\bar{K}_j = \frac{K_{j91} + K_{j92}}{2}$$

podemos deducir que el capital inicial del establecimiento j, perteneciente al sector h, viene dado por:

$$K_{j90} = \frac{2\bar{K}_j - I_{j91}(2 - \delta_h) - I_{j92}}{(1 - \delta_h) + (1 - \delta_h)^2}.$$

A.1.4 Cálculo del stock de I+D

Para obtener una medida del stock de I+D, al igual que para el capital físico, se utiliza el método de inventario permanente. Sin embargo, y dado que no disponemos de información agregada sobre el stock de I+D, similar a la del IVIE, para imputar un stock inicial a cada establecimiento, no podemos seguir la misma metodología propuesta en el punto anterior. Dado que disponemos del año de creación del establecimiento, vamos a suponer, siguiendo a Beneito (1997), que el establecimiento sigue, desde su creación, el patrón de gastos en I+D que observamos. El stock de I+D al final del primer año (en nuestro caso 1991), que denotamos K_1, se puede medir de la siguiente forma:

$$K_1 = R_1 + (1 - \delta)R_0 + (1 - \delta)^2 R_{-1} + ...(1 - \delta)^\tau R_{-\tau}$$

$$= R_1[1 + (1 - \delta)(1 - g) + (1 - \delta)^2(1 - g)^2 + ...(1 - \delta)^\tau(1 - g)^\tau]$$

$$= R_1 \left[\frac{1 - \mu^\tau}{1 - \mu}\right]$$

donde:

R = gastos en I+D

g = tasa de crecimiento medio de los gastos en I+D

δ = tasa de depreciación del stock de I+D

$\mu = (1-g)(1-\delta)$

τ = antigüedad del establecimiento.

Siguiendo a Beneito (1997), se ha utilizado una tasa de depreciación del stock de I+D del 15%, y una tasa de crecimiento de los gastos en I+D del 4%.[1] En la práctica, hemos operado de la siguiente manera:

1. Si los gastos del establecimiento, en I+D, son positivos en 1991, se calcula K_{90} como
$$K_{90} = \frac{K_{91} - R_{91}}{1-\delta};$$
2. si $R_{91} = 0$ y $R_{92} > 0$ entonces, para calcular el K_{90} se procede de la siguiente forma:
$$K_{90} = \frac{K_{92} - I_{92}}{(1-\delta)^2};$$
3. si $R_{91} = R_{92} = 0$ y $R_{93} > 0$, entonces
$$K_{90} = \frac{K_{93} - I_{93}}{(1-\delta)^3};$$
4. y así sucesivamente.

A.1.5 Cálculo del año de inicio de la actividad

Disponemos de dos fuentes de información sobre el año de inicio de la actividad del establecimiento, ambas elaboradas por el Instituto de Estadística de la CAM: una de ellas se elaboró en 1995 y la otra con anterioridad. No siendo coincidentes en todos los casos, se desconoce cuál puede ser la fuente más fiable. Además, las dos bases de datos tienen un número no despreciable de observaciones omitidas. El método que se ha seguido, para estimar el año de inicio del establecimiento, ha sido el siguiente:

- En el caso que dispongamos de dos años diferentes de inicio de actividad del establecimiento, calculamos el promedio.
- Para aquellos establecimientos de los que sólo disponemos de año de inicio de actividad procedente de una fuente, utilizamos ese año.
- Cuándo ninguna de las fuentes tiene información sobre el año de inicio de actividad de un establecimiento, utilizamos la antigüedad media de los establecimientos del municipio al que pertenece. Este supuesto sería correcto si la localización industrial se ha producido por fases.

[1] Beneito (1977) muestra que la elasticidad del valor agregado, al stock de I+D, es robusta a cambios en las tasas de depreciación. La tasa de crecimiento de los gastos en I+D se mide a partir de la tasa de crecimiento de las empresa que realizan actividades de I+D.

A.2 Muestra larga: 1986-1995

El criterio de selección seguido para la construcción de un panel para el período 1986-95 es algo distinto al empleado para el período 1991-95. En esta ocasión, se han seleccionado aquellos establecimientos que respondieron a la Encuesta durante el período 1986-90 y en 1995, y se ha completado los años 1991-94, en caso de que fuera necesario, con la muestra elevada, que contiene información extrapolada de todos los establecimientos. De esta forma no perdemos información de establecimientos que hayan dejado de contestar la encuesta temporalmente. El fichero resultante contiene 319 establecimientos. La metodología empleada para la construcción de la base de datos de la muestra larga ha sido semejante a la de la muestra corta, excepto en lo que se refiere al cálculo del stock de capital. En este caso, no ha sido necesario introducir ningún factor de corrección del ratio inversión del establecimiento, ya que disponemos de un período de tiempo suficientemente largo. Para cada establecimiento, el ratio de inversión media sobre la inversión media del sector correspondiente, se calcula de la siguiente forma:

$$i_j = \frac{\bar{I}_j^{92}}{\bar{I}_h^{IVIE}}$$

donde denominamos $\bar{I}_j^{92}$ a la media de la inversión de cada establecimiento para el período 1986-92, e $\bar{I}_h^{IVIE}$ a la inversión media para cada sector para el período 1986-92, según datos del IVIE.

Apéndice B

Resultados

Tabla 1

	Muestra 91-95	Muestra 86-95	
Var	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)
β (Log(horas))	0.922491 (0.020332)	0.884188 (0.016332)	
β (Log(ocupados))			0.892179 (0.016973)
α (Log(capital))	0.175131 (0.011257)	0.208805 (0.010671)	0.207380 (0.010668)
s1	-0.117239 (0.156339)	-0.349093 (0.110700)	6.251418 (0.114590)
s2	-0.278572 (0.134153)	-0.238092 (0.104670)	6.351155 (0.088089)
s3	-0.059516 (0.133524)	-0.110559 (0.107323)	6.455389 (0.085959)
s4	-0.533914 (0.114561)	-0.444191 (0.097977)	6.157903 (0.079748)
s5	-0.224946 (0.127326)	-0.213125 (0.109367)	6.380031 (0.085182)
s6	-0.424795 (0.127918)	-0.410506 (0.131325)	6.165785 (0.112129)
s7	-0.280933 (0.130484)	-0.403217 (0.112336)	6.160967 (0.093891)
s8	-0.417588 (0.129899)	-0.475774 (0.104470)	6.125236 (0.092916)
s9	-0.453462 (0.136161)	-0.283529 (0.121171)	6.308286 (0.077145)
s10	-0.607259 (0.124670)	-0.533906 (0.108013)	6.059524 (0.074816)
s11	-0.268553 (0.124901)	-0.278777 (0.101991)	6.306545 (0.087744)
s12	-0.589545 (0.114683)	-0.549480 (0.101452)	6.058924 (0.092307)
s13	-0.625206 (0.124429)	-0.537242 (0.105570)	6.064188 (0.079310)
Number of firms	711	311	311
Observations	2818	2780	2780
Deg. of freedom	2803	2765	2765
RSS	864.82	706.089	705.62
TSS	12042.34	7201.73	7201.73
Estimated sigma-squared	0.31	0.25	0.25
Wald test joint significance	1735964.15	2386466.82	2443811.71
Robust test 1º order serial corr.	13.680 [707]	16.682 [311]	16.479 [311]
Robust test 2 nd order serial corr.	10.606 [704]	13.879 [311]	13.622 [311]

s1..s13 son variables fictícias para los siguientes sectores:
s1=Minerales metálicos y sidero metalurgia; s2=Minerales y productos no metálicos;s3=Productos químicos; s4= Productos metálicos n.c.o.p.;s5=Maquinaria agrícola e industrial; s6=Máquinas de oficina y otros; s7=Material y accesorios eléctricos; s8=Material de transporte; s9=Productos alimenticios, bebidas y tabaco; s10=Productos textiles, cuero y calzados, vestido; s11=Productos de caucho y otros; s12=Madera, corcho y otras manufacturas

Tabla 2

	Muestra 91-95	Muestra 86-95
Var	**Coef (Std.Error)**	**Coef (Std.Error)**
Constante	-0.613889 (0.125003)	-0.711258 (0.109484)
β (Log(horas))	0.922309 (0.020303)	0.891489 (0.016433)
α (Log(capital))	0.175244 (0.011241)	0.204269 (0.010655)
s1	0.507770 (0.126789)	0.196611 (0.075374)
s2	0.346482 (0.069952)	0.300241 (0.044484)
s3	0.565650 (0.060665)	0.428837 (0.036918)
s4	0.091216 (0.045544)	0.094512 (0.032760)
s5	0.400250 (0.053939)	0.315243 (0.044548)
s6	0.200327 (0.079797)	0.128513 (0.086673)
s7	0.344225 (0.056975)	0.125776 (0.049169)
s8	0.207615 (0.056852)	0.059366 (0.044461)
s9	0.171735 (0.058641)	0.249595 (0.055275)
s10	0.018025 (0.050265)	-0.002194 (0.039460)
s11	0.356616 (0.052108)	0.259055 (0.036658)
s12	0.035492 (0.057454)	-0.006341 (0.042253)
D88		0.069440 (0.039445)
D89		0.129646 (0.038916)
D90		0.148448 (0.039429)
D91		0.236138 (0.038936)
D92		0.212331 (0.038989)
D93	-0.034454 (0.028328)	0.159476 (0.041250)
D94	-0.001765 (0.028986)	0.188210 (0.040436)
D95	-0.006197 (0.029291)	0.168994 (0.042026)
Number of firms	711	311
Observations	2818	2780
Deg. of freedom	2800	2757
RSS	864.274341	693.068345
TSS	12042.340535	7201.728829
Estimated sigma-squared	0.308669	0.251385
Wald test joint significance	29500.413846	27178.304411
Wald test joint significance of dums	1.867394	54.594433
Robust test 1º order serial corr.	13.691[707]	16.442 [311]
Robust test 2 nd order serial corr.	10.613[704]	13.863 [311]

D88..D95 son variables fictícias temporales para los años 1988 a 1995.

Tabla 3

	Muestra 91-95		Muestra 86-95	
Var	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std. Error)
β (Log(horas))	0.890158 (0.016440)	0.886985 (0.017198)	0.838267 (0.014581)	0.838493 (0.015026)
α (Log(capital))	0.118494 (0.009993)	0.123040 (0.009408)	0.140227 (0.008801)	0.145994 (0.009228)
Log(salarios relativos)	0.689852 (0.052360)		0.953678 (0.050810)	
Log(gastos de personal relativos)		0.606829 (0.041554)		0.742586 (0.059057)
s1	1.092848 (0.157279)	1.051419 (0.161570)	1.276275 (0.128363)	1.147424 (0.137785)
s2	1.010316 (0.140029)	1.012742 (0.147733)	1.370336 (0.121691)	1.263754 (0.130819)
s3	1.088467 (0.132244)	1.075581 (0.141359)	1.374189 (0.119998)	1.310660 (0.129875)
s4	0.790513 (0.126571)	0.760758 (0.131873)	1.222493 (0.119456)	1.084083 (0.129354)
s5	0.946853 (0.125767)	0.935416 (0.136050)	1.301186 (0.122305)	1.219337 (0.131390)
s6	1.017742 (0.144457)	0.940486 (0.148427)	1.252649 (0.144122)	1.109875 (0.161510)
s7	0.892164 (0.127040)	0.886949 (0.135734)	1.228369 (0.126872)	1.122207 (0.137487)
s8	0.826666 (0.130473)	0.799935 (0.137585)	1.184405 (0.121592)	1.066695 (0.131265)
s9	0.919246 (0.141408)	0.883351 (0.145124)	1.510470 (0.141375)	1.356665 (0.151432)
s10	0.838592 (0.142744)	0.790008 (0.146283)	1.335555 (0.135898)	1.199621 (0.142562)
s11	0.938781 (0.127481)	0.932916 (0.134890)	1.257344 (0.116616)	1.189978 (0.127706)
s12	0.755964 (0.127907)	0.722590 (0.132470)	1.143398 (0.121728)	1.027748 (0.131403)
s13	0.706326 (0.136216)	0.697624 (0.142103)	1.228079 (0.127220)	1.086532 (0.138383)
Number of firms	698	698	311	311
Observations	2695	2695	2766	2780
Deg. of freedom	2679	2679	2750	2764
RSS	625.43	644.77	516.79	569.35
TSS	10142.70	10142.70	6875.10	7201.73
Estimated sigma-squared	0.23	0.24	0.19	0.21
Wald test joint significance	2287263.84	1610224.53913	3495617.72	3358296.00
Robust test 1º order serial corr.	12.538[674]	12.527[674]	14.955[311]	14.663[311]
Robust test 2 nd order serial corr.	9.499[668]	9.371[668]	11.754[309]	11.770[311]

Tabla 4

	Muestra 91-95	Muestra 86-95
Var	**Coef (Std.Error)**	**Coef (Std.Error)**
β (Log(horas))	0.890379 (0.016445)	0.853799 (0.014572)
α (Log(capital))	0.118241 (0.009996)	0.128132 (0.008671)
Log(salarios del establecimiento)	0.690693 (0.052435)	0.980507 (0.050523)
Log(media muestral de salarios)	-0.475522 (0.335800)	-0.502088 (0.068089)
s1	0.962547 (0.255538)	1.040438 (0.127950)
s2	0.880153 (0.245416)	1.117364 (0.124391)
s3	0.957861 (0.241165)	1.119783 (0.122900)
s4	0.660181 (0.238328)	0.971664 (0.122176)
s5	0.816137 (0.238164)	1.028398 (0.125701)
s6	0.887494 (0.248114)	0.996382 (0.146488)
s7	0.761534 (0.239002)	0.958202 (0.130015)
s8	0.696122 (0.242730)	0.925003 (0.124194)
s9	0.788996 (0.247781)	1.251965 (0.144279)
s10	0.708215 (0.245979)	1.073574 (0.138116)
s11	0.808281 (0.240080)	1.002027 (0.119571)
s12	0.625768 (0.238612)	0.903060 (0.124412)
s13	0.575964 (0.241351)	0.974727 (0.129500)
Number of firms	698	311
Observations	2695	2766
Deg. of freedom	2678	2749
RSS	625.340073	498.121196
TSS	10142.702014	6875.101732
Estimated sigma-squared	0.233510	0.181201
Wald test joint significance	2287738.628291	3820739.317285
Robust test 1º order serial corr.	12.534[674]	14.404[311]
Robust test 2nd order serial corr.	9.507[668]	11.561[309]

Tabla 5

	Muestra 91-95	Muestra 86-95
Var	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)
β (Log(horas))	0.929133 (0.022877)	0.900984 (0.017457)
α (Log(capital))	0.177823 (0.017770)	0.205617 (0.013969)
$Log(I_{t-1})$*D88		-0.012506 (0.007243)
$Log(Inv._{t-1})$*D89		-0.006377 (0.007113)
$Log(Inv._{t-1})$*D90		-0.005711 (0.006995)
$Log(Inv._{t-1})$*D91		0.001024 (0.006971)
$Log(Inv._{t-1})$*D92		0.000510 (0.006690)
$Log(Inv._{t-1})$*D93	-0.004614 (0.009505)	-0.002228 (0.007005)
$Log(Inv._{t-1})$*d94	-0.002114 (0.010045)	0.000622 (0.007159)
$Log(Inv._{t-1})$*d95	-0.001717 (0.010000)	-0.000906 (0.007434)
s1	-0.160492 (0.187170)	-0.412438 (0.125463)
s2	-0.325301 (0.165430)	-0.338215 (0.116170)
s3	-0.129574 (0.155060)	-0.211784 (0.121513)
s4	-0.616875 (0.132874)	-0.550671 (0.110040)
s5	-0.298158 (0.145634)	-0.353848 (0.122390)
s6	-0.493837 (0.152383)	-0.525399 (0.144064)
s7	-0.332545 (0.147819)	-0.521066 (0.124242)
s8	-0.470597 (0.145905)	-0.588176 (0.117390)
s9	-0.536810 (0.148075)	-0.406720 (0.134368)
s10	-0.719161 (0.145143)	-0.661828 (0.122199)
s11	-0.345249 (0.143344)	-0.393763 (0.115353)
s12	-0.685828 (0.134262)	-0.657590 (0.115082)
s13	-0.730691 (0.146990)	-0.637615 (0.118251)
Number of firms	680	311
Observations	2009	2460
Deg. of freedom	1991	2437
RSS	591.21	617.49
TSS	7521.55	6133.22
Estimated sigma-squared	0.30	0.25
Wald test joint significance	1294899.11	2193588.02
Robust test 1º order serial corr.	11.640[671]	15.156[311]
Robust test 2 nd order serial corr.	7.824[658]	12.439[309]

Tabla 6

	Muestra 91-95		Muestra 86-95	
Var	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)
β (Log(horas))	0.924462 (0.019156)	0.888825 (0.016445)	0.881536 (0.016540)	0.837253 (0.014579)
α (Log(capital a fin de período))	0.146946 (0.013409)	0.101751 (0.012310)	0.198948 (0.013238)	0.129479 (0.010944)
Log(salarios relativos)		0.688863 (0.051851)		1.012545 (0.035615)
Log(Inv $_t$)*D87			-0.000762 (0.007367)	-0.009956 (0.006473)
Log(Inv $_t$)*D88			0.005400 (0.007271)	0.000049 (0.006388)
Log(Inv $_t$)*D89			0.010770 (0.007100)	0.007056 (0.006191)
Log(Inv $_t$)*D90			0.012814 (0.007163)	0.009790 (0.006264)
Log(Inv $_t$)*D91			0.018725 (0.006840)	0.014775 (0.005986)
Log(Inv $_t$)*D92	0.019679 (0.008221)	0.012767 (0.007627)	0.018736 (0.007039)	0.014397 (0.006230)
Log(Inv $_t$)*D93	0.019743 (0.008431)	0.014023 (0.007754)	0.016241 (0.007349)	0.013340 (0.006554)
Log(Inv $_t$)*D94	0.023181 (0.008442)	0.017973 (0.007820)	0.018896 (0.007372)	0.016579 (0.006469)
Log(Inv $_t$)*D95	0.023016 (0.008242)	0.016715 (0.007559)	0.016777 (0.007295)	0.014798 (0.006441)
s1	0.032872 (0.159312)	1.185093 (0.161106)	-0.314507 (0.117852)	1.356809 (0.124201)
s2	-0.121249 (0.139406)	1.086973 (0.142947)	-0.223012 (0.110655)	1.433505 (0.117511)
s3	0.071795 (0.134194)	1.157846 (0.135778)	-0.088540 (0.115975)	1.428543 (0.119178)
s4	-0.399427 (0.117770)	0.869465 (0.129996)	-0.419389 (0.105131)	1.298778 (0.114754)
s5	-0.112845 (0.128297)	1.014522 (0.129932)	-0.204956 (0.116427)	1.351159 (0.119905)
s6	-0.293509 (0.132456)	1.105693 (0.146405)	-0.363189 (0.136458)	1.353376 (0.139115)
s7	-0.160139 (0.129475)	0.963481 (0.130474)	-0.397621 (0.119714)	1.279727 (0.123759)
s8	-0.300332 (0.129111)	0.898926 (0.133504)	-0.454819 (0.112068)	1.251126 (0.117968)
s9	-0.355090 (0.133548)	0.991434 (0.144913)	-0.263631 (0.128307)	1.588127 (0.136780)
s10	-0.505611 (0.128010)	0.915930 (0.145493)	-0.498292 (0.117065)	1.430066 (0.129895)
s11	-0.136534 (0.125624)	1.011307 (0.131028)	-0.262904 (0.110186)	1.315072 (0.114565)
s12	-0.447403 (0.117657)	0.844447 (0.131096)	-0.516976 (0.110594)	1.225208 (0.118975)
S13	-0.505587 (0.127025)	0.787193 (0.138478)	-0.500908 (0.113116)	1.318290 (0.122163)
Number of firms	698	698	309	309
Observations	2695	2695	2760	2760
Deg. of freedom	2676	2675	2736	:2735
RSS	775.19	622.65	681.10	0.18
TSS	10142.70	10142.70	6764.80	482.73
Estimated sigma-squared	0.29	0.23	0.249	6764.80
Wald test joint significance	1762356.80	2329328.09	2500492.09	3957645.26
Robust test 1º order serial corr.	14.079[674]	12.614[674]	16.351[309]	14.480[309
Robust test 2 nd order serial corr.	11.030[668]	9.591[668]	13.794[309]	11.627[309]

Tabla 7

Var	Muestra 91-95			Tabla 86-95	
	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error) Solo I+D>0)	Coef (Std.Error)	Coef (Std.Error)
β (Log(horas))	0.887941 (0.017033)	0.905048 (0.019817)	0.855315 (0.019022)	0.831283 (0.014822)	0.872741 (0.016859)
α (Log(capital a fin de período))	0.105634 (0.012471)	0.142509 (0.013562)	0.099125 (0.013777)	0.130711 (0.011013)	0.200078 (0.013269)
Log(salarios relativos)	0.697042 (0.053066)		0.802121 (0.040895)	1.006288 (0.035280)	
Log (capital de I+D)	-0.009686 (0.004954)	0.010595 (0.005523)	0.017620 (0.006396)		
Antigüedad	0.003038 (0.000719)	0.003971 (0.000806)	0.002589 (0.000732)	0.002066 (0.000693)	0.002910 (0.000760)
Log(Inv $_t$)*D87				-0.008782 (0.006517)	0.000811 (0.007428)
Log(Inv $_t$)*D88				0.001021 (0.006418)	0.006722 (0.007318)
Log(Inv $_t$)*D89				0.007806 (0.006225)	0.011795 (0.007153)
Log(Inv $_t$)*D90				0.010314 (0.006294)	0.013525 (0.007215)
Log(Inv $_t$)*D91				0.015092 (0.006012)	0.019137 (0.006885)
Log(Inv $_t$)*D92	0.017066 (0.007604)	0.021495 (0.008188)	0.017243 (0.008366)	0.014514 (0.006249)	0.018863 (0.007079)
Log(Inv $_t$)*D93	0.018047 (0.007750)	0.020844 (0.008419)	0.018670 (0.008508)	0.013223 (0.006562)	0.016050 (0.007379)
Log(Inv $_t$)*D94	0.021704 (0.007816)	0.023845 (0.008425)	0.021505 (0.008446)	0.016236 (0.006472)	0.018392 (0.007391)
Log(Inv $_t$)*D95	0.020125 (0.007578)	0.023252 (0.008244)	0.020582 (0.008255)	0.014278 (0.006453)	0.016027 (0.007329)
S1	1.119306 (0.162599)	0.108462 (0.166403)	1.353907 (0.157698)	1.355957 (0.123446)	-0.301160 (0.117114)
S2	1.038452 (0.143914)	-0.036793 (0.145102)	1.256592 (0.138667)	1.436731 (0.116654)	-0.204051 (0.110176)
S3	1.105479 (0.135226)	0.127720 (0.136372)	1.219348 (0.128770)	1.433523 (0.118620)	-0.068321 (0.115733)
S4	0.823771 (0.131211)	-0.310171 (0.125061)	1.059989 (0.124345)	1.298848 (0.113738)	-0.404336 (0.104585)
S5	0.984309 (0.131323)	-0.020197 (0.134088)	1.172715 (0.130844)	1.351921 (0.118944)	-0.190338 (0.115889)
S6	1.066621 (0.146152)	-0.210015 (0.138154)	1.105865 (0.138882)	1.364832 (0.139087)	-0.332113 (0.137778)
S7	0.943347 (0.131808)	-0.063329 (0.133950)	1.132990 (0.128152)	1.293742 (0.123649)	-0.363280 (0.120044)
S8	0.851175 (0.134719)	-0.225188 (0.135478)	1.054344 (0.129124)	1.262699 (0.117589)	-0.423671 (0.112505)
S9	0.926333 (0.144976)	-0.278107 (0.138928)	1.168955 (0.141219)	1.579503 (0.133971)	-0.259661 (0.125733)
S10	0.862442 (0.146298)	-0.422889 (0.134838)	1.109828 (0.137817)	1.433809 (0.128885)	-0.476238 (0.116936)
S11	0.967971 (0.132384)	-0.056839 (0.132032)	1.156841 (0.128031)	1.323864 (0.113943)	-0.236786 (0.110139)
S12	0.811472 (0.131845)	-0.343243 (0.124396)	1.070170 (0.124314)	1.237587 (0.118555)	-0.484377 (0.111066)
S13	0.753747 (0.139273)	-0.421444 (0.132572)	0.995041 (0.133304)	1.315871 (0.120925)	-0.488481 (0.112371)
Number of firms	698	698	615	309	309
Observations	2694	2694	2412	2760	2760
Deg. of freedom	2672	2673	2390	2734	2735
RSS	613.78	762.16	488.22	479.76	675.18
TSS	10137.23	10137.23	8012.10	6764.80	6764.80
Estimated sigma-squared	0.23	0.28	0.20	0.17	0.25
Wald test joint significance	2381226.34	1815677.24	2527148.97	3938801.61	2489537.83
Robust test 1º order serial corr.	12.860 [674]	13.932 [674]	11.754 [606]	14.571[309]	16.484[309]
Robust test 2 nd order serial corr.	9.733 [668]	10.825 [668]	8.840 [601]	11.693[309]	13.895[309]

Comunidad de Madrid