

SERIE DOCUMENTOS

**BORRADORES
DE
INVESTIGACIÓN**

No. 60, diciembre de 2004

**Productividad, eficiencia y tecnologías
de la información y de la comunicación:
aplicación empírica a la industria española**

Jorge Pena Izquierdo
Luis Fernando Gamboa



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - 1653

PENA IZQUIERDO, Jorge

Productividad, eficiencia y tecnologías de la información y de la comunicación: aplicación empírica a la industria española / Jorge Pena Izquierdo, Luis Fernando Gamboa. — Bogotá: Centro Editorial Universidad del Rosario, 2004.

36 p. : cuad., tab. — (Economía. Serie Documentos, Borradores de Investigación; 60).

Incluye bibliografía.

ISSN: 0124-4396

INDUSTRIA – TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN - ESPAÑA / INDUSTRIA – INNOVACIONES TECNOLÓGICAS – ESPAÑA – 1991-1999 / PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL / CIENCIA Y TECNOLOGÍA / ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL - ESPAÑA / TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN. TIC / I. Título / II. Gamboa, Luis Fernando / III. Serie.

© Centro Editorial Rosarista

© Facultad de Economía

© Autores del libro: Jorge Pena Izquierdo y Luis Fernando Gamboa

Todos los derechos reservados

Primera edición: diciembre de 2004

ISSN: 0124-4396

Impresión digital: JAVEGRAF - Colombia

**PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN: APLICACIÓN
EMPÍRICA A LA INDUSTRIA ESPAÑOLA***

JORGE PENA IZQUIERDO
Universidad Carlos III de Madrid
Madrid- España

LUIS FERNANDO GAMBOA¹
Universidad del Rosario
Bogotá- Colombia

RESUMEN

Este trabajo estudia la contribución de las tecnologías de la información y de la comunicación al crecimiento de la industria española, durante el periodo 1990-1999. Se aplica la descomposición del crecimiento de Solow (1957) y para el análisis de productividad se usa la metodología de fronteras estocásticas. Se encuentra que la mayor contribución es en la producción de las ramas TIC-manufacturas y éstas no tienen efectos spillover significativos. También se destaca el escaso efecto sobre la productividad del progreso técnico incorporado en capital físico.

Palabras clave: tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), productividad, fronteras estocásticas, España.

ABSTRACT

We study the effect of the Information and Communication technologies on the Spanish Industry growth during 1990-1999. We use Solow (1957) approach and stochastical frontiers for measuring productivity. We find that the main contribution is in the production and there are no spillover effects. We also find a no significant impact of the technical progress on capital.

Keywords: Information and Communication Technologies, Productivity, Stochastical Frontiers, Spain.

* Los autores agradecen los valiosos aportes de Álvaro Escribano, César Alonso-Borrego y Georges Siotis, y la ayuda financiera de la cátedra Telefónica-UC3M de economía de las telecomunicaciones y a la Universidad del Rosario para la realización de este trabajo.

¹ Dirección de contacto: lfgambo@urosario.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y la comunicación –TIC– han modificado la estructura productiva en las empresas. Se producirá un efecto de sustitución de factores TIC por otros tipos de capital, y los beneficios serán resultado de la mayor producción de las industrias productivas de bienes y servicios TIC y de la ganancia de eficiencia en el resto de empresas usuarias de capital TIC. Jorgenson y Stiroh (2000), Oliner y Sichel (2000), Schreyer y Colechia (2001), entre otros, se aproximan a este efecto. En esta medida, puede darse una ganancia de productividad total de los factores (PTF) en la economía como resultado de las TIC.

La pregunta es si las innovaciones de los sectores TIC se trasladan a ganancias de eficiencia de los sectores usuarios. Por un lado, se cree que el crecimiento de la PTF sólo se debe al proceso de innovación tecnológica acaecido en la industria TIC; por el otro, se supone que, además, las TIC actúan como impulsoras de la productividad y eficiencia del resto de sectores usuarios de las mismas (efecto *spillover* o externalidad positiva), convirtiéndolos en más innovadores y eficientes, a través de una mayor productividad del capital humano o trabajo. La evidencia empírica para el caso norteamericano es ambigua. Jorgenson y Stiroh (2000) y Oliner y Sichel (2000) encuentran que para la economía americana las TIC han contribuido positivamente a la mejora de la eficiencia en el resto de ramas. Gordon (2000) atribuye la mayor tasa de crecimiento de la PTF a la innovación y mayor producción de esta variable en las industrias productoras de bienes TIC.

Un sector TIC-manufacturas fuerte no es condición suficiente ni necesaria para provocar un crecimiento sostenido de la productividad multi-factorial, como señalan Pilat y Lee (2001) y Colechia y Schreyer (2001).² La evidencia muestra que países con un sector TIC desarrollado como Finlandia o Irlanda han experimentado *de facto* importantes tasas de crecimiento de su economía. Sin embargo, en Japón, la innovación de su sector TIC no ha contribuido al crecimiento de su productividad.

En este trabajo nos centramos en el estudio de la rama TIC-manufacturas para el sector industrial español, durante 1990-1999. La información se obtiene, a nivel de empresa, de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE). Se presenta una aproximación empírica de las fuentes de crecimiento de la productividad, intentando asociar el crecimiento de la productividad con la aparición de las nuevas tecnologías. Por lo tanto, el objetivo es identificar si existe evidencia de la contribución de las TIC en el crecimiento de la producción y la productividad de las empresas manufactureras españolas, en el periodo 1990-1999. Se distinguen dos tipos de contribuciones: por un lado, el papel que los bienes TIC juegan como *inputs* utilizados en el resto de ramas (TIC-factores); y la producción de bienes y servicios TIC (TIC-ramas). El marco metodológico empleado para ello ha sido el método de descomposición del crecimiento propuesto originalmente por Solow (1957). Para establecer las verdaderas causas del crecimiento de la productividad e incorporar el efecto de una posible externalidad

² La OCDE clasifica las ramas TIC en manufacturas, telecomunicaciones e informática. La definición dada por la OCDE del sector TIC se encuentra en el anexo A.

positiva de la introducción de nuevas tecnologías en la producción de las empresas, se utilizará la metodología de las fronteras estocásticas.³

La falta de “*know how*” es uno de los factores que influyen en el efecto de las TIC en la economía. Además, la falta de acceso al financiamiento y la insuficiente competitividad implican menos incentivo a las empresas para invertir, en orden a hacerse más eficientes; por esto, el sector TIC-USA se ha beneficiado de vender sus productos a otros países. Por su parte, la globalización ha supuesto un proceso de apertura de mercados y, por tanto, de incremento sustancial de la competencia; además de reducir el diferencial de costes entre países, al desaparecer barreras al comercio, aranceles, etc. Esto modifica la situación de cada industria (concentración, costes de entrada, economías de alcance, entre otros).

La evidencia muestra que el sector TIC es concentrado debido a las economías de escala y costes de entrada. Sin embargo, Gordon (2000), Oliner y Sichel (2000), Jorgenson y Stiroh (2000) concluyen que la innovación en el sector TIC provoca mejoras sustanciales en producción, trabajo y productividad, pero la estructura de los mercados impide la extrapolación inmediata del caso americano a las economías europeas, con un sector TIC totalmente distinto. Por ejemplo, el desarrollo tecnológico y la caída de precios de las computadoras tiene lugar en USA en los 80, mientras que en Europa en la segunda mitad de los 90.

Van Ark (2001) encuentra que mientras la aceleración de la productividad en USA es resultado de la producción y el uso de TIC, en Europa su contribución, principalmente, es debida a la producción, no teniendo tanto éxito en el intento de adoptar las nuevas tecnologías al tejido productivo. También se observa un notable incremento de las contribuciones en la segunda mitad de los 90, síntoma de que las TIC están comenzando a integrarse como factores productivos consolidados, con numerosas aplicaciones en los procesos de producción, en muchos casos complementarios con otros desarrollos tecnológicos. En España, en particular, el sector manufacturero ha venido perdiendo importancia relativa en producción respecto al total de la economía, hecho que se hace aún más patente si hablamos en términos de empleo. Hay un descenso de la producción, en términos reales, en el periodo 1992-1993.

Estrada y López-Salido (2001) señalan que los sectores con mayores ganancias de producción han sido los químicos, maquinaria, plásticos, mientras que en el lado opuesto se sitúan el sector textil y productos minerales. La tabla 1 recoge las tasas de crecimiento del sector TIC-manufacturero español. El crecimiento de la producción es mayor al de toda la economía manufacturera en el periodo 1996-1999, a diferencia del periodo entre 1991 y 1995 en el que se observa una caída de la producción en términos reales. La PTF ha crecido con más rapidez en los sectores productores de bienes TIC, con una media para el total del periodo de 2.78%; esta misma pauta se observa en la productividad del trabajo con un 6.2% de crecimiento.

³ Se modela la ineficiencia en función de variables específicas de cada empresa. Asumiendo que las TIC forman parte del progreso técnico incorporado a la función de producción de la empresa, separando el efecto de las TIC de otros factores como inversión en capital humano, *learning by doing* o presión competitiva.

TABLA 1
TASAS DE CRECIMIENTO DEL SUBSECTOR TIC-MANUFACTURAS ESPAÑOL
(MEDIAS ANUALES)*

	1991-95	1996-99	1991-99
dy(tic,t)	-0.042	0.0696	0.0076
dl(tic,t)	-0.0277	0.0208	-0.0062
dp(tic,t)**	0.0310	0.0237	0.0278
dlog(Y/L)(tic,t)	0.0733	0.0488	0.0624

**dp: tasa de crecimiento de la productividad.

Fuente: cálculos con base en la ESEE.

En la tabla 2 se resumen los pesos que el sector TIC-manufacturas representa en el total de la economía manufacturera. La importancia relativa es mayor en producción que en empleo, manteniendo siempre una tendencia creciente, exceptuando el año 1993.

TABLA 2
PARTICIPACIÓN DE TIC-MANUFACTURAS EN EL SECTOR MANUFACTURERO ESPAÑOL

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
En producción*	8.560	10.834	14.261	11.738	15.073	14.997	14.264	16.045	16.550	18.826
En empleo	11.509	11.239	15.400	13.087	14.722	14.084	12.747	14.109	13.750	13.940

Fuente: cálculos con base en la ESEE.

En empleo, sin embargo, se observa un comportamiento irregular. Soledad Núñez (2001) realiza una descomposición de la participación por tipos de capital TIC, encontrando que en capital esta participación es estable en torno al 20%, durante 1995-1999, y para el empleo este porcentaje es del 30%. Núñez y Hernado (2001) y Núñez (2001) descomponen la economía en su conjunto a fin de contabilizar las contribuciones del capital TIC, tanto como *inputs* como en su papel como ramas productivas, respectivamente. Los resultados del trabajo de Núñez (2001) sugieren que a pesar del reducido peso de las ramas TIC en la economía, su contribución al crecimiento ha sido considerable para el periodo 1996-2000. En el trabajo de Hernado y Núñez (2001) se realiza la contabilización de la contribución de las TIC como factores productivos.

La siguiente sección presenta la metodología de análisis que se empleará y los supuestos principales para el estudio de la productividad y la eficiencia. La tercera sección se centra en identificar la contribución de las TIC a las manufacturas. La cuarta sección utiliza la metodología de fronteras estocásticas para la medición de la eficiencia. La última sección del trabajo propone una forma alternativa de descomponer la productividad, basada en Olley y Pakes (1996), obteniendo información sobre la evolución de la eficiencia asignativa de la industria española.

2. METODOLOGÍA

A partir de la función de producción

$$Y_{i,t} = F(K_{i,t}^{TIC}, K_{i,t}^{NTIC}, L_{i,t}, M_{i,t}, P_{i,t}),$$

para la empresa i en el momento t , donde L es el trabajo, M los consumos intermedios, y el capital se descompone en capital TIC-manufacturas y capital no TIC, y P es la productividad que suponemos entra en la función de producción de forma exógena (*tecnología Hicks-neutral*).⁴ Luego, puede ser expresada como:

$$Y_{i,t} = P_{i,t} F(K_{i,t}^{TIC}, K_{i,t}^{NTIC}, L_{i,t}, M_{i,t}) \quad (1)$$

Para estimar el efecto de las TIC sobre la productividad se especifica la siguiente forma funcional para la productividad:

$$P_{it} = \phi(TIC_{it}, V_{it}) \exp(w_{it}) \quad (2)$$

Siendo V un vector de variables explicativas adicionales. Se espera que los *inputs* estén correlacionados con la productividad, es decir, que el progreso técnico no sea Hicks-neutral (un problema de ecuaciones simultáneas en la estimación).

Tomando logaritmos y diferenciando (1) y (2) se tiene:

$$d \log Y_{i,t} = d \log P_{i,t} + d \log F(K_{i,t}^{TIC}, K_{i,t}^{NTIC}, L_{i,t}, M_{i,t}) \quad (1.A)$$

$$d \log P_{it} = d \log \phi(TIC_{it}, V_{it}) + dw_{it} \quad (2.A)$$

Podemos evaluar el efecto de las TIC en la productividad desde dos enfoques distintos, mediante tasas de crecimiento o variables en niveles (en caso de sólo tomar los logs.). Si partimos de las tasas de crecimiento, podemos transformar las expresiones anteriores mediante su diferenciación total:

$$d \log Y = d \log P + \alpha_L d \log L + \alpha_M d \log M + \alpha_{K^{TIC}} d \log K^{TIC} + \alpha_{K^{NTIC}} d \log K^{NTIC} \quad (3)$$

Los coeficientes de la ecuación recogen las elasticidades de cada *input* con respecto a la producción, definidas como:

$$\alpha_x = \frac{x dY}{Y dx}, \text{ donde } x = L, M, K^{TIC}, K^{NTIC},$$

La estimación de las elasticidades se hace con la metodología de Escribano y Guasch (2004).

Se estima la ecuación 2.A mediante los residuos obtenidos al estimar 1.A. Nos enfrentamos a un problema de estimación dado que los regresores no son estrictamente exógenos, sino que se espera que estén correlacionados con P ; de modo que obtendremos estimaciones inconsistentes de P , transfiriendo el problema a la estimación de 2.A.

Se asume que las elasticidades varían en el tiempo, que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala y que existe competencia perfecta en el mercado de factores. Se puede hacer la descomposición del crecimiento originalmente desarrollado por Solow (1957); más aún, bajo estos supuestos podemos calcular correctamente la tasa de crecimiento de la productividad

⁴ El hecho de utilizar producción total en vez de valor añadido nos obliga a introducir los consumos intermedios, Hernado y Núñez (2001) realizan su ejercicio de descomposición con el valor añadido.

total de los factores (PTF); sin embargo, si alguno de estos supuestos no se cumple, lo que obtenemos es una estimación de la productividad. Por esta razón, se ha preferido mantener la notación P en vez de PTF, a lo largo de todo el trabajo. A partir de la P, estimada mediante el residuo de Solow, se resuelve el problema de endogeneidad enunciado anteriormente. Alternativamente, podemos calcular las respectivas contribuciones de todos los factores de producción al crecimiento.

3. CONTRIBUCIONES AL CRECIMIENTO DE LAS TIC-MANUFACTURAS

En primer lugar, analizamos la contribución al crecimiento de las TIC como factores productivos de las empresas, mediante la aproximación de crecimiento neoclásica de Solow (1957).⁵ Partimos de la ecuación (3) del apartado anterior:

$$d \log Y = d \log P + \alpha_L d \log L + \alpha_M d \log M + \alpha_{K^{TIC}} d \log K^{TIC} + \alpha_{K^{NTIC}} d \log K^{NTIC}$$

No se requiere especificar una forma funcional y, siguiendo a Hall (1990), no se impone el supuesto de competencia perfecta en el mercado del producto, aunque sí en el mercado de factores. El residuo de Solow se obtiene como:

$$dp = dy - \alpha_L dl - \alpha_M dm - \alpha_{K^{TIC}} dk^{TIC} - \alpha_{K^{NTIC}} dk^{NTIC} \quad (4),$$

donde α es la participación de cada *input* en el coste total. Utilizando el índice de Tornquist (1936) se tiene:

$$\Delta \log P_{it} = \Delta \log \left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} \right) - \sum_{k=1}^K \left(\frac{\alpha_{it}^k + \alpha_{it-1}^k}{2} \right) \Delta \log \left(\frac{X_{it}^k}{X_{it-1}^k} \right),$$

de este modo cada contribución viene ahora dada por:

$$Contr_{-X_{it}^k} = \left(\frac{\alpha_{it}^k + \alpha_{it-1}^k}{2} \right) \log \left(\frac{X_{it}^k}{X_{it-1}^k} \right)$$

Reordenando y agrupando términos se llega a la descomposición del crecimiento, en función de las participaciones de cada *input* y de la productividad:

$$dy_{it} = dp_{it} + pl_{it} + pm_{it} + pktic_{it} + pkntic_{it} \quad (5)$$

$$pl_{it} = \bar{\alpha}_{it}^L dl_{it}, pm_{it} = \bar{\alpha}_{it}^M dm_{it}, pktic_{it} = \bar{\alpha}_{it}^{KTIC} dk_{it}^{TIC}, pkntic_{it} = \bar{\alpha}_{it}^{KNTIC} dk_{it}^{NTIC}$$

$$\bar{\alpha}_{it}^k = \left(\frac{\alpha_{it}^k + \alpha_{it-1}^k}{2} \right)$$

Utilizando la ecuación 5, a nivel de empresa, y agregando para las 18 ramas económicas de la ESEE; con la participación del *output* de cada sector en el *output* total del sector manufacturas como ponderador, de acuerdo a la expresión:

⁵ Algunos trabajos que han aplicado esta metodología han sido, entre otros, Oliner y Schinel (2000), Jorgenson y Stiroh (2000), Collechia y Schereyer (2000), y para el caso español, Daveri (2000), Hernado y Núñez (2001) y Sanjurjo (2003).

$\tilde{X}_t = \sum_{j=1}^J S_{jt} \bar{X}_{jt}$ para todo $j = 1, 2, \dots, 18$, donde

$$\bar{X}_{jt} = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} X_{it}, \text{ siendo } N_j \text{ el número de empresas en la muestra de la rama } j \text{ y } S_{jt} = \frac{Y_{jt}}{Y_{total,t}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_j} Y_{ij}}{\sum_{j=1}^{18} Y_{jt}},$$

y X representa los componentes de la ecuación (5).

Luego, es necesario construir la serie de *stock* de capital TIC. Si bien, Martín Marcos y Suárez (1997) construyeron la serie de capital neto real en bienes de equipo, ésta no es lo suficientemente desagregada, de modo que no ofrece una serie de *stock* de capital TIC. Ésta serie se construye por el método del inventario permanente (MIP), recomendado por la OCDE. La fórmula empleada es la siguiente:

$$KTIC_{i,t} = (1-d)KTIC_{i,t-1} + I_{i,t} \tag{6},$$

donde $KTIC_{i,t}$ es el capital TIC de la empresa i en el momento t ; I es la inversión realizada (sólo incluye inversión en equipo informático); d es la tasa de depreciación. El *stock* de capital en bienes de equipo (KNRBE) calculado para la ESEE por Martín Marcos y Suárez (1997), se ha desagregado en *stock* de capital TIC y el resto de capital que se obtiene como diferencia entre KNRBE y KTIC. Los trabajos de Núñez (2001) y de Van Ark (2001) permiten obtener dos series distintas de KTIC, que tienen el porcentaje que el capital TIC-manufacturas representa del capital total.

Sin embargo, esta metodología se complica porque no sería correcto si todas las empresas de la muestra entrasen en la misma, en el año de inicio de la encuesta. Para no renunciar a la información proveniente de las empresas que no empiezan en 1990, se optó por trabajar con un panel incompleto, conservando toda la información. El procedimiento empleado será aplicar los porcentajes correspondientes de Núñez y Van Ark al año de entrada de cada empresa en la muestra, es decir:

$$KTIC_inicial_i = KNRBE_i * (\text{porcentaje_correspondiente})$$

Un deflactor adecuado para los bienes TIC requiere tener en cuenta los cambios de sus niveles de calidad, que, de no ser correctamente contabilizados, sobreestimarían los cambios en precios y, por tanto, habría una subestimación del correspondiente *stock* de capital y de su efecto en el crecimiento.⁶ Se intenta captar este cambio en la calidad mediante las tasas de depreciación utilizadas en la fórmula del MIP, pues no existen series de precios con calidad constante para los bienes TIC en la economía española, y aunque las series de inversión están tomadas en términos reales de la ESEE, esto no es suficiente para captar el cambio de calidad, pues no tenemos en cuenta la depreciación económica que sufren los bienes TIC. El análisis de la pro-

⁶ El uso de índices de precios estimados con técnicas hedónicas ha sido una herramienta ampliamente utilizada en este tipo de trabajos, ver por ejemplo Pilat y Lee (2001).

ductividad de las empresas por periodos arroja resultados que nos ayudan a establecer las tasas de depreciación utilizadas. El test de Hansen (1992) permite identificar rupturas estructurales, encontrando que la ruptura en el comportamiento de la productividad de las empresas se encuentra en el año 1995. Se tienen dos tasas de depreciación: 20% para años anteriores a 1995 y 25% para años posteriores.

El peso de los *inputs* de capital en los costos no es obtenible de la misma manera que los del trabajo. El costo de un bien de equipo viene determinado por el producto del *stock* de capital disponible y su costo de uso:

$$CK_{i,t} = K_{i,t} * CU_{i,t},$$

donde los subíndices representan el tipo de capital (i) y el periodo (t). El coste de uso se define, a partir de datos de la ESEE, como la suma ponderada del coste de dos tipos de deudas: deuda a largo plazo con entidades bancarias (DLECV) y otra deuda a largo plazo (DRLVA), más una tasa de depreciación del 15%, en el caso del capital no TIC, y del 20% del capital TIC (una mayor tasa de depreciación del capital TIC trata de corregir la mayor depreciación que sufren este tipo de activos) menos la tasa de crecimiento del índice de precios al consumo.

La tabla 3 muestra las participaciones del capital TIC y no TIC, calculadas a partir de las fórmulas anteriores, y se observa una mayor participación sobre costes del resto de capital que el capital TIC, lo que es esperable.

TABLA 3
PARTICIPACIÓN DE KTIC Y KNTIC EN LOS COSTES TOTALES (%)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
KTIC	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
KNTIC	2.78	2.78	2.88	3.12	2.87	2.64	2.92	3.05	2.99	3.02

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

Los resultados obtenidos en la estimación de (5) se tienen a nivel agregado para el total del sector manufacturero español y, en segundo lugar, para los 18 subsectores en los que se divide la ESEE. En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos a nivel agregado por medias temporales, y para cada uno de los dos cálculos realizados del *stock* de capital TIC ya mencionados. Se presentan los datos para los periodos 1991-1995, 1996-1999 y para el periodo total.

TABLA 4
CONTRIBUCIONES AL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (MEDIAS ANUALES)

	91-95	96-99	91-99
Porcentajes de Van Ark			
Capital TIC	0.00010	0.00013	0.00011
Resto de capital	0.00245	0.00281	0.00261
Empleo	-0.00864	0.00322	-0.00337
Consumos intermedios	0.01653	0.03611	0.02523
Productividad	0.02299	0.01443	0.01919
Porcentajes de Núñez			
Capital TIC	0.00001	0.00005	0.00003
Resto de capital	0.00251	0.00287	0.00267
Empleo	-0.00863	0.00322	-0.00337
Consumos intermedios	0.01652	0.03611	0.02523
Productividad	0.02303	0.01446	0.01922
Dy	0.03343	0.05671	0.04378

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

La contribución del capital TIC-manufacturas al crecimiento del *output* de las empresas manufactureras españolas ha sido poca (una décima parte de la contribución del resto del capital).⁷ La contribución del capital TIC-manufacturas en todo el periodo ha sido de 0.011 puntos porcentuales, usando el dato inicial de Van Ark (porcentajes de Van Ark) y de 0.003 p.p. usando el de Núñez (porcentajes de Núñez). Los resultados son diferentes en función del cálculo del capital TIC considerado, pero en ambos casos se trata de una contribución muy modesta.

Al comparar las tasas de crecimiento de ambos tipos de capital se tiene que las cifras no son tan elocuentes, en este sentido, como las obtenidas por Hernado y Núñez (2001), que encuentran una tasa de crecimiento del *stock* de capital TIC mayor que para el resto de capital (la tasa de crecimiento del capital TIC es del 7.5% en el periodo 1992-1999, mientras que el resto de capital creció a una tasa del 0.9%). Acá la acumulación de capital TIC crece más despacio (2.4% en promedio para todo el periodo), mientras que el resto de capital creció a una tasa del 9.6%, indicando un proceso de sustitución entre estos dos tipos de capital mucho más lento que el total de la economía; tan sólo a partir de 1998 parece que se rompe esta pauta.

Aunque la participación del capital TIC-manufacturas en el capital total es modesta, la contribución relativa crece respecto a la contribución absoluta. Pese a que el *stock* de capital TIC entre las empresas crece poco, la participación sobre costes disminuye. La contribución se acentúa más en el caso de la contribución del capital TIC que en la del resto del capital.

Por otro lado, las medias por periodo demuestran que la contribución ha ido aumentando. Lo que se explica por una mayor acumulación de *stock* de capital TIC por parte de las empresas, teniendo en cuenta que la participación en costes ha disminuido debido al descenso de precios de los bienes TIC. Una idea que puede ayudar a explicar la escasa contribución del capital TIC-manufacturas es la poca motivación entre las empresas para incorporar este tipo de capital, sobre todo entre los sectores más reacios a adaptar su proceso productivo a nuevas tecnologías.

⁷ Entre el que se encuentra el resto de capital TIC, telecomunicaciones e informática.

TABLA 5
CONTRIBUCIÓN AL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN RELATIVA
A LA PARTICIPACIÓN EN COSTES

	KTIC		KNTIC
	Porcentajes de Núñez	Porcentajes de Van Ark	
1991/95	0.0710	0.0042	0.0857
1996/99	0.0932	0.0366	0.0940
1991/99	0.0014	0.0188	0.0895

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

La tabla 6 muestra que los sectores que han experimentado una mayor contribución del capital TIC han sido los que han experimentado mayores inversiones en este tipo de capital, situándose incluso por encima del resto de capital. Estos sectores han sido los productores de máquinas agrícolas e industriales; los dos subsectores productores de bienes TIC: máquinas de oficina y proceso de datos y material y procesos eléctricos; papel, artículos de papel e impresión.

TABLA 6
CONTRIBUCIONES POR SECTORES (1991-1999)*

NACE**	Dktic	dkntic	pktic	pkntic
1. Metales férreos y no férreos	-0.01424	0.12596	-0.00003	0.00230
2. Productos minerales no metálicos	-0.05729	0.07745	-0.00005	0.00272
3. Productos químicos	0.06497	0.08345	0.00011	0.00188
4. Productos metálicos	0.04183	0.11245	0.00009	0.00189
5. Máquinas agrícolas e industriales	0.11051	0.08140	0.00019	0.00129
6. Máquinas oficina, proceso datos	0.20676	0.11764	0.00037	0.00255
7. Material y accesorios eléctricos	0.14472	0.10678	0.00027	0.00208
8. Vehículos automóviles y motores	0.03217	0.14367	0.00005	0.00400
9. Otro material de transporte	0.03170	0.09227	0.00010	0.00414
10. Carne, preparados y conservas de carne	-0.01584	0.08861	0.00003	0.00144
11. Productos alimenticios y tabaco	-0.05142	0.10474	-0.00002	0.00254
12. Bebidas	0.00216	0.10916	-0.00003	0.00431
13. Textiles y vestido	-0.02042	0.05182	0.00001	0.00109
14. Cuero, piel y calzado	0.06819	0.12577	0.00013	0.00184
15. Madera y muebles de madera	-0.04545	0.11922	-0.00004	0.00232
16. Papel, artículos de papel, impresión	0.05168	0.10091	0.00076	0.00336
17. Productos de caucho y plástico	0.00225	0.10844	0.00011	0.00287
18. Otros productos manufacturados	0.04474	0.06428	0.00016	0.00108

*Porcentajes de Van Ark (tablas con porcentajes de Núñez en anexo B).

**nace: identificador de actividad. Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

Se observa que algunas ramas de actividad tienen tasas de variación de capital TIC negativas, es decir, estos subsectores son menos proclives a la innovación y a la incorporación de nuevas tecnologías en su proceso productivo. Se puede pensar que estas ramas sesgan hacia la baja los resultados obtenidos en media, para todo el sector manufacturas.

Para el cálculo de las contribuciones al crecimiento del total del sector manufacturero, de las ramas productivas TIC-manufacturas (ramas 6 y 7 de la ESEE), asumimos que:

$$Y_t^T = Y_t^{TIC} + Y_t^{NTIC}, L_t^T = L_t^{TIC} + L_t^{NTIC}, \left(\frac{Y}{L}\right)_t^T = \left(\frac{Y}{L}\right)_t^{TIC} W_{L,t}^{TIC} + \left(\frac{Y}{L}\right)_t^{NTIC} W_{L,t}^{NTIC}, PTF_t^T = PTF_t^{TIC} + PTF_t^{NTIC}$$

Todas las variables se tienen para las ramas productoras de bienes TIC (ramas 6 y 7 de la ESEE) y el resto de ramas (NTIC).⁸ Diferenciando y expresando en tasas de crecimiento tenemos:

$$d \log Y_t^T = \alpha_t^{TIC} d \log Y_t^{TIC} + \alpha_t^{NTIC} d \log Y_t^{NTIC}$$

$$d \log L_t^T = \alpha_t^{TIC} d \log L_t^{TIC} + \alpha_t^{NTIC} d \log L_t^{NTIC}$$

$$d \log TFP_t^T = \alpha_t^{TIC} d \log TFP_t^{TIC} + \alpha_t^{NTIC} d \log TFP_t^{NTIC},$$

donde las α representan elasticidades que se pueden aproximar por los correspondientes pesos de la producción y empleo TIC, sobre el total de la economía manufacturera.⁹ Obtenemos las siguientes expresiones para la contribución de las ramas TIC en el crecimiento total:

$$\text{Contribución } _d \log Y_t^T = d \log Y_{Y,t}^{TIC} * W_{Y,t-1}^{TIC,m} \tag{7}$$

$$\text{Contribución } _d \log L_t^T = d \log L_{L,t}^{TIC} * W_{L,t-1}^{TIC,m} \tag{8}$$

$$\text{Contribución } _d PTF_t^T = d PTF_t^{TIC,m} * W_{Y,t-1}^{TIC,m} \tag{9}$$

$$\text{Contr } _d \log \left(\frac{Y}{L}\right)_t^T = \left[d \log \left(\frac{Y}{L}\right)_t^{TIC,m} + \Delta W_{L,t}^{TIC,m} + \Delta W_{L,t}^{TIC,m} * d \log \left(\frac{Y}{L}\right)_t^{TIC,m} \right] * W_{Y,t-1}^{TIC,m} \tag{10}$$

Las contribuciones de una rama productiva al crecimiento vienen determinadas por su crecimiento y su peso en el sector. De este modo, una rama con una importancia pequeña relativa podrá tener una contribución importante, si la tasa de crecimiento es relativamente mayor que el resto de subsectores.

Lo anterior parece cumplirse en el sector TIC-manufacturas. La tabla 7 recoge los resultados de la descomposición del crecimiento. Las tasas de crecimiento son mayores en producción que en el resto del sector manufacturas. De este modo, aporta 0.17 puntos porcentuales al crecimiento. No obstante, cabe destacar de nuevo que el cambio en la tendencia negativa observada en la producción de bienes TIC se sitúa a partir de 1995; para este periodo, de los 5.67 puntos que creció en total el sector, 1.07 puntos porcentuales fueron contribución de la producción.

En cuanto a empleo, si bien la contribución media en el total del periodo es negativa, debido a la destrucción de empleo en el sector manufacturas, este signo cambia para el periodo

⁸ La PTF se ha aproximado por el residuo de Solow, calculado en el apartado anterior, desglosado por ramas.

⁹ Calculadas según $w_{L,t}^{TIC} = \frac{\sum_{j=1}^M L_{j,t}^{TIC}}{\sum_{i=1}^N L_{i,t}^T}$ y $w_{Y,t}^{TIC} = \frac{\sum_{j=1}^M Y_{j,t}^{TIC}}{\sum_{i=1}^N Y_{i,t}^T}$, donde $j = 1, 2, \dots, M$, son las empresas productoras de bienes TIC de la muestra, y $i = 1, 2, \dots, N$, es el total de empresas en la muestra.

1995-1999, en el que el empleo crece un 3.22% (0.28 puntos porcentuales son contribución de las ramas TIC-manufacturas).

TABLA 7
CONTRIBUCIONES RAMAS TIC AL CRECIMIENTO (MEDIAS ANUALES)*

	91-95	96-99	Total
Contribución a Y	-0.0055(-0.16)	0.0107(20.65)	0.0017(4.73)
Contribución a L	-0.0036(-41.67)	0.0028(19.85)	-0.0007(-10)
Contribución a P	0.0029(12.61)	0.0023(15.94)	0.0027(14.06)
Contribución a Q/L	0.0105(18.98)	0.0063(16.29)	0.0086(17.94)
Dy	0.03343	0.05671	0.04378
DI	-0.00864	0.00322	-0.00337
DP	0.02299	0.01443	0.01919
d(Q/L)	0.05532	0.03867	0.04792

* Porcentajes de Van Ark (porcentajes de Núñez en anexo B).

Contribuciones relativas en paréntesis.

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

Con respecto a la productividad del trabajo, la contribución media es de 0.86 puntos, sobre los 4.79 que creció el total del sector. Sin embargo, durante el periodo 1991-1995, se produjo una mayor contribución debido a la mayor caída de empleo en el sector, en ese periodo.¹⁰ Lo anterior es extrapolable a la P, cuya contribución relativa se sitúa en un 14.06%, siendo incluso mayor en el periodo 1996-1999, en el que un 15% de los 1.4 puntos que creció la P se deben a la producción de bienes TIC.

Esto no oculta el reducido crecimiento de la P en el sector manufacturero español, debido principalmente a la reducida contribución del restante *stock* de capital. Estos resultados sugieren que el uso de las TIC no genera realmente externalidades positivas o *spillover*, en la eficiencia de las restantes ramas, como señalan los datos obtenidos. Debe tenerse en cuenta que la externalidad positiva generada por las TIC sobre la productividad de las restantes ramas estará capturada dentro de la P.

El resultado no tiene en cuenta otros determinantes de la productividad total de los factores que puedan afectarla negativamente y, por tanto, podrían soterrar un hipotético efecto positivo de las TIC. El objetivo de los siguientes apartados del trabajo será intentar desenmarañar los factores que están detrás del crecimiento de la productividad.

4. EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR MANUFACTURERO ESPAÑOL: ANÁLISIS DE EFICIENCIA

El objetivo de este apartado es analizar los factores que afectan la productividad. Partimos de la ecuación

¹⁰ Núñez (2001) señala, para el total de la economía, que esta contribución tan elevada en el crecimiento de la productividad se debe a la negativa contribución del resto de capital, tanto a la productividad por trabajador como a la PTF.

$$dy = dp + \alpha_L dl + \alpha_M dm + \alpha_{K^{TIC}} dk^{TIC} + \alpha_{K^{NTIC}} dk^{NTIC}$$

Para encontrar un valor de la productividad alternativo, se empleará la metodología de fronteras estocásticas, concretamente el modelo propuesto por Battese y Coelli (1995).¹¹

La medición de la eficiencia pasa por la obtención de una frontera de posibilidades de producción, que define el máximo nivel de *output* alcanzable. La ineficiencia se define como la diferencia entre la producción observada en la empresa y la que se podría alcanzar teóricamente, con las cantidades de *inputs* utilizadas. La literatura a este respecto es muy amplia,¹² existiendo dos tipos de estimaciones: no paramétricas, basadas en técnicas de programación matemática, y paramétricas, basadas en técnicas de estimación econométricas. Dentro de este último grupo se distinguen las fronteras determinísticas y las estocásticas. El modelo básico de frontera de producción estocástica fue propuesto inicialmente por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y Van der Broeck (1977), en sendos trabajos desarrollados de modo independiente. La frontera de producción puede expresarse de la siguiente forma:

$$Y_i = X_i' \beta + \varepsilon_i \text{ donde } \varepsilon_i = v_i - u_i,$$

es decir, el término de error engloba dos componentes: uno que se asocia con la presencia de ineficiencia técnica (u_i) y otro que es el error estadístico usual (v_i). Donde X_i es un vector con los *inputs* utilizados y β es el vector de parámetros desconocidos a estimar. Se supone, además, que el término de ineficiencia sólo puede afectar, a la baja, a la producción, de donde

$$u_i \geq 0 \quad v_i \rightarrow N(0, \sigma_v^2)$$

La principal crítica a este modelo es el supuesto distribucional para la u_i , no teniendo ninguna de las distribuciones propuestas justificación *a priori*.¹³ La función de verosimilitud del modelo se deriva de la forma de la función de distribución propuesta, y bajo el supuesto de que los dos términos de error están independientemente distribuidos.

Existen dos parametrizaciones de la función de verosimilitud: Aigner, *et al.* (1977), asume que los u_i se organizan según una distribución normal truncada en cero. La función de verosimilitud se expresa en este caso en términos de los parámetros de varianza de ambos términos de error $\sigma_s^2 \equiv \sigma^2 + \sigma_v^2$ y $\lambda \equiv \sigma / \sigma_v$. El trabajo posterior de Battese y Corra (1977) sugiere una función de verosimilitud alternativa con el parámetro $\gamma \equiv \sigma^2 / \sigma_s^2$, donde $\gamma \in (0,1)$.¹⁴ Todos los parámetros del modelo se estiman por máxima verosimilitud. Sustituyendo las estimaciones obtenidas, en la siguiente expresión se obtiene una medida de la eficiencia media de las empresas de la muestra.

¹¹ Para el caso español, Gumbau (1998) ha aplicado este enfoque usando datos de panel suministrados por la ESEE, para analizar la eficiencia de la industria española en el periodo 1991-1994. Otros trabajos para España son Martín y Suárez (1997), Gumbau y Maudos (1996) y Prior (1990).

¹² Para un desarrollo más detallado sobre los distintos métodos de estimación de funciones frontera, ver por ejemplo: Battese, Coelli y Rao (1997).

¹³ La especificación con la distribución normal truncada fue propuesta por Estevenson (1980), mientras que con una distribución gamma por Greene (1990).

¹⁴ Nótese que si $\gamma=0$ toda la desviación de la eficiencia se debe al ruido estadístico, mientras que un valor igual a uno implica que toda la desviación de la frontera se debe al parámetro de ineficiencia.

$$ET_i = \frac{Y_i}{\exp(X_i\beta)} = \frac{\exp(X_i\beta - u_i)}{\exp(X_i\beta)} = \exp(-u_i)$$

Nótese que el término de ineficiencia es inobservable. El mejor predictor de la eficiencia media es la esperanza condicional de u_i , dado el valor de e_i .¹⁵ Es cuestionable suponer que el término de ineficiencia sea invariante en el tiempo, lo que en muchas aplicaciones resulta irreal con paneles largos, como es nuestro caso. Cornwell, Schmidt y Sickles (1990) lo abordan asumiendo que los efectos fijos son una función cuadrática del tiempo. Batesse y Coelli (1992) suponen que los efectos fijos son una función exponencial del tiempo. El inconveniente de estos trabajos es la veracidad del supuesto hecho sobre la estructura temporal del término de ineficiencia.

Pitt y Lee (1981) o Kalirajan (1981) explican los determinantes de la ineficiencia con factores específicos a la empresa (el tamaño, educación del *manager*, entre otros), pero asumen que el término ineficiencia está independiente e idénticamente distribuido para usar el enfoque de Jondrow, et al. (1982), y así predecir los valores medios de la eficiencia técnica. Sin embargo, en la segunda etapa, este supuesto se rompe al regresar la eficiencia sobre una serie de variables, lo que claramente implica que no están independientemente distribuidos.

Batesse y Coelli (1995) extienden este modelo a datos de panel, lo que permite la estimación conjunta de los parámetros de las variables que afectan a la eficiencia, evitando los inconvenientes señalados antes, pero aún dependiendo de la especificación escogida. Acá se sigue dicho enfoque, que parte de la siguiente ecuación:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}) \quad (12)$$

Y_{it} es la producción de la empresa i en el periodo t ; x_{it} es el vector ($1 \times K$) de *inputs* y otras variables que afectan al *output*; β es el vector ($K \times 1$) de parámetros a estimar. Se asume que los V_{it} son errores aleatorios iid $N(0, \sigma_v^2)$, independientes de los U_{it} , que son variables aleatorias no negativas relacionadas con ineficiencias en la producción, independientemente distribuidos, y se obtienen al truncar en cero una función de distribución normal $N(z_{it}\delta, \sigma^2)$, donde z_{it} es un vector ($1 \times m$) de variables asociadas con la ineficiencia, específicas de cada empresa; δ es un vector ($m \times 1$) de parámetros.¹⁶

La ineficiencia técnica (U_{it}) se estima a partir de los residuos obtenidos en la ecuación (1), de donde tenemos:

$$U_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (13)$$

Los W_{it} se definen como una distribución normal truncada con media cero y varianza σ^2 , cuyo punto de truncamiento está en $-z_{it}\delta$, de modo que $W_{it} \geq -z_{it}\delta$; lo que es consistente con el supuesto distribucional hecho para los U_{it} .

¹⁵ La ventaja de un panel de datos es que no requiere ningún supuesto adicional sobre el término de ineficiencia, pudiéndose estimar a través de los modelos usuales de efectos fijos o efectos aleatorios.

¹⁶ Suponer que U_{it} y V_{it} están independientemente distribuidos es una simplificación del modelo que no necesariamente debe ser real.

Las ecuaciones (12) y (13) se estiman simultáneamente por el método de máxima verosimilitud, mediante la parametrización hecha en Batesse y Corra (1997), expuesta más arriba. La eficiencia técnica de cada empresa se calcula según la expresión:

$$ET_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - W_{it}) \quad (14)$$

Para estimar la relación existente entre el nivel de producción de cada empresa de la muestra y los *inputs* productivos utilizados, se asume una tecnología que sigue una función de producción Cobb-Douglas:¹⁷

$$Y_{it} = A_{it} \prod_j X_{jit}^{\beta_j} \exp(v_{it}) \quad (15),$$

siendo v el término aleatorio habitual y X_{ij} el vector de los j -*inputs*, incorporados a la función de producción. De la ecuación (15) podemos pasar a la frontera mediante:

$$A_{it} = a_0 \exp(-u_{it}) \quad (16),$$

donde u capta el término de ineficiencia que es diferente entre empresas y a_0 el componente común entre empresas. Si reordenamos (4) con (5), tomamos logaritmos y sustituimos el vector de *inputs*, tenemos:

$$\log Y_{it} = \beta_0 + \sum_j \beta_j X_{j,it} + v_{it} - u_{it} \quad (17),$$

donde Y_{it} es la producción de la empresa i en el periodo t . El capital total queda desagregado en capital TIC y no TIC, L es el empleo y M los consumos intermedios.

Se supone que la ineficiencia técnica se ve afectada por diferentes factores. Ornaghi y Castaglionesi (2003) consideran los siguientes: cambio técnico neutral común entre empresas (t), progreso técnico incorporado en capital físico (INC), progreso técnico incorporado en capital humano (CH), progreso técnico debido al *learning by doing* específico de cada empresa (LBD) y presión competitiva (PC).

El progreso técnico neutral es libre y accesible por igual a todos los agentes. No obstante, para que los avances tecnológicos tengan efecto sobre la productividad, éstos deben ser incorporados en bienes de equipo o en capital humano (Solow 1960).

Usaremos tres variables diferentes para aproximar el cambio técnico incorporado en capital físico: capital I+D, porcentaje del capital TIC sobre el capital total y una variable dicotómica de nueva tecnología utilizada. El capital I+D mide el progreso técnico derivado de la investigación desarrollada al interior de la empresa. Lo que se intenta es modelar la transformación de investigación en desarrollos del proceso productivo, a través de la inversión en nuevo capital físico. Con el método del inventario permanente,

$$K_{it} = R_{i,t-1} + (1-\delta)K_{i,t-1}$$

¹⁷ La especificación propuesta es preferida a la función de producción translogarítmica, debido a los posibles problemas de multicolinalidad que surgen en este tipo de funciones.

se puede expresar como:

$$KIN_{it} = d_{it}^m K_{it} + (1 - d_{it}^m) KIN_{it-1},$$

donde d^m es una variable que toma valor 1 si la empresa declara haber desarrollado procesos de innovación cuyo fin es desarrollar nuevos bienes de capital. Con lo que la variable tomará valor cero para aquellas empresas que declaren no haber llevado a cabo ningún proceso de innovación en el periodo. Para captar el efecto de la productividad por la introducción de avances tecnológicos adquiridos en el mercado, se introduce una variable dicotómica ($TEC = 1$, si la empresa declara haber adoptado, al menos, un nuevo avance tecnológico).

Además, se introduce la proporción que el capital TIC representa sobre el capital total en la empresa ($STIC$), y supondremos que el rendimiento del capital humano se refleja en las rentas de los empleados, pudiendo utilizar el salario medio como medida de la calidad del trabajo utilizado en la empresa (W). Se introduce la proporción de ingenieros y licenciados por obrero (PIL), para aproximar el efecto que tiene el empleo cualificado sobre la productividad del resto de trabajo no cualificado.

Se asume el *learning by doing* como un efecto sin costo alguno para la empresa, derivado de la experiencia ganada en el proceso productivo. Se usará el *output* acumulado por empleado (OAC) como *proxy* del efecto del *learning by doing* (Bahk y Gort (1993)). Por otro lado, para controlar la relación del proceso de aprendizaje con la introducción de nuevas innovaciones, se incorpora el *output* acumulado desde la última innovación ($OAIN$).

Para analizar el efecto de la competencia sobre la productividad se incluyen tres variables que definen el entorno competitivo en el que opera la empresa: número de competidores (NCM), gastos de publicidad sobre ventas (PUB) y margen bruto de explotación (MBE). Luego se tiene:

$$u_{it} = \phi(t, KIN_{it}, TEC_{it}, STIC_{it}, W_{it}, PIL_{it}, OAC_{it}, OAIN_{it}, NCM_{it}, PUB_{it}, MBE_{it}, DR_{it}, \bar{\delta}) + W_{it} \quad (18),$$

donde DR es una variable artificial introducida para tener en cuenta la rama de actividad en la que realiza sus funciones la empresa, y t se introduce como *proxy* del cambio técnico neutral.

RESULTADOS

Usando Frontier 4.1 se muestran las estimaciones de la ecuación (18) de eficiencia técnica por ramas productivas. Si las elasticidades de la FP son invariantes en el tiempo y los *inputs* entran en la ecuación como variables exógenas (es decir la P entra en la FP de forma neutral), entonces la estimación de los parámetros de la FP se hace consistente y eficiente, por máxima verosimilitud; si no es así, tendremos una estimación de la ineficiencia sesgada. Por otro lado, necesitamos que las variables de la función de ineficiencia sean igualmente exógenas; presumiblemente, esto no se cumpla con algunas de ellas. Los resultados de las dos primeras columnas de la tabla 8 corresponden con el cálculo del capital TIC hecho a partir de los porcentajes de Van Ark, y las siguientes a los de Núñez. Los resultados se muestran robustos al cálculo del capital TIC utilizado.

El problema de endogeneidad se intenta resolver reduciendo el número de parámetros a estimar en la FP. Lo que se ha hecho es agregar los dos tipos de capital TIC y no TIC, solventan-

do además un problema de multicolinealidad, debido a la alta correlación entre ambos tipos de capital; de este modo, la FP se reduce a la estimación de cuatro parámetros. Los signos encontrados para los coeficientes son los esperados, siendo el trabajo y las materias primas los *inputs* que mayor contribución tienen en la producción, lo que es consistente con lo visto antes.

TABLA 8
ECUACIÓN DE INEFICIENCIA¹

	Porcentajes Van Ark		Porcentajes Núñez	
	coeficiente	t-ratio	coeficiente	t-ratio
Función de producción				
Constante	6.5837*	45.45	6.5817*	45.42
LogL	0.3862*	101.60	0.3861*	101.49
LogK	0.0223*	9.07	0.0225*	9.16
LogM	0.5706*	210.06	0.5705*	209.58
Ecuación de ineficiencia				
Progreso técnico neutral				
T	-0.0069*	-7.59	-0.0070*	-7.61
Progreso técnico incorporado en capital físico				
STIC	-0.0299	-0.67	-0.0426	-0.94
Log(KIN)	-0.0211*	-3.14	-0.0211*	-2.94
Log(KIN) ²	0.0041*	3.44	0.0040*	3.24
L(KIN) ³	-0.0002*	-3.24	-0.0002*	-3.10
TEC	-0.0144*	-2.32	-0.0142*	-2.29
Capital Humano				
PIL	-0.0007	-1.28	-0.0007	-1.24
Log(W)	-0.2677*	-35.96	-0.2676*	-35.92
Presión competitiva				
NCM	0.0034	1.16	0.0034*	1.16
MBE	-0.0039*	-54.71	-0.0039*	-54.91
GPV	0.0012**	1.70	0.0013**	1.73
Learning by doing				
Log(OAC)	0.9336*	35.71	0.9333*	35.68
Log(OAC) ²	-0.0448*	-37.93	-0.0448*	-37.91
Log(OAIN)	0.0136*	5.41	0.0136*	5.37
Log(OAIN) ²	-0.0011*	-6.10	-0.0011*	-6.06
σ^2_s	0.0266*	65.13	0.0266*	64.93
γ	0.4062*	17.37	0.4109*	17.82
Max. Func. Verosimilitud		4015.06		4014.85

¹17 variables de rama de actividad incluidas.

Periodo 1990-99. 2247 empresas en la muestra. 10188 observaciones Van Ark, 10187 Núñez. *: variables significativas al 1%. **: variables significativas al 10%.

La tabla 9 incluye una aproximación a la importancia relativa en la explicación de cada grupo de variables sobre la ineficiencia. Por otro lado, se ha encontrado evidencia estadística de la existencia de rendimientos constantes a escala en la función de producción.¹⁸

¹⁸ Para contrastar rendimientos constantes a escala se ha reparametrizado la FP así: $\ln(Y/L) = b_0 + (b_1 + b_2 + b_3 - 1)\ln L + b_2 \ln(K/L) + b_3 \ln(M/L) + v - u$. Si el coeficiente de L no es estadísticamente distinto de cero, no se rechaza la hipótesis nula de rendimientos constantes. El coeficiente de L da 0.0000113 y el estadístico del contraste es 0.7.

TABLA 9
IMPORTANCIA RELATIVA POR GRUPOS DE VARIABLES¹

	$l(\beta, \delta_s)$	Variación
Progreso técnico neutral	570.24	55.06%
Progreso técnico incorporado	311.41	17.71%
Capital humano	462.85	44.63%
Presión competitiva	1198.64	78.62%
Learning by doing	1259.56	79.65%
$l(\beta, \delta_o)$	256.26	

¹La capacidad explicativa de cada grupo de variables se evalúa de acuerdo a la siguiente expresión: $1 - [l(b, d_s) / l(b, d_o)]$, donde S representa a cada grupo de variables y $l(b, d_o)$ es la función de verosimilitud con la FP y la constante en la ecuación de ineficiencia.

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

El coeficiente de la tendencia temporal sugiere que la ineficiencia entre las empresas analizadas decae a lo largo del periodo. Esta variable actúa como una *proxy* del cambio técnico neutral común entre todas las empresas, y, por sí sola, explica una proporción relativamente grande de la ineficiencia.

Aunque se esperaría que el progreso técnico incorporado en capital físico sea importante en la explicación de la evolución de la ineficiencia, su contribución a la explicación de la eficiencia es modesta, siendo el grupo de variables de menor importancia relativa. La proporción de capital TIC sobre el capital total no es significativa, bajo ningún escenario. Esto se explica por la reducida presencia de este capital en la función de producción de las empresas. Es pues el caso del sector manufacturero español un ejemplo de que, bajo los resultados encontrados, el capital TIC no tiene efectos significativos en forma de externalidades positivas, sobre el resto de ramas productivas.

El capital tecnológico desarrollado al interior de la empresa es significativo cuando intentamos captar con el mismo un efecto no lineal sobre la ineficiencia. Empresas que adoptan nuevas tecnologías con su propio desarrollo, en vez de acudir al mercado a adquirirlas, gozan de un diferencial de eficiencia positivo respecto a otras empresas, y este diferencial crece exponencialmente con la cantidad de capital tecnológico desarrollado. El diferencial de eficiencia de las empresas innovadoras se debe a que se apropian las rentas de la innovación, como señalan Ornaghi y Castaglionesi (2004). El efecto de la compra de nueva tecnología en el mercado lo aproxima la variable TEC, igualmente con un coeficiente negativo.

Con respecto al capital humano, la variable que mejor explica la ineficiencia es el logaritmo del salario medio por obrero ($\log W$). Un cambio de 1% en el salario medio (lo que es lo mismo, la calidad del capital humano) de una empresa produciría, en media, una reducción de un 0.26% de la ineficiencia. Ornaghi y Castaglionesi (2003) afirman que no es posible saber si realmente las empresas más eficientes tienen trabajadores más productivos, o si las empresas más productivas son las que pueden permitirse pagar mayores salarios. La proporción de ingenieros y licenciados por obrero tiene un efecto positivo y menor significancia.

La presión competitiva es importante al explicar la ineficiencia. El margen bruto de explotación MBE es la variable que aporta una mayor explicación a la reducción de la ineficiencia, con un nivel de significancia alto. Las empresas más rentables parecen ser también la más eficientes;

TABLA 10
EFICIENCIA MEDIA EN EL SECTOR MANUFACTURERO ESPAÑOL,
POR RAMAS DE ACTIVIDAD¹

Rama	Eficiencia media (medias anuales)			Tasa de variación (medias anuales)		
	91-95	96-99	Total ²	91-95	96-99	Total ²
1. Metales férreos y no férreos	85.66%	86.74%	86.09%	0.15%	0.28%	0.21%
2. Productos minerales no metálicos	83.64%	84.45%	83.97%	0.13%	0.14%	0.13%
3. Productos químicos	85.29%	86.64%	85.83%	0.34%	0.20%	0.28%
4. Productos metálicos	83.03%	83.90%	83.38%	0.13%	0.18%	0.15%
5. Máquinas agrícolas e industriales	83.87%	84.62%	84.17%	0.09%	0.22%	0.15%
6. Máquinas oficina, proceso datos	85.13%	85.63%	85.33%	0.25%	-0.03%	0.12%
7. Material y accesorios eléctricos	84.75%	85.40%	85.01%	0.25%	0.07%	0.17%
8. Vehículos automóviles y motores	85.36%	86.01%	85.62%	0.24%	0.07%	0.16%
9. Otro material de transporte	84.15%	86.25%	84.99%	0.26%	0.32%	0.29%
10. Carne, preparados y conservas de carne	84.27%	85.39%	84.72%	0.27%	0.04%	0.17%
11. Productos alimenticios y tabaco	83.27%	83.65%	83.42%	0.03%	0.16%	0.09%
12. Bebidas	85.70%	86.88%	86.17%	0.10%	0.43%	0.25%
13. Textiles y vestido	82.42%	83.00%	82.65%	0.02%	0.13%	0.07%
14. Cuero, piel y calzado	81.85%	82.51%	82.11%	0.13%	0.09%	0.11%
15. Madera y muebles de madera	80.84%	82.03%	81.32%	0.16%	0.36%	0.25%
16. Papel, artículos papel, impresión	83.24%	84.18%	83.61%	0.11%	0.25%	0.17%
17. Productos de caucho y plástico	83.37%	84.61%	83.87%	0.37%	0.11%	0.26%
18. Otros productos manufacturados	82.44%	83.20%	82.74%	-0.05%	0.32%	0.11%
Total ³	83.79%	84.73%	84.17%	0.17%	0.19%	0.17%

¹Cálculo hecho a partir de los porcentajes de capital TIC de Van Ark (Núñez en anexo B).

²Medias para el total del periodo.

³Media por ramas de actividad.

Fuente: ESEE. Cálculos de los autores.

al disfrutar de mayores rentas pueden destinar más fondos a I+D. Aunque el número de competidores en el mercado (NCM) no es significativo, su signo es positivo, lo que indica que si crece el número de competidores la ineficiencia aumenta. Este resultado es contrario al que se esperaría, pues mayor presión competitiva incentiva a los trabajadores y empresarios a ser más eficientes; por otro lado, un mercado más atomizado implica empresas pequeñas menos innovadoras, con menor capacidad de adaptación de nuevas tecnologías y, por tanto, menos eficientes. Los resultados dicen que invertir en publicidad implica menor eficiencia. Una explicación es que invertir en publicidad no genera por sí mismo ganancias de eficiencia y que desvíe fondos de I+D.

Finalmente, el *learning by doing* aparece como el factor más importante a la hora de explicar la variación en la ineficiencia. Las dos variables introducidas como *proxis* del *learning by doing*, OAC y OAIN, entran en la ecuación de forma no lineal, lo que indica que el proceso de aprendizaje no es corto. Una empresa con más experiencia es más eficiente en media, y, además, la diferencia de eficiencia crece con la experiencia. El efecto de OAIN es similar aunque más modesto, la ganancia de eficiencia se produce varios periodos después de la innovación.

Por otro lado, dado que la función de verosimilitud del modelo se especifica en términos de varianza compuesta, que se pueden interpretar, el valor de g obtenido es de 0.33 (porcentajes

de Van Ark) y de 0.26 (para Núñez), lo que indica que la desviación de la frontera de producción se debe en un 33% y un 26% al término de ineficiencia, respectivamente.

La metodología de fronteras estocásticas permite obtener estimaciones de la eficiencia media de las empresas manufactureras españolas. La veracidad de este resultado reside en la correcta especificación de la ecuación de la ineficiencia –los resultados se presentan en la tabla 10–. La eficiencia técnica media para el sector manufacturero en su conjunto, a lo largo del periodo estudiado, es del 84.17%. Los sectores productores de TIC-manufacturas se encuentran entre los más eficientes, con una eficiencia media del 85%; sin embargo, no se aprecian diferencias significativas entre ramas de actividad, siendo la máxima diferencia de 5 puntos porcentuales. El patrón para el sector manufacturero en su conjunto es de crecimiento de la eficiencia media.¹⁹

Por otro lado, no existe una única forma de medición de la productividad. Diferentes escenarios requieren diferentes técnicas que descansan en supuestos concretos. Aquí se comparan métodos alternativos de medición del efecto del capital TIC en la productividad. Partimos de la expresión

$$dy = d\theta + \alpha_L dl + \alpha_M dm + \alpha_{K^{TIC}} dk^{TIC} + \alpha_{K^{NTIC}} dk^{NTIC},$$

donde las elasticidades desconocidas pueden ser aproximadas desde diferentes métodos. La tasa de crecimiento de la productividad puede aproximarse a través del índice de Tornquist, de forma que tenemos:

$$\Delta \log P_{it} = \log P_{it} - \log P_{i,t-1}; \quad \log P_{it} = \Delta \log P_{it} + \log P_{i,t-1} \quad (19)$$

Para una empresa presente durante todo el periodo, al sustituir de forma recursiva los resultados obtenidos, podemos obtener una estimación del logaritmo de la productividad en niveles para todos los años disponibles. Los resultados se muestran robustos al valor inicial estimado.²⁰ A partir de:

$$\log P_{it} = \phi(t, KIN_{it}, TEC_{it}, STIC_{it}, W_{it}, PIL_{it}, OAC_{it}, OAIN_{it}, NCM_{it}, PUB_{it}, MBE_{it}, DR_{it}, \bar{\alpha}) + W_{it} \quad (20)$$

$\log P_{it} = v_{it} - u_{it}$; $\log \hat{P}_{it} \cong -\hat{u}_{it}$; $\hat{P}_{it} \cong -ET_{it}$; donde v y u son los términos de error de la función de producción de fronteras estocásticas.

Podemos comparar los resultados obtenidos anteriormente para ver su robustez. Donde, por otro lado, el posible sesgo en la medición del logaritmo de la productividad, provocado por un problema de endogeneidad en la función de producción, se evita utilizando en la estimación del $\log P_{it}$, el índice de Tornquist.

¹⁹ Los resultados son similares a los de Gumbau (1998), con un valor medio para la industria del 83.5%, para el periodo 1991-94.

²⁰ Se estima la productividad en el año 1990 mediante el uso de un corte transversal en ese año. Como es un panel incompleto, este procedimiento se aplica para cada empresa. Para las que entren en el año 1991 se harán los pasos descritos y lo mismo para las empresas que entran después.

Para verificar las estimaciones de la frontera estocástica, nos preguntamos bajo qué supuestos son consistentes. Suponemos un modelo donde se cumple que $E(w_{it}/X_i, a_i) = 0$ (supuesto de exogeneidad estricta) y $V(w_{it}/X_i, a_i) = V(w_{it}) = \sigma_w^2$ para todo t , donde X representa el vector de regresores y a_i son los efectos individuales inobservables. Si, además, se cumple que $E(a_i/X_i) = 0$ y que $V(a_i/X_i) = \sigma_a^2$, entonces el estimador MCO es consistente, aunque menos eficiente que el estimador de efectos aleatorios. Si se cumplen los supuestos anteriores y las variables explicativas en la FP son estrictamente exógenas, entonces la estimación de la eficiencia (u_{it}) es consistente, y también han de ser consistentes las estimaciones de la ecuación de la ineficiencia obtenidas por máxima verosimilitud.

Si alguno de los supuestos anteriores no se cumple, entonces ninguno de los estimadores es consistente; en particular, si el supuesto de efectos individuales no correlacionados no se sostiene [$E(a_i/X_i) \neq 0$], como es de esperar en nuestro modelo, en el que podemos pensar, por ejemplo, en la habilidad de los directivos de cada empresa como un efecto no observable correlacionado con alguno de los regresores, como MBE o LKIN. En este caso, el estimador consistente es el de efectos fijos o estimador *between-groups*. Finalmente, si el supuesto de exogeneidad estricta de las variables explicativas no se mantiene, por ejemplo, se puede pensar en errores de medida en algunas de las variables o en problemas de causalidad inversa; entonces, bajo el supuesto de exogeneidad contemporánea [$E(x_{it}, w_{it}) = 0$], se puede trabajar con un panel de datos aplicando como instrumentos, retardos de las variables al modelo en primeras diferencias.

Para ver la verdadera validez de los resultados obtenidos y si la medición de fronteras es correcta, comparamos los modelos anteriores. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 11. Ahora los signos se interpretan sobre la productividad. Los resultados entre MCO y los obtenidos en la ecuación de ineficiencia presentan diferencias sustanciales (STIC, TEC y LOAIN).

No obstante, otros coeficientes que presentan un estadístico t muy elevado sí tienen el mismo signo y el efecto calculado es similar. Las diferencias encontradas pueden atribuirse al problema de endogeneidad de la función frontera, lo que proporciona estimaciones sesgadas de la ineficiencia. Por otro lado, el estimador de efectos aleatorios es más eficiente que MCO. El efecto del *learning by doing* no es significativo; sin embargo, sí mantiene el mismo efecto en LW y MBE. El estimador intra-grupos corrige por efectos individuales correlacionados con los regresores; para esto se ha llevado a cabo el test de Hausman, cuya hipótesis de no existencia de heterogeneidad individual inobservable es rechazada para nuestro modelo.²¹ Se concluye que este supuesto no se cumple.

²¹ El contraste enfrenta al modelo de efectos aleatorios con el de efectos fijos. El estadístico se distribuye bajo un chi-cuadrado, con 39 grados de libertad, obteniendo un valor de 295.47; rechazando la hipótesis nula de que la diferencia entre ambos modelos no es sistemática.

TABLA 11
COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS ESTIMADORES

	Ineficiencia		MCO		Efectos aleatorios		Efectos fijos	
T	-0.0069	-7.59	0.0099	8.68	0.0109	14.37	0.0077	8.83
STIC	-0.0299	-0.67	0.1148	2.74	0.0069	0.19	-0.0097	-0.25
Log(KIN)	-0.0211	-3.14	0.0404	3.53	0.0158	1.86	0.0116	1.28
Log(KIN) ²	0.0041	3.44	-0.0081	-4.04	-0.0030	-1.92	-0.0020	-1.23
Log(KIN) ³	-0.0002	-3.24	0.0004	4.09	0.0001	1.94	0.0001	1.33
TEC	-0.0144	-2.32	-0.0279	-4.24	-0.0056	-1.17	0.0043	0.86
PIL	-0.0007	-1.28	-0.0015	-2.51	-0.0014	-0.67	-0.0006	-0.98
Log(W)	-0.2677	-35.96	0.2274	15.76	0.2152	27.51	0.2233	26.46
NCM	0.0034	1.16	-0.0002	-0.06	-0.0292	-0.66	-0.0042	-1.94
MBE	-0.0039	-54.71	0.0041	3.03	0.0040	67.87	0.0040	67.55
GPV	0.0012	1.70	-0.0027	-2.92	-0.0034	-5.3	-0.0030	-4.45
Log(OAC)	0.9336	35.71	-1.0005	-12.02	0.0012	0.61	0.2801	5.55
Log(OAC) ²	-0.0448	-37.93	0.0439	12.02	-0.0038	-1.83	-0.0111	-4.86
Log(OAIN)	0.0136	5.41	0.0177	5.57	0.0003	1.78	-0.0084	-3.85
Log(OAIN) ²	-0.0011	-6.10	-0.0012	-5.3	-0.0008	-1.42	0.0006	3.71
R ²				0.236		0.4543		0.4611

Estimados a partir de Van Ark (Nuñez en anexo B).

Estadístico acompañando al coeficiente. Variables artificiales de sector de actividad incluidas.

La tabla 12 presenta los resultados del estimador intra-grupos, después de eliminar las variables no significativas, a fin de evitar problemas de eficiencia, provocados por la inclusión de variables irrelevantes, y, alternativamente, también de multicolinealidad.²² De este modo, podemos estar seguros de la robustez de las estimaciones obtenidas para LW, MBE y GPV. En cambio, albergan mayores dudas las obtenidas en el caso de las variables de *learning by doing* y LKIN, cuyos coeficientes se muestran mucho más variables entre distintas especificaciones.²³ Nótese además que el R² de ambas especificaciones no va a cambiar ostensiblemente.

Las variables que mayor poder explicativo ejercen sobre la productividad son las asociadas a la presión competitiva, el capital humano y, por último, el *learning by doing*. El capital TIC tiene un efecto positivo en la productividad, pero no significativo para incluirse en la especificación. Además, hay un efecto positivo sobre la productividad del capital humano y sobre la rentabilidad de las empresas. Con respecto al *learning by doing*, hay un efecto positivo en la introducción de innovaciones de proceso, aunque este efecto tarda en hacerse patente. El efecto del gasto en publicidad resulta contrario al que cabría esperar.

²² El criterio para su eliminación es el del R² de la regresión. El mismo procedimiento se hizo para el estimador de efectos aleatorios.

²³ Existe un posible problema de endogeneidad en estas variables que no se trata aquí. Ver Ornaghi y Castagionesi (2003). Una solución sería aplicar VI al modelo en primeras diferencias, suponiendo exogeneidad contemporánea de los regresores, para poder aplicar retardos, lo que no aporta más de lo dicho. Las especificaciones en niveles suelen ser más eficientes que las diferencias.

TABLA 12
ESTIMACIONES FINALES

	Efectos fijos		Efectos aleatorios	
T	0.0075	(8.71)	0.0109	(14.50)
STIC	N/S		N/S	
Log(KIN)	0.0017	(1.94)	N/S	
Log(KIN) ²	N/S		N/S	
Log(KIN) ³	N/S		N/S	
TEC	N/S		N/S	
PIL	N/S		N/S	
Log(W)	0.2228	(26.40)	0.2151	(27.64)
NCM	-0.0041	(-1.86)	N/S	
MBE	0.0040	(67.60)	0.0040	(68.22)
GPV	-0.0031	(-4.73)	-0.0034	(-5.31)
Log(OAC)	0.0365	(5.76)	N/S	
Log(OAC) ²	N/S		N/S	
Log(OAIN)	-0.0077	(-3.70)	-0.0040	(-2.05)
Log(OAIN) ²	0.0005	(3.52)	0.0003	(2.10)
R ²		0.4592		0.4546

NOTA: todos los modelos estimados a partir de los porcentajes de capital TIC de Van Ark (Núñez en anexo B), (porcentajes de Núñez en los anexos).

Estadístico *t* entre paréntesis. Variables artificiales de sector de actividad incluidas. N/S: variable no significativa.

Otra manera de agregar los resultados para el valor obtenido de $\log P_{it}$, utiliza como ponderador el porcentaje que representa una determinada rama productiva sobre el *output* total, lo que nos va a permitir obtener nueva información sobre el comportamiento de la serie de productividad, a lo largo del periodo. La productividad agregada será:

$$\tilde{p}_t = \sum_{j=1}^J s_{jt} p_{jt} \tag{21}$$

donde s_{jt} es el porcentaje de la rama j sobre el *output* total. A partir de la expresión anterior, y siguiendo a Olley y Pakes (1996), podemos descomponer la productividad en dos términos: uno que se refiere a la media no ponderada y otro referido al cambio en productividad, derivado de una reubicación de *output* de empresas menos eficientes a empresas más eficientes.

$$\begin{aligned} \tilde{p}_t &= \sum_{j=1}^J (\bar{s}_t + \Delta s_{jt})(\bar{p}_t + \Delta p_{jt}) = \bar{J} \bar{s}_t \bar{p}_t + \sum_{j=1}^J \Delta s_{jt} \Delta p_{jt} \\ &= \bar{p}_t + \sum_{j=1}^J \Delta s_{jt} \Delta p_{jt} \end{aligned} \tag{22}$$

El primer término hace referencia a la media no ponderada y el segundo a la covarianza entre la productividad y la participación de las ventas;²⁴ de modo que si la productividad au-

²⁴ Entre mayor covarianza (positiva) mayor es la proporción de producción que va a empresas más eficientes, y mayor es la productividad de una rama o industria (eficiencia asignativa). Si la covarianza es negativa hablamos de ineficiencia asignativa.

menta estamos en disposición de saber si es debido a un aumento de la productividad media o a una redistribución del *output* hacia empresas más eficientes. Siendo \bar{s}_t la media no ponderada de los porcentajes de cada rama sobre el *output* total y:

$$\Delta s_{jt} = s_{jt} - \bar{s}_t ; \quad \Delta p_{jt} = p_{jt} - \bar{p}_t$$

Esta descomposición de la productividad nos permite saber si las empresas más grandes de una industria contribuyen positiva o negativamente a la productividad. Esto se puede aplicar al conjunto de las ramas de la ESEE o a cada rama productiva, siendo en cada caso:

$$\tilde{p}_t = \sum_{j=1}^J s_{jt} \bar{p}_{jt} ; \quad \tilde{p}_j = \sum_{t=1}^{10} \frac{1}{10} \left\{ \sum_{i=1}^{N_j} s_{it,j} p_{it,j} \right\} \quad (23),$$

donde

$$\bar{p}_{jt} = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} p_{it}, \quad s_{jt} = \frac{Y_{jt}}{Y_{total,t}} \quad \text{y} \quad s_{it,j} = \frac{Y_{it}}{Y_{jt}}$$

N_j es el número de empresas de cada rama en la muestra, y Y el *output*. Los resultados se presentan en las tablas 13 y 14. En la descomposición por ramas de actividad se observa que en casi la mitad de los sectores se ha producido un proceso de ineficiencia asignativa; es decir, la producción ha ido de empresas más eficientes a otras menos eficientes. Las ramas productoras de TIC-manufacturas han tenido un comportamiento desigual. En lo que se refiere al sector industrial en su conjunto, la mayor parte del periodo ha sido de ganancia de eficiencia asignativa. Cabe destacar que dos años de pérdida de eficiencia corresponden con los inmediatamente posterior y anterior al periodo recesivo.

TABLA 13
DESCOMPOSICIÓN DE OLLEY Y PAKES,
PARA EL TOTAL DEL SECTOR MANUFACTURERO*

	\tilde{p}_t	\bar{p}_t	Covarianza
1990	0.0419	0.0370	0.0049
1991	0.0138	0.0050	0.0088
1992	0.0133	0.0160	-0.0027
1993	0.0301	0.0150	0.0151
1994	0.0300	0.0180	0.0120
1995	-0.0068	-0.0020	-0.0048
1996	0.0370	0.0370	0.0000
1997	0.0242	0.0240	0.0002
1998	0.0447	0.0240	0.0207
1999	0.0246	0.0320	-0.0074

Fuente: cálculos de los autores con base en ESEE.

TABLA 14
DESCOMPOSICIÓN DE OLLEY Y PAKES POR RAMAS PRODUCTIVAS,
PERIODO 1990-1999*

	\tilde{p}_j	\bar{p}_j	Covarianza
1. Metales férreos y no férreos	0.0190	0.0591	-0.0401
2. Productos minerales no metálicos	-0.0300	-0.0292	-0.0008
3. Productos químicos	0.0530	0.0480	0.0050
4. Productos metálicos	0.0760	0.0581	0.0179
5. Máquinas agrícolas e industriales	0.0310	0.0435	-0.0125
6. Máquinas oficina, proceso datos	-0.0580	0.0704	-0.1284
7. Material y accesorios eléctricos	0.0990	0.0510	0.0480
8. Vehículos, automóviles y motores	0.0900	0.0184	0.0716
9. Otro material de transporte	0.0270	0.0065	0.0205
10. Carne, preparados y conservas de carne	0.1080	0.1011	0.0069
11. Productos alimenticios y tabaco	0.0080	0.0127	-0.0047
12. Bebidas	-0.1070	-0.1232	0.0162
13. Textiles y vestido	-0.0590	-0.0614	0.0024
14. Cuero, piel y calzado	-0.0200	-0.0632	0.0432
15. Madera y muebles de madera	0.0050	0.0514	-0.0464
16. Papel, artículos papel, impresión	0.0340	0.0320	0.0020
17. Productos de caucho y plástico	0.0640	0.0661	-0.0021
18. Otros productos manufacturados	0.0510	0.0663	-0.0153

Fuente: cálculos de los autores con base en ESEE.

CONCLUSIONES

Las contribuciones estudiadas han sido de tres tipos: las TIC como factores productivos, como ramas y, por último, como fuentes generadoras de externalidades positivas, sobre el resto de factores usuarios de las mismas, en forma de ganancias de productividad. El principal resultado es la mayor contribución en la producción de las ramas TIC-manufacturas. Hay muchos factores manifiestos en la industria española y que retrasan la incorporación de las TIC al proceso productivo, como poca competitividad, *know how*, etc.

Por otro lado, las TIC-manufacturas no tienen efectos *spillover* significativos, lo que está de acuerdo con una parte de los trabajos que han abordado el tema, los cuales sugieren que el beneficio de las TIC proviene del proceso innovador en las ramas productoras de este tipo de bienes, y no tanto de las externalidades positivas, sobre todo en el caso europeo, siendo más discutible para el americano. Cabe destacar el escaso efecto sobre la productividad del progreso técnico incorporado en capital físico, siendo las variables que mayor significación tienen sobre la productividad: el capital humano, la presión competitiva y el *learning by doing*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIGNER, D.J.; LOVELL, K.; SCHMIDT, P. (1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37.
- BACK, B. Y GORT, M., (1993), "Decomposing Learning by Doing in New Plants", *Journal of Political Economy*, 101, pp. 561-583.
- BANEGAS, J., (1999), "Definición y concreción del hipersector de las tecnologías de la información en España. Evaluación de sus principales magnitudes e impactos en la economía española", *Economía de Europa*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, 0100.
- BATESSE, G. Y COELLI, T., (1992), "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: UIT Application to Paddy Farmers in India", *Journal of Productivity Analysis*, 3, pp. 153-169.
- BATESSE, G. Y COELLI, T., (1993), "A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a Model for Technical Inefficiency Effects", *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, No.69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- BATESSE, G. Y COELLI, T., (1995), "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, Vol. 20, pp. 325-332.
- BATESSE, G.; COELLI, T. Y RAO, D., (1997), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, London.
- BATESSE, G. Y CORRA, G., (1977), "Estimation of a Production Frontier Model With Applications to the Pastoral Zone of Eastern Australia", *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, pp. 169-179.
- BECKER, G., (1964), *Human Capital*, Columbia University Press, New York.
- COLECCHIA, A. Y SCHREYER, P., (2001), *ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries*, STI Working Papers, 7/2001.
- CORNWELL, C.; SCHMIDT, P. Y SICKLES, R., (1990), "Production Frontiers UIT Cross-Sectional and time-series Variation in Efficiency Levels", *Journal of Econometrics*, 46, pp. 185-200.
- DAVERI, F., (2001), *Information Technology and Growth in Europe*, University of Parma and Icier, May, mimeo.
- ESTRADA, A. Y LÓPEZ-SALIDO, D., (2001), *Accounting for Spanish Productivity Growth Using Sectorial Data: New Evidence*, Banco de España, Documento de trabajo No. 0110.
- ESCRIBANO, A. Y GUASCH, J.L., (2004), *Econometric Methodology for the Evaluation of the Impact of Investment Climate Variables on Productivity at the Firm Level: The Case of Guatemala, Honduras y Nicaragua*, Working Papers of the World Bank.
- ESTEVENSON, R., (1980), "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation", *Journal of Econometrics*, 13, pp. 57-66.
- FARELL, M.J., (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, Part 3, pp. 253-290.

- GORDON, R., (2000), "Does the New Economy measure up to the Great Inventions of the Past?" *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, No. 4, pp. 49-77.
- GREENE, W.H., (1990), "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model", *Journal of Econometrics*, 46, 141-164.
- GUMBAU, M., (1998), "La eficiencia técnica de la industria española", *Revista Española de Economía*, Vol. 15, No.1, pp. 67-84.
- GUMBAU, M. Y MAUDOS, J., (1996), "Eficiencia productiva sectorial en las regiones españolas: una aproximación fronteriza", *Revista Española de Economía*, Vol. 13, No.2, pp. 239-260.
- HALL, R., (1990), "Invariance Properties of Solow's Productivity Residual", P. DIAMOND (ED.), *Growth, Productivity, Unemployment. Essays to Celebrate Bob Solow's Birthday*, MIT Press, Cambridge, MA.
- JAUMANDREU, J. Y FARIÑAS, J. C., (1999), *Diez años de encuesta sobre estrategias empresariales (ESEE)*, V. (1999), pp. 29-42.
- JONDROW, J.; LOVELL, C.; MATEROV, I. Y SCHMITD, P., (1982), "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, 19, pp. 233-238.
- JORGENSEN, D. Y STIROH, K., (2000), "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers of Economic Activity (1)*, pp. 125-211.
- KALIRAJAN, K., (1981), "An Econometric Analysis of Yield Variability in Paddy Production", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 29, pp. 1243-1248.
- LUCAS, R., (1988), "On the Mechanism of Economic Development", *Journal of Monetary Economy*, 22, pp. 3-42.
- MARTÍN-MARCOS, A. Y SUÁREZ, C., (1997), *El stock de capital para las empresas de la encuesta sobre estrategias empresariales*, Documento interno 13, PIE-FEP.
- MARTÍN, M. Y SUAREZ, C. (1997), *Análisis de la eficiencia técnica de las empresas industriales españolas*, Documento de trabajo 9707, Fundación Empresa Pública.
- MEEUSEN, W. Y VAN DEN BROECK, J., (1977), "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error", *International Economic Review*, 18, pp. 435-444.
- NÚÑEZ, S. (2001), *La contribución de las ramas de las tecnologías de la información y de la comunicación al crecimiento de la economía española*, Banco de España, Documento de trabajo No. 0201.
- NÚÑEZ, S. Y HERNADO, I., (2001), *The Contribution of ICT to Economic Activity: a Growth Accounting Exercise with Spanish Firm Level Data*, Banco de España, Documento de trabajo No. 0203.
- OLINER, S. Y SICHEL, D., (2000), "The Resurgence of Growth in the late 1990s: is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, No 4, pp. 3-22.
- OLLEY, G.S. Y PAKES, A., (1996), "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry", *Econometrica*, Vol. 64, 6, pp. 1263-1297.
- ORNAGHI, C. Y CASTAGLIONESI, F., (2003), *An Empirical Assessment of the Determinants of TFP Growth*, Working Papers, Universidad Carlos III de Madrid.
- PILAT, D. Y LEE, F., (2001), *Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries. A Source of Growth differentials in the OECD?*, STI Working Papers, OECD 2001/4.

- PITT, M. Y LEE, L., (1981), "Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry", *Journal of Development Economics*, 9, pp. 43-64.
- PRIOR, D., (1990), "La productividad industrial de las CC.AA.", *Investigaciones Económicas*, 14, 2, pp. 257-267.
- TORNQUIST, L., (1936), "The Bank of Finland's Consumption Price Index", *Bank of Finland monthly Bulletin*, 10, pp. 1-8.
- SANJURJO, E., (2003), *Contribución de las TIC al crecimiento económico: estimación basada en datos españoles a nivel de empresa*.
- SOLOW, R., (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.
- SOLOW, R., (1960), "Investment and Technological Progress", ARROW, K., KARLIN AND SUPPERS (eds.), *Mathematical Methods in Social Science*, Stanford University Press.
- VAN ARK, B., (2001), *The Renewal of the Old Economy: an International Comparative Perspective*, STI Working Papers 2001/5.

APÉNDICE. DEFINICIÓN DE VARIABLES

La Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE), publicada por la Fundación Empresa Pública, se centra en las empresas manufactureras. Se distinguen dos clases de empresas: las de 200 o más trabajadores y las de menos de 200 trabajadores. Se tienen todas las empresas del primer tipo y una muestra del segundo tipo. El número de empresas utilizadas para todo el periodo es de 2247, con un total de 10188 observaciones. Para una descripción más detallada de la ESEE, ver: Jaumandreu y Fariñas (1999).

Producción de bienes y servicios (Y): el *output* nominal se define como la suma de las ventas y de la variación de existencias de ventas, deflactado a través del índice de precios específico de cada empresa.

Empleo (L): horas efectivas totales de trabajo. Se calcula multiplicando la jornada efectiva por el número de trabajadores. La jornada efectiva se define como las horas efectivamente trabajadas en el año por el trabajador, y es igual a la suma de la jornada normal y las horas extraordinarias, menos las horas no trabajadas.

Stock de capital (KNRBE): el capital a valores corrientes de reposición se calcula, recursivamente, a partir de una estimación inicial y de los datos de inversión de las empresas en bienes de equipo (exceptuando construcciones y activos financieros), actualizados a través de la media de un índice de precios de bienes de capital, y usando estimaciones sectoriales de las tasas de depreciación. El capital real se obtiene deflactando el valor corriente de reposición. Más detalles en Martín-Marcos y Suárez (1997).

Stock de capital TIC (KTIC): calculado de acuerdo al método del inventario permanente tal.

Stock de capital no TIC (KNTIC): definido como la diferencia entre KNRBE y KTIC.

Inversión en equipo informático (I): porcentaje que representa la compra de equipos para el proceso de información sobre las compras de inmovilizado material, siempre que éstas sean distintas de cero.

Consumos intermedios (M): suma de compras y servicios exteriores, menos la variación de existencias de compras. Los consumos intermedios nominales se deflactan a través del índice de precios específico de cada empresa.

Costes de personal (w): suma de sueldos y salarios brutos, indemnizaciones, cotizaciones sociales a cargo de la empresa, aportaciones a sistemas complementarios de pensiones y otros gastos sociales.

Coste de uso del capital (CU): suma ponderada del coste de dos tipos de deuda a largo plazo (deudas a largo plazo con entidades bancarias y otra deuda a largo plazo) más una tasa de depreciación del 15%, y menos la tasa de crecimiento del índice de precios al consumo.

Costes totales: suma de compras, gastos de personal y servicios exteriores, menos la variación de existencias de compras (consumos intermedios más costes de personal).

Precio: índice de precios tipo Paasche, calculado a partir de las variaciones porcentuales en los precios aportados por la empresa, en los mercados en los que opera.

Precio de los consumos intermedios: índice de precios tipo Paasche, calculado a partir de las variaciones porcentuales en los precios de las materias primas, energía y servicios, aportados por la empresa. Se divide por el índice de precios al consumo, excepto cuando se usa para deflactar.

Capital tecnológico (KIN): calculado aplicando el método del inventario permanente, según se describe en el apartado 5, a los gastos internos en I+D. La tasa de depreciación utilizada ha sido del 15%.

Gastos internos en I+D: total de gastos internos en I+D, expresados en miles de pesetas.

Innovación de proceso (d^{in}): variable *dummy* que toma valor 1 cuando la empresa reporta haber introducido alguna innovación de proceso, consistente en nueva maquinaria.

Proporción de capital TIC sobre capital total (STIC): calculado como el cociente entre capital TIC y capital total.

Adopción de avances tecnológicos adquiridos en el mercado (TEC): variable categórica igual a 1, si la empresa declara haber incorporado, al menos, una de las siguientes innovaciones a su proceso productivo: herramientas de control numérico, robótica, diseño asistido por ordenador (CAD) o sistemas flexibles.

Salario medio (W): definido como el coste de personal entre el número de trabajadores.

Proporción de ingenieros y licenciados por obrero (PIL): porcentaje que los ingenieros y licenciados representan sobre el total de personal de la empresa, a 31 de diciembre.

Gastos de publicidad sobre ventas (GPV): porcentaje que los gastos en publicidad, propaganda y relaciones públicas (cuenta 627 PGC) representan sobre las ventas.

Margen bruto de explotación (MBE): medida de la rentabilidad de la empresa, definida como el porcentaje que la suma de las ventas, la variación de existencias y otros ingresos de gestión corriente, menos las compras, los servicios exteriores y los gastos de personal, representan sobre el total de ventas, más la variación de existencias de las mismas y otros ingresos de gestión corriente.

Número de competidores en el mercado (NCM): variable categórica que indica el número de competidores de la empresa en el mercado de venta de sus productos (entendido como el producto principal). Toma valor 1 si el número de competidores es 10 o menos, 2 si se sitúan entre 11 y 25, y 3 si son más de 25.

Output acumulado por empleado (OAC): medido como el *output* acumulado desde el nacimiento de la empresa hasta la actualidad, por unidad de empleo (L). Se presenta un problema al no conocer toda la historia de producción de las empresas nacidas antes de 1990. Se ha optado por estimar el *output* acumulado en el año de entrada de la empresa en función de su historia conocida y el año de nacimiento.

Output acumulado desde la última innovación (OAIN): *output* acumulado desde el año de introducción de la última innovación (d^{in}). Supongamos una empresa de la que se tienen datos desde 1990 hasta 1995, y ha llevado procesos de innovación en 1991 y 1993 ($d^{in}=1$), a modo ilustrativo imaginemos que la empresa produce cada año dos unidades de *inputs*, la variable OAIN sería 0, 0, 2, 4, 2, 4, 6.

ANEXO A. DEFINICIÓN DE LA OCDE DEL SECTOR TIC

La OCDE define al sector TIC como la combinación de industrias manufactureras y de servicios que recogen, transmiten y distribuyen datos e información electrónicamente. Esta definición, basada en la clasificación internacional estándar de actividades (en inglés, ISIC), fue considerada como el primer paso para obtener los principales indicadores del sector de las TIC. Para empresas manufactureras, los productos de una industria deben llevar a cabo la función de procesamiento de la información y comunicación, incluyendo transmisión y distribución, y deben usar procesos electrónicos para detectar, medir y/o grabar fenómenos físicos o controlar un proceso físico.

Para empresas de servicios, los productos de una industria deben llevar a cabo funciones de procesamiento de información y comunicación, por medios electrónicos. Los sectores incluidos en la definición de TIC-manufacturas son: 3000, 3130, 3210, 3220, 3230, 3312, 3313. En servicios se tiene: 5150, 7123, 6420 (TIC comunicaciones), 72 (TIC informática).

ANEXO B. TABLAS

TABLA A1
RESULTADO TOTAL DE LA ECUACIÓN 4.7 (VAN ARK)

	dy	Pl	pktic	pkntic	Pm	dp
1991	0.03417	-0.01087	0.00022	0.00488	0.02299	0.01695
1992	-0.00995	-0.01855	0.00007	0.00230	-0.01959	0.02582
1993	-0.06794	-0.02350	0.00002	0.00131	-0.05138	0.00561
1994	0.08729	0.00030	0.00010	0.00126	0.05471	0.03093
1995	0.12359	0.00944	0.00010	0.00251	0.07590	0.03565
1996	0.02475	-0.00385	0.00016	0.00214	-0.00186	0.02817
1997	0.07310	0.00363	0.00010	0.00286	0.06098	0.00553
1998	0.09252	0.00811	0.00013	0.00333	0.07044	0.01050
1999	0.03646	0.00498	0.00014	0.00293	0.01489	0.01352

Fuente: elaboración propia con datos de la ESEE.

TABLA A1
RESULTADO TOTAL DE LA ECUACIÓN 4.7 (NÚÑEZ)

	pkt	pknt	pl	pm	Dy	dp
1991	0.00007	0.00497	-0.01087	0.02299	0.03417	0.01700
1992	-0.00004	0.00237	-0.01855	-0.01958	-0.00995	0.02585
1993	-0.00006	0.00137	-0.02350	-0.05137	-0.06794	0.00562
1994	0.00002	0.00131	0.00030	0.05471	0.08729	0.03096
1995	0.00004	0.00255	0.00944	0.07586	0.12359	0.03569
1996	0.00009	0.00218	-0.00385	-0.00186	0.02475	0.02820
1997	0.00003	0.00291	0.00363	0.06097	0.07310	0.00555
1998	0.00003	0.00340	0.00811	0.07043	0.09252	0.01055
1999	0.00005	0.00299	0.00498	0.01489	0.03646	0.01354

Fuente: elaboración propia con datos de la ESEE.

TABLA 4.6
CONTRIBUCIONES RAMAS TIC AL CRECIMIENTO (MEDIAS ANUALES)*

	91-95	96-99	Total
Contribución a Y	-0.0055(-0.16)	0.0107(20.65)	0.0017(4.73)
Contribución a L	-0.0036(-41.67)	0.0028(19.85)	-0.0007(-10)
Contribución a P	0.0028(12.15)	0.0022(15.21)	0.0026(13.52)
Contribución a Q/L	0.0105(18.98)	0.0063(16.29)	0.0086(17.94)
dy	0.03343	0.05671	0.04378
dl	-0.00864	0.00322	-0.00337
dP	0.02303	0.01446	0.01922
d(Q/L)	0.05532	0.03867	0.04792

* Contribuciones calculadas de acuerdo a los porcentajes de Núñez.

Entre paréntesis figuran las contribuciones relativas (porcentajes).

Fuente: elaboración propia con datos de la ESEE.

TABLA 5.3
EFICIENCIA MEDIA EN EL SECTOR MANUFACTURERO ESPAÑOL
POR RAMAS DE ACTIVIDAD¹

Rama	Eficiencia media (medias anuales)			Tasa de variación (medias anuales)		
	91-95	96-99	Total ²	91-95	96-99	Total ²
1. Metales férreos y no férreos	86.25%	87.25%	86.65%	0.13%	0.19%	0.12%
2. Productos minerales no metálicos	84.28%	84.95%	84.55%	0.09%	0.12%	0.14%
3. Productos químicos	85.91%	87.15%	86.41%	0.31%	0.35%	0.25%
4. Productos metálicos	83.70%	84.43%	83.99%	0.09%	0.14%	0.14%
5. Máquinas agrícolas e industriales	84.53%	85.18%	84.79%	0.08%	0.08%	0.07%
6. Máquinas oficina, proceso datos	85.79%	86.19%	85.95%	0.22%	0.25%	0.16%
7. Material y accesorios eléctricos	85.38%	85.96%	85.61%	0.23%	0.16%	0.16%
8. Vehículos automóviles y motores	85.95%	86.55%	86.19%	0.22%	0.20%	0.19%
9. Otro material de transporte	84.78%	86.75%	85.57%	0.22%	0.40%	0.24%
10. Carne, preparados y conservas de carne	84.91%	85.89%	85.30%	0.24%	0.29%	0.31%
11. Productos alimenticios y tabaco	83.90%	84.10%	83.98%	-0.01%	-0.01%	0.01%
12. Bebidas	86.31%	87.33%	86.72%	0.06%	0.15%	0.20%
13. Textiles y vestido	83.08%	83.54%	83.27%	0.00%	0.03%	0.02%
14. Cuero, piel y calzado	82.51%	83.06%	82.73%	0.10%	0.15%	0.10%
15. Madera y muebles de madera	81.48%	82.55%	81.91%	0.13%	0.22%	0.18%
16. Papel, artículos papel, impresión	83.88%	84.71%	84.21%	0.09%	0.12%	0.15%
17. Productos de caucho y plástico	83.99%	85.14%	84.45%	0.36%	0.37%	0.24%
18. Otros productos manufacturados	83.11%	83.69%	83.34%	-0.10%	-0.08%	0.12%
Total ³	84.43%	85.24%	84.76%	0.14%	0.18%	0.16%

¹Cálculo hecho a partir de los porcentajes de capital TIC de Núñez.

²Medias para el total del periodo.

³Media por ramas de actividad.

Fuente: elaboración propia con datos de la ESEE.

TABLA 6.1A
COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS ESTIMADORES

	Ineficiencia		MCO		Efectos aleatorios		Efectos fijos	
T	-0.0070	-7.61	0.0101	8.84	0.0110	14.39	0.0077	8.84
STIC	-0.0426	-0.94	0.1183	2.83	0.0186	0.5	0.0023	0.06
LKIN	-0.0211	-2.94	0.0403	3.52	0.0158	1.85	0.0115	1.28
LKIN ²	0.0040	3.24	-0.0081	-4.04	-0.0030	-1.91	-0.0020	-1.22
LKIN ³	-0.0002	-3.1	0.0004	4.09	0.0001	1.93	0.0001	1.32
TEC	-0.0142	-2.29	-0.0279	-4.23	-0.0056	-1.17	0.0043	0.86
PIL	-0.0007	-1.24	-0.0015	-2.52	-0.0008	-1.44	-0.0006	-1
LW	-0.2676	-35.92	0.2277	15.78	0.2153	27.52	0.2233	26.46
NCM	0.0034	1.16	-0.0003	-0.08	-0.0014	-0.67	-0.0042	-1.93
MBE	-0.0039	-54.91	0.0041	3.03	0.0040	67.87	0.0040	67.54
GPV	0.0013	1.73	-0.0027	-2.93	-0.0034	-5.3	-0.0030	-4.45
LOAC	0.9333	35.68	-1.0001	-12.01	-0.0286	-0.65	0.2807	5.56
LOAC ²	-0.0448	-37.91	0.0439	12.01	0.0012	0.6	-0.0112	-4.87
LOAIN	0.0136	5.37	0.0177	5.58	-0.0038	-1.84	-0.0085	-3.86
LOAIN ²	-0.0011	-6.06	-0.0012	-5.3	0.0003	1.78	0.0006	3.72
R ²				0.2362		0.4544		0.4612

2247 empresas, 10187 observaciones. Estadístico *t* acompañando al coeficiente.

Variables artificiales de sector de actividad incluidas. Constante incluida.

TABLA 6.2A
ESTIMACIONES FINALES, PORCENTAJES DE NÚÑEZ

	Efectos fijos		Efectos aleatorios	
T	0.0076	(8.84)	0.0109	(14.54)
STIC	N/S		N/S	
LKIN	0.0018	(1.98)	N/S	
LKIN ²	N/S		N/S	
LKIN ³	N/S		N/S	
TEC	N/S		N/S	
PIL	N/S		N/S	
LW	0.2222	(26.35)	0.2151	(27.65)
NCM	N/S		N/S	
MBE	0.0040	(67.6)	0.0040	(68.22)
GPV	-0.0031	(-4.73)	-0.0034	(-5.3)
LOAC	0.0361	85.69)	N/S	
LOAC ²	N/S		N/S	
LOAIN	-0.0077	(-3.72)	-0.0039	(-2.04)
LOAIN ²	0.0005	(3.53)	0.0003	(2.09)
R ²		0.4591		0.4547

2247 empresas, 10187 observaciones. Estadístico *t* entre paréntesis.

Variables artificiales de sector de actividad incluidas. Constante incluida.

N/S: variable no significativa.