

FONDOS EUROPEOS, CAPITAL TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS

Mercedes GUMBAU-ALBERT

Universidad de Valencia

Joaquín MAUDOS

Universidad de Valencia e Ivie

Resumen

En el presente trabajo se analiza el papel que los fondos estructurales han tenido a la hora de explicar el proceso de convergencia de las regiones objetivo 1 a través de la financiación al I+D+i. Para ello, se estima el stock de capital tecnológico de las regiones españolas y su impacto sobre la evolución de la productividad total de los factores (PTF). Los resultados muestran que, en el contexto del modelo reciente de crecimiento de la economía española caracterizado por caídas en los niveles de PTF, las regiones objetivo 1 han acortado la brecha en productividad que las separaba del resto de regiones, si bien en 2006 siguen siendo un 19 por 100 menos productivas. El mayor ritmo de crecimiento del stock de capital tecnológico en las regiones objetivo 1 y el impacto positivo de dicho capital sobre la evolución de la PTF muestra la importancia que la inversión en I+D+i (una parte sustancial financiada por fondos estructurales) ha tenido para cerrar parte de la brecha de eficiencia y, por esta vía, favorecer el proceso de convergencia.

Palabras clave: capital tecnológico, fondos europeos, regiones españolas.

Abstract

In this study we examine the role of structural funds in explaining the process of convergence of the Objective 1 regions by way of R+D+i funding. To this end, we estimate the technological capital stock of the Spanish regions and its impact on the trend in total factor productivity (TFP). The results show that, in the context of the recent growth model of the Spanish economy characterized by drops in the TFP levels, the Objective 1 regions have narrowed the productivity gap that separated them from the other regions, although they continued to be 19% less productive in 2006. The increasing rate of growth in the stock of technological capital in the objective 1 regions and the positive impact of this capital on the trend in TFP shows the importance that R+D+i investment (a substantial part financed by structural funds) has had on closing the efficiency gap and, in this way, propitiating the process of convergence.

Key words: technological capital, European funds, Spanish regions.

JEL classification: O30, O47, R11.

I. INTRODUCCIÓN (*)

EXISTE un consenso generalizado en la literatura económica a la hora de señalar a las actividades de I+D+i como uno de los motores esenciales en el desarrollo económico de una región. La innovación, sin embargo, es un proceso costoso que depende de la acumulación de capital tecnológico existente en cada región y, además, un proceso difícil de exportar de una región a otra. Por tanto, las dotaciones de capital tecnológico y, en consecuencia, los gastos en I+D+i que las comunidades autónomas lleven a cabo a través de sus agentes o políticas económicas son un factor clave de competitividad que puede llegar a generar grandes disparidades entre ellas. Por este motivo, tanto las instituciones regionales como las nacionales e internacionales (como la Comisión Europea) destinan una parte de sus presupuestos a financiar actividades de I+D+i.

En el caso de las regiones que ya cuentan con un cierto retraso económico, como es el caso de aquellas

que se están beneficiando de los fondos estructurales europeos, la falta de capital tecnológico puede contribuir a incrementar la brecha de desequilibrios que vienen arrastrando, en cuyo caso, sería conveniente llevar a cabo una apuesta clara a favor de la generación de actividades de I+D con el objetivo de avanzar en el proceso de convergencia entre las regiones.

Dado que el conocimiento generado por la tecnología es no rival y no excluible, las regiones también pueden captar el conocimiento productivo generado por otros agentes o regiones y utilizarlo en su propio provecho. Sin embargo, para poder captar estas externalidades, o *spillovers*, la región debe contar, a su vez, con una determinada capacidad de absorción de la tecnología externa que depende de sus propias dotaciones no sólo de capital tecnológico, sino también físico y humano, y de la distancia o brecha que le separa de las regiones generadoras de innovación.

Cabe matizar que es especialmente importante analizar los efectos de la innovación tecnológica des-

de el punto de vista regional, ya que la Unión Europea confiere un papel primordial a las regiones como agentes dinamizadores de la economía europea. Las regiones cuentan con características intrínsecas que las hacen más o menos competitivas debido a sus diferencias en dotaciones de factores, diferencias en cuanto a las relaciones de mercado, políticas de regulación, innovación, etcétera.

En este artículo, trataremos de analizar la situación en la que se encuentra la capacidad tecnológica de las regiones españolas para determinar su capacidad competitiva y las posibles diferencias entre las regiones objetivo 1 y el resto. De especial interés es analizar la contribución de los fondos estructurales al cierre de la brecha tecnológica existente entre ambos tipos de regiones, así como cuantificar el impacto de la inversión en I+D+i (a través de la generación de *stock* de capital tecnológico) sobre las ganancias de productividad. Bajo el supuesto de que un aumento en el *stock* de capital tecnológico incrementa la productividad, las políticas europeas dirigidas a favorecer tecnológicamente a las regiones menos desarrolladas (objetivo 1) son una forma de cerrar también la brecha en términos de productividad. De hecho, con las estimaciones que se realizan en este trabajo para el caso concreto de las regiones españolas, se constata el efecto positivo que el esfuerzo tecnológico tiene sobre la productividad con una elasticidad estimada en torno al 3-4 por 100.

El texto se ha estructurado de la siguiente forma. En primer lugar (apartado II), se realiza una revisión de la literatura relacionada con el capital tecnológico y sus efectos sobre el crecimiento económico. En segundo lugar, se lleva a cabo la medición del capital tecnológico en las regiones españolas (apartado III). En tercer lugar (apartado IV), se presentan un conjunto de indicadores que tratan de poner de manifiesto la posición relativa del conjunto de comunidades autónomas en cuanto a su capacidad innovadora. En cuarto lugar (apartado V), se ha llevado a cabo una estimación econométrica con el fin de evaluar el impacto del capital tecnológico de las regiones españolas sobre la productividad. Finalmente, en el apartado VI se presentan las conclusiones del estudio.

II. BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA: LA IMPORTANCIA DEL CAPITAL TECNOLÓGICO Y DE SUS EFECTOS SPILLOVER

La teoría del crecimiento endógeno, que modifica aspectos básicos del modelo de crecimiento neo-

clásico, resalta el importante papel que desempeña la inversión en I+D a la hora de explicar la tasa de crecimiento económico de los países y regiones, así como el proceso de convergencia. En los trabajos pioneros de Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992) la conexión entre crecimiento e I+D se examina generalmente a partir de una ecuación que relaciona los recursos disponibles en este factor con el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). Teóricamente, el impacto de las actividades de I+D sobre la productividad puede llevarse a cabo a través de distintos canales: en primer lugar, permite producir nuevos bienes y servicios que llevan a un uso más efectivo de los recursos existentes, y en segundo lugar, permite asimilar de una forma más rápida los beneficios de avances tecnológicos originados en otras partes del mundo y aplicarlos a las realidades locales. Además, en un mundo con inversión extranjera directa y comercio internacional de bienes y servicios, las actividades de I+D incrementarían la productividad de otros países por medio del aprendizaje incorporado en las nuevas tecnologías y procesos productivos, y de la importación de bienes y servicios con tecnología incorporada (Coe y Helpman, 1995).

Desde entonces, la importancia de invertir en actividades de I+D ha sido ampliamente reconocida como motor de crecimiento y fuente de prosperidad económica. Las regiones españolas no son ajenas a esta realidad; por eso, en los últimos años podemos encontrar varios trabajos que, en esta línea, analizan el papel que la acumulación en I+D ha jugado en las regiones españolas. En concreto, destacaremos los trabajos más recientes de Gumbau y Maudos (2006), Balsameda y Melguizo (2007) y Escribá y Murgui (2007).

Gumbau y Maudos (2006) estiman una función de producción agregada para el sector privado de la economía y muestran que, en el largo plazo, la elasticidad del capital tecnológico es del orden de 0,2, mientras que a escala regional, en el período 1987-1996, y utilizando estadísticas oficiales del INE, la elasticidad del factor tecnológico es de 0,277 y afecta positivamente a la producción cuando se utiliza como medida el *output* de la innovación, es decir, las patentes. Sin embargo, la elasticidad del capital tecnológico no es significativa cuando se utilizan los gastos de I+D para su obtención, debido, posiblemente, a la corta dimensión temporal de las series o, como han señalado Escribá y Murgui (2007), a problemas en la construcción de las series oficiales de I+D. Los efectos *spillover*, sin embargo, son siempre significativos utilizando medidas de los efectos desbordamiento alternativos, como el capital tecno-

lógico del resto de regiones ponderado por la distancia geográfica o el capital tecnológico del resto de regiones ponderado por los flujos comerciales existentes entre regiones.

Balsameda y Melguizo (2007) estiman cuantitativamente la aportación de las actividades de I+D de las comunidades autónomas españolas para el período 1987-1999, e introducen las externalidades que las actividades de I+D ajenas generan sobre cada una de las regiones. Para ello, estiman una función de producción introduciendo, además de los factores de producción tradicionales, el capital tecnológico y humano. Las series de capital tecnológico son elaboradas por los propios autores a partir de la encuesta sobre actividades de I+D del INE. La elasticidad de la I+D obtenida es positiva y significativa en torno a 0,06, así como robusta a la inclusión del capital humano y de los efectos desbordamiento medidos por el capital de I+D del resto de regiones. Sin embargo, estos últimos no son significativos en este trabajo.

Escribá y Murgui (2007) estiman una función de producción introduciendo el capital humano y tecnológico en un panel de regiones españolas en el período 1980-2000. Utilizando distintas series de gastos de I+D, obtienen que el capital tecnológico propio es siempre significativo y positivo si no se introducen los efectos *spillover*. Por contra, cuando se introducen estos efectos desbordamiento, medidos por el capital tecnológico del resto de regiones ponderado por el porcentaje de población ocupada de la región considerada con estudios anteriores al superior, se anula o se reduce el efecto del capital tecnológico propio.

La conclusión general en estos trabajos es, pues, que el impacto del capital tecnológico en la producción es importante y no sólo justifica el esfuerzo inversor que se realiza, sino que éste debe intensificarse. Este hecho es todavía más importante si se considera que en los trabajos analizados la rentabilidad de la inversión en I+D supera a la rentabilidad del capital físico, a pesar del escaso peso que supone el sector de I+D en todas las regiones. Además, en Gumbau y Maudos (2006) y Escribá y Murgui (2007) la presencia de efectos *spillover* afecta positivamente a la producción.

Así pues, además de la contribución positiva del esfuerzo que cada región realiza en materia de I+D+i, existe evidencia empírica de la importancia del *stock* de capital ajeno (del resto de regiones), lo que constata la existencia de efectos externos positivos o, en otras palabras, que las regiones se aprovechan de la actividad tecnológica desarrollada por el resto de regiones. Con el objetivo de identificar y medir la exis-

tencia de *spillovers* a nivel agregado, la literatura económica ha propuesto utilizar, como medida de éstos, los gastos en I+D realizados por otros agentes, ponderados por la distancia tecnológica o por la distancia geográfica entre los territorios.

En cuando a la distancia tecnológica, se sigue a Grossman y Helpman (1994) y a Coe y Helpman (1995), quienes apoyan la idea de que el comercio es el principal mecanismo de unión entre las ganancias de productividad de una región y el desarrollo económico de su socio comercial. Por tanto, la productividad de una región no sólo depende de su propio desarrollo tecnológico, sino también de la tecnología de sus socios comerciales, de modo que cuanto más abierta es una economía mayor es el efecto del I+D exterior sobre su propia productividad.

En otra línea paralela, autores como Audrestch y Feldman (1996) o Bottazzi y Peri (2003) consideran que la distancia geográfica es un obstáculo para la transferencia de conocimientos en la actividad innovadora, ya que aumenta el coste y el tiempo que las partes deben dedicar al intercambio de información. Aunque los avances en las telecomunicaciones han paliado este problema en parte, el tipo de conocimiento que realmente tiene valor estratégico para la actividad innovadora de las empresas se caracteriza por tener un elevado componente tácito. En este caso, la distancia es extremadamente importante, ya que, mientras el conocimiento codificado puede ser transferido a larga distancia, la transferencia de conocimiento tácito requiere numerosos contactos personales e interacción cara a cara, así como la proximidad a otras empresas innovadoras, la investigación universitaria, el trabajo cualificado, etcétera.

Por tanto, además de la importancia del comercio en la transmisión de conocimiento en las actividades de innovación, en este trabajo se considerará la posible existencia de *spillovers* de I+D en áreas geográficas próximas, utilizando para ello un sistema de ponderación del I+D ajeno, puesto que no todas las regiones en España tendrán el mismo impacto tecnológico unas sobre otras debido a la distancia geográfica.

III. ESTIMACIÓN DEL STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO Y DE LOS EFECTOS SPILLOVER

1. Capital tecnológico

Las actividades de I+D son consideradas como un flujo de inversión en una actividad intangible, el vo-

lumen acumulado de conocimientos adquiridos. Por tanto, la influencia que se ejerce sobre la producción de un país proviene del *stock* acumulado de los resultados de inversión en I+D. Este *stock* es el que conocemos como capital tecnológico. Para generar las series de capital tecnológico consideramos que este *input* se acumula de acuerdo con el método del inventario permanente:

$$R_{i,t} = (1 - \delta)R_{i,t-1} + I_{i,t-\theta} \quad [1]$$

donde R_t es el *stock* de capital del período t , δ es la tasa de depreciación del capital tecnológico e I_t es la inversión anual en capital de I+D. Sin embargo, siguiendo a Pakes y Schankerman (1984), se asume que los efectos de la inversión en I+D sobre el crecimiento económico no son inmediatos, sino que existe un desfase de dos periodos entre el momento en el que se realiza el gasto en I+D y el momento en el que se notan los efectos ($\theta = 2$).

Este método para computar el *stock* de capital tecnológico presenta algunos problemas. El primero hace referencia a cómo se determina el *stock* inicial de capital. La solución que se adopta en los anteriores estudios es comenzar el proceso en el primer año disponible. En este caso, si el capital tecnológico se acumula como en [1], y además consideramos que la inversión en capital de I+D aumenta año tras año en una proporción g , nos encontramos que:

$$R_{i,t} = \frac{I_{i,t-\theta}}{g + \delta} \quad [2]$$

El segundo de los problemas de la utilización del método del inventario permanente es decidir la tasa de depreciación de dicho capital (δ) y la tasa de crecimiento a la que se acumula (g). Como referencia tomamos los estudios de Pakes y Shankerman (1984) y Hall (1988), que obtienen un valor máximo para la depreciación del capital tecnológico de 0,25. En segundo lugar, también es común utilizar una tasa de depreciación similar a la del capital físico. Algunos autores toman una medida intermedia entre las dos. La razón es, por una parte, que la tasa de depreciación de 0,25 indicaría un dinamismo inversor en España similar al de países como Francia, Reino Unido, Suiza y Holanda. Por otra parte, considerar un indicador similar al del capital físico implicaría asumir que las tasa de obsolescencia o la velocidad a la que se introducen nuevas invenciones es similar a la ratio del capital físico, cuando es lógico suponer que el primero es mucho mayor que el segundo. Otros estudios, como el de Hall y Maraisse (1992) para el caso de Francia, asumen una tasa de depreciación del 15 por 100.

Y esta es la ratio utilizada en Beneito (2001) (1). Finalmente, la tasa de crecimiento del capital en I+D (g), necesaria para calcular el *stock* de capital de acuerdo con el método del inventario permanente, se calcula con los datos de la muestra.

2. Efectos *spillover*

Con objeto de analizar la contribución de los efectos desbordamiento asociados al capital tecnológico de una determinada área geográfica sobre la región analizada, en el trabajo construimos dos indicadores de efectos *spillover*, donde el capital tecnológico del resto de regiones se pondera bien por la intensidad de los flujos comerciales, bien por la distancia geográfica:

$$SPILL = W_{N \times N} R_{N \times 1} \quad [3]$$

donde $W_{N \times N}$ es la matriz de ponderaciones que se aplica al capital tecnológico (R) del resto de regiones. En concreto, las matrices de pesos se construyen de la forma siguiente:

$$f_{ij}^1 = \frac{F_{ij}}{\sum_{j=1}^N F_{ij}} \quad [4]$$

$$f_{ij}^2 = \frac{Km_{ij}}{\sum_{j=1}^N Km_{ij}} \quad [5]$$

donde F_{ij} mide los flujos comerciales entre las regiones i y j , y Km es la distancia kilométrica entre ambas regiones. Obviamente, cuanto mayor sea la intensidad de las relaciones comerciales entre dos regiones cualesquiera y menor la distancia geográfica, mayor será el peso que se le atribuye al capital tecnológico. Cada elemento de la matriz mide la importancia de los flujos comerciales entre las regiones i y j en relación con el volumen total de la región i . De igual forma, en el caso de la matriz de pesos en función de la distancia, los pesos son inversamente proporcionales a la distancia.

En la vertiente empírica, y como consecuencia de la disponibilidad de información, la importancia de los flujos comerciales se aproxima mediante los flujos comerciales por carretera, dado que el INE ofrece la matriz origen-destino de las toneladas transportadas por carretera entre regiones. En el caso de la distancia, utilizamos la distancia por carretera entre capitales de regiones. Dado que los flujos están

referidos al transporte por carretera, en la muestra se excluyen Canarias y Baleares.

3. Fuentes de información

Como se ha comentado en la introducción, el análisis del efecto del capital tecnológico sobre la productividad de las regiones españolas se realiza tomando como referencia el periodo 1987-2006 (2). Si bien el INE ofrece información desde 1987, es posible comenzar el análisis un año antes gracias a la estimación del gasto en I+D realizada en Martín *et al.* (1991). Para estimar el *stock* en términos reales, la inversión en I+D se ha deflactado utilizando el deflactor de la formación bruta de capital fijo. El resto de variables utilizadas para estimar la PTF son las siguientes:

a) La producción (*Y*) de cada región se aproxima por el valor añadido bruto del sector privado que proporcionan las cuentas regionales del INE. Dada la existencia de distintas bases en el periodo analizado, ha sido necesario homogeneizar previamente las series realizando los enlaces oportunos.

b) Empleo (*L*) también procede de la Contabilidad Regional del INE. En concreto, el empleo utilizado es el correspondiente al sector privado.

c) El *stock* de capital privado (*K*) procede de las estimaciones que realiza el Ivie para la Fundación BBVA. Como suele ser habitual, el *stock* de capital excluye el residencial, dado su carácter de no productivo. La última información disponible está referida a 2006.

d) Para la estimación de los efectos *spillover* ponderados por la distancia y por el comercio entre regiones se utiliza, en el primer caso, la distancia en kilómetros entre las capitales de cada comunidad autónoma y, en el segundo caso, el comercio de mercancías por carretera (el INE ofrece la correspondiente matriz origen-destino sólo para el transporte de mercancías por carretera).

IV. ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS: LA IMPORTANCIA DE LOS FONDOS EUROPEOS

1. La financiación de los fondos estructurales destinada a I+D

Es un hecho ampliamente conocido que España se ha situado históricamente por debajo de la me-

dia comunitaria en cuanto a esfuerzo en I+D se refiere. Concretamente, la ratio I+D/PIB para España en 2007 es de 1,27 por 100, frente al 1,85 por 100 en la UE-27. Además, la participación del sector privado en la ejecución del gasto es reducida, existiendo amplias diferencias en el esfuerzo inversor por regiones y siendo la brecha tecnológica mucho más elevada en el caso de las regiones objetivo 1.

Por estos motivos, ya desde el primer periodo de programación (1994-99) se han llevado a cabo diversas actuaciones en las regiones objetivo 1 con el objetivo de cerrar su brecha tecnológica potenciando la creación de centros tecnológicos que den servicios a las empresas, aumentando el personal dedicado al sistema de I+D+i, facilitando la movilidad del personal, etc. No obstante, a pesar de los esfuerzos realizados, la situación actual de las regiones objetivo 1 sigue caracterizándose por un reducido tamaño del sistema ciencia-tecnología-empresas, dificultades para la transferencia de tecnología, falta de apoyo a la financiación de actuaciones de innovación tecnológica empresarial, necesidad de adecuación del sistema público de I+D a las demandas de los sectores productivos, etcétera. En consecuencia, las actuaciones más recientes dirigidas a las regiones objetivo 1 en el terreno tecnológico se han encaminado a incrementar el gasto en I+D+i y, en especial, el porcentaje de ejecución privada de dicho gasto.

En el Marco de Apoyo Comunitario (MAC) 1994-1999, las ayudas a I+D+i se instrumentaron a través de los fondos europeos para el desarrollo regional (FEDER) y el Fondo Social Europeo (FSE). En el primer caso, las ayudas se concretan en los siguientes programas: II. Programa Operativo de Infraestructura Científica; Programa Operativo de Fomento del I+D; Programa Operativo de Fomento de la Tecnología Industrial; Subvención Global del FEDER CDTI; I+D+i de Programas Operativos Regionales, Iniciativas REGIS II e INTERREG II. En el caso del MAC 2000-06, las ayudas europeas a I+D+i se articulan en el eje 2, dedicado a la sociedad del conocimiento (innovación, I+D, sociedad de la información).

El cuadro n.º 1 muestra el montante de ayudas europeas recibidas para financiar la I+D+i de las regiones españolas objetivo 1. En el MAC 1994-99, las ayudas provenientes de los fondos FEDER ascendieron a 738,2 millones de euros, de los que 275,7 corresponden a la parte no regionalizable. Por su parte, las ayudas del FSE ascendieron a 99,6 millones de euros, por lo que el total de ayudas recibidas (sub-

CUADRO N.º 1

FINANCIACIÓN EUROPEA (FONDOS ESTRUCTURALES) AL I+D+i DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS

MAC 1994-1999					
	FEDER	FSE	Total	Porcentaje total MAC	Porcentaje total I+D Reg. obj.1
Andalucía	102,2	34,9	137,2		
Asturias	30,7	6,3	37,0		
Canarias	48,6	4,4	53,0		
Cantabria.....	22,9	3,5	26,4		
Castilla y León.....	67,9	12,5	80,3		
Castilla-La Mancha.....	38,6	1,3	39,9		
Extremadura	24,0	1,9	26,0		
Galicia	38,4	8,4	46,8		
Murcia.....	28,2	6,3	34,5		
Comunidad Valenciana	60,9	20,1	81,0		
No regionalizable.....	275,7	0,0	275,7		
TOTAL	738,2	99,6	837,8	3,2	11,2
MAC 2000-2006					
	FEDER	FSE	Total	Porcentaje total MAC	Porcentaje total I+D Reg. obj.1
Andalucía	230,1		230,1		
Asturias	32,0		32,0		
Canarias	74,4		74,4		
Cantabria.....	12,6		12,6		
Castilla y León.....	70,1		70,1		
Castilla-La Mancha.....	43,9		43,9		
Extremadura	273,3		273,3		
Galicia	67,6		67,6		
Murcia.....	113,9		113,9		
Comunidad Valenciana	48,2		48,2		
Ceuta	0,2		0,2		
Melilla	0,4		0,4		
No regionalizable.....	1963,2	336,4	2299,6		
TOTAL	2929,8	336,4	3266,2	7,9	16,7

Fuente: Dirección General de Fondos Comunitarios.

vención comunitaria) fue de 837,8 millones de euros, lo que supone el 3,2 por 100 del total de ayudas del MAC y el 11,2 por 100 del gasto total en I+D de las regiones españolas objetivo 1. No obstante, si se añade el gasto público asociado, las ayudas europeas a I+D representan el 4,2 por 100 del MAC, con un montante total de 1.121 millones de euros (cifra muy superior a los 123 millones de euros del MAC 1989-93).

En el caso del MAC 2000-06, las ayudas a la I+D se instrumentan a través del eje prioritario n.º 2 denominado «Sociedad del Conocimiento (innovación, I+D y sociedad de la información)», donde se encuadra el Programa Operativo Integrado FEDER-FSE de I+D+i. Las actuaciones de este programa pretenden reforzar y fomentar la aplicación de las capacidades de I+D+i a los sistemas socioeconómicos en las regiones objetivo 1. El objetivo final es refor-

zar la capacidad científica y tecnológica de los sectores público y privado. Un objetivo del Programa es maximizar las sinergias tanto con el Plan Nacional de I+D como con los planes regionales de I+D o innovación. Además, dado que la mayor insuficiencia de esfuerzo inversor en las regiones objetivo 1 tiene lugar en su componente privado, un objetivo prioritario es fomentar un crecimiento acelerado de la ejecución de I+D por parte del sector privado, con tasas de crecimiento superiores a las del sector público.

En relación con el periodo 1994-99, se produce un importante aumento en la financiación europea de I+D, con una ayuda total de 3.266,2 millones de euros en el periodo 2000-06. De esta cifra, 2.929,8 corresponden a los fondos FEDER y el resto al FSE. La mayor orientación del MAC hacia la sociedad del conocimiento se pone de manifiesto en

el aumento del total de ayudas destinadas a este tipo de actividad (7,9 por 100), que más que duplica el porcentaje respecto al anterior MAC. Con respecto al total de la inversión en I+D de las regiones objetivo 1, las ayudas europeas representan el 16,7 por 100.

2. Esfuerzo innovador en las regiones españolas

A partir de la información que proporciona el INE, el cuadro n.º 2 contiene el gasto en I+D de las regiones españolas como porcentaje del PIB. La información muestra que este porcentaje es muy bajo en todas las regiones españolas, pero especialmente en el caso de las regiones objetivo 1. Concretamente, en 1987 el porcentaje de gasto en I+D de las regiones objetivo 1 era del 0,27, mientras que el porcentaje invertido por las regiones no-objetivo 1 era más del triple (0,92 por 100). No obstante, en este año, y de acuerdo con las cifras del INE, solamente la Comunidad de Madrid invirtió un porcentaje de su PIB superior a la unidad (1,66 por 100). El cuadro muestra una evolución favorable en los últimos años y, así, en el año

2007 mejora la posición de las regiones objetivo 1, aunque su porcentaje de inversión en I+D respecto al PIB sigue siendo casi la mitad del invertido por las regiones no-objetivo 1 (0,94 por 100 frente a 1,58 por 100). No obstante, en este mismo año varias comunidades no-objetivo 1 han invertido porcentajes superiores al de su media, como Andalucía, Castilla y León, y Galicia. Además, destaca el mayor porcentaje de inversión en I+D realizado por las comunidades de Madrid, Cataluña, País Vasco y Navarra. Las tasas de crecimiento muestran también que las comunidades que han realizado un mayor esfuerzo en todos los años de la muestra son Navarra y La Rioja.

La información que contienen las últimas columnas del cuadro n.º 2 indica que el mayor esfuerzo inversor en I+D (en relación con el PIB) en las regiones objetivo 1 ha tenido lugar en el periodo 2000-06, con un crecimiento medio anual del 4,7 por 100, frente al 3,5 por 100 en el periodo 1994-99. No obstante, fue en este último periodo 1994-99 donde mayor fue el crecimiento diferencial del esfuerzo inversor en I+D en relación con las regiones no-objetivo 1 (la ratio I+D/PIB creció a una tasa media del 3,5 por 100, frente a un 0,8

CUADRO N.º 2

GASTO EN I+D DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS (PORCENTAJE DEL PIB)

	1987	1994	1999	2000	2006	2007	TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO	
							1994-99	2000-06
Andalucía (*)	0,34	0,48	0,62	0,65	0,89	1,01	5,1	5,4
Aragón	0,44	0,59	0,74	0,68	0,87	0,91	4,4	4,0
Asturias (*)	0,39	0,48	0,58	0,82	0,88	0,94	4,0	1,1
Baleares	0,13	0,12	0,23	0,22	0,29	0,33	12,3	4,9
Canarias (*)	0,18	0,50	0,45	0,47	0,65	0,63	-2,4	5,4
Cantabria	0,35	0,55	0,59	0,46	0,79	0,89	1,5	9,0
Castilla-La Mancha (*)	0,10	0,19	0,33	0,56	0,47	0,59	10,9	-2,8
Castilla y León (*)	0,27	0,62	0,62	0,64	0,97	1,1	-0,2	7,0
Cataluña	0,62	0,85	1,03	1,06	1,42	1,48	3,7	4,9
Extremadura (*)	0,24	0,38	0,40	0,54	0,72	0,75	1,0	5,0
Galicia (*)	0,22	0,37	0,54	0,64	0,89	1,03	7,6	5,5
Rioja (La)	0,06	0,25	0,46	0,57	1,04	1,18	12,2	10,0
Madrid	1,66	1,77	1,57	1,57	1,96	1,96	-2,5	3,7
Murcia (*)	0,33	0,46	0,62	0,68	0,76	0,91	6,0	1,8
Navarra	0,46	0,67	0,91	0,86	1,91	1,89	6,2	13,2
País Vasco	0,75	0,98	1,12	1,16	1,58	1,87	2,8	5,2
Comunidad Valenciana (*)	0,24	0,52	0,59	0,71	0,95	0,95	2,5	5,0
Regiones obj. 1	0,27	0,47	0,56	0,64	0,85	0,94	3,5	4,7
Regiones no obj. 1	0,92	1,09	1,14	1,15	1,53	1,58	0,8	4,7
Total	0,64	0,79	0,88	0,91	1,20	1,27	2,0	4,7

Nota: (*) Regiones objetivo 1.

Fuente: INE.

por 100 en las regiones no-objetivo 1). En el periodo 2000-06, la ratio I+D/PIB ha crecido a una tasa similar en ambos tipos de regiones (4,7 por 100 al año).

El cuadro n.º 3 muestra la distribución regional del *stock* de capital tecnológico medido a partir de los datos de inversión en I+D. En 1987 las regiones objetivo 1 concentraban una cuarta parte del *stock* de capital tecnológico español, mientras que las tres cuartas partes restantes correspondían a las regiones no-objetivo 1. No obstante, la mayor parte de este *stock* de capital pertenecía a las comunidades de Madrid y Cataluña (68 por 100). Al final del período, 2007, las regiones objetivo 1 concentran un porcentaje de capital tecnológico menor (67,4 por 100), mientras que las regiones no-objetivo 1, que partían de una posición menos favorable, han mejorado (32,6 por 100). Madrid y Cataluña siguen absorbiendo la mayor parte de este capital, aunque una de las regiones objetivo 1, Andalucía, concentra casi un 10 por 100 del *stock* de capital tecnológico español (9,6 por 100).

En el cuadro n.º 4 se analizan las cifras de *stock* de capital tecnológico por empleado, confirmando los resultados anteriores. Se observa que es-

ta variable ha aumentado considerablemente en todas las regiones, siendo las comunidades autónomas de La Rioja y Galicia las que han experimentado una mayor tasa de crecimiento del *stock* de capital tecnológico por empleado en todos los períodos considerados. Además, se han reducido las diferencias entre regiones objetivo 1 y regiones no-objetivo 1, ya que la tasa de crecimiento media de las segundas ha sido considerablemente superior a la de las primeras. Aun así, queda reflejada la superioridad de capital tecnológico de las regiones no-objetivo 1 debido a los bajos valores de partida de esta variable en todas las regiones del grupo.

En el gráfico 1 se representa la desviación típica de la relación I+D/PIB y capital tecnológico/empleado de las regiones españolas con objeto de analizar si ha habido una reducción de las desigualdades (convergencia). En ambos casos, el perfil de las series muestra un claro proceso de convergencia en el periodo analizado, si bien hay que atribuirlo a la reducción de las diferencias que tienen lugar hasta finales de los noventa, ya que a partir de entonces las desigualdades se estancan en términos de esfuerzo inversor y experimentan una ligera reducción en términos de capital tecnológico por empleado.

CUADRO N.º 3

DISTRIBUCION REGIONAL DEL CAPITAL TECNOLÓGICO (PORCENTAJES)

	1987	1994	1999	2000	2006	2007
Andalucía (*)	7,1	7,6	8,9	9,1	9,5	9,6
Aragón	2,0	2,3	2,3	2,4	2,2	2,2
Asturias (*)	1,9	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
Baleares	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
Canarias (*)	0,6	1,3	1,9	1,9	2,1	2,1
Cantabria	0,4	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6
Castilla-La Mancha (*)	0,5	0,7	1,3	1,4	1,4	1,4
Castilla y León (*)	4,7	3,9	4,0	3,9	4,3	4,3
Cataluña	15,4	18,8	20,2	20,8	22,2	22,3
Extremadura (*)	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
Galicia (*)	1,8	2,3	2,9	3,0	3,7	3,8
Rioja (La)	0,0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4
Madrid	52,6	44,3	37,6	36,2	31,4	30,8
Murcia (*)	0,7	1,2	1,4	1,4	1,5	1,6
Navarra	0,9	1,4	1,5	1,5	2,0	2,1
País Vasco	8,0	8,4	8,6	8,7	8,5	8,4
Comunidad Valenciana (*)	2,4	4,3	5,6	5,8	7,2	7,5
Regiones obj. 1	20,3	23,8	28,3	28,9	32,1	32,6
Regiones no obj. 1	79,7	76,2	71,7	71,1	67,9	67,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: (*) Regiones objetivo 1.

Fuente: INE, y elaboración propia.

CUADRO N.º 4

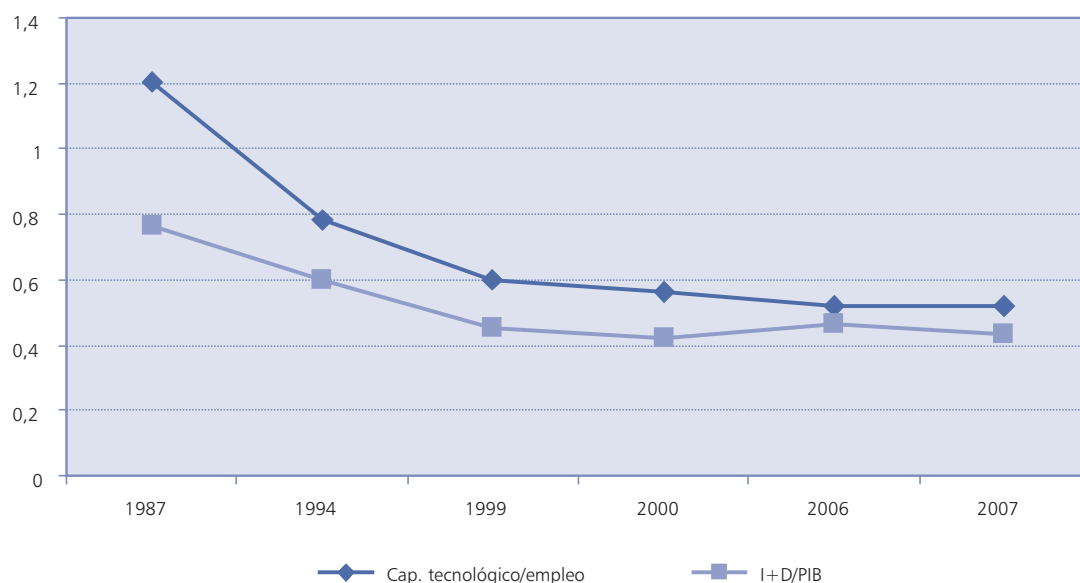
STOCK DE CAPITAL TECNOLÓGICO POR EMPLEADO (EUROS CONSTANTES DE 2000)

	1987	1994	1999	2000	2006	2007	TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO	
							1994-99	2000-06
Andalucía (*).....	341	681	887	919	1.133	1.194	5,3	3,5
Aragón.....	398	880	1.044	1.076	1.268	1.296	3,4	2,7
Asturias (*).....	455	840	1.031	1.047	1.250	1.279	4,1	3,0
Baleares.....	107	197	262	293	410	428	5,6	5,6
Canarias (*).....	119	439	662	718	914	938	8,2	4,0
Cantabria.....	229	652	895	1.000	955	943	6,3	-0,8
Castilla-La Mancha (*).....	84	217	477	535	647	655	15,7	3,2
Castilla y León (*).....	451	775	988	990	1.411	1.471	4,9	5,9
Cataluña.....	641	1.384	1.616	1.687	2.202	2.298	3,1	4,4
Extremadura (*).....	166	364	482	518	754	818	5,6	6,3
Galicia (*).....	149	399	698	748	1.176	1.245	11,2	7,6
Rioja (La).....	8	199	481	559	943	1.001	17,6	8,7
Madrid.....	2.603	3.870	3.499	3.374	3.452	3.526	-2,0	0,4
Murcia (*).....	193	593	732	766	958	1.006	4,2	3,7
Navarra.....	416	1.222	1.313	1.345	2.184	2.377	1,4	8,1
País Vasco.....	978	1.953	2.229	2.297	2.826	2.911	2,6	3,5
Comunidad Valenciana (*).....	161	546	788	833	1.220	1.311	7,3	6,4
Regiones obj. 1.....	251	566	789	826	1.111	1.170	6,6	4,9
Regiones no obj. 1.....	1.217	2.107	2.138	2.144	2.480	2.558	0,3	2,4
Total.....	683	1.280	1.441	1.468	1.778	1.845	2,4	3,2

Nota: (*) Regiones objetivo 1.

Fuente: INE, y elaboración propia.

GRÁFICO 1
 σ -CONVERGENCIA EN I+D/PIB Y CAPITAL TECNOLÓGICO/PIB
 Desviación típica del log



V. EL IMPACTO DEL CAPITAL TECNOLÓGICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS

1. Aproximación metodológica

Bajo el supuesto de que la tecnología que caracteriza el proceso productivo es de tipo Cobb-Douglas, la función de producción aumentada al incorporar el capital tecnológico adopta la siguiente expresión:

$$Y_{it} = A_{i0} L_{it}^{\alpha} K_{it}^{\beta} R_{it}^{\gamma} \quad [6]$$

donde Y_{it} es el valor añadido bruto de la región i en el año t , $A_{it} = A_{i0} e^{\mu t}$, donde A_{i0} es el nivel inicial de eficiencia o productividad, μ es la tasa de progreso técnico, L_{it} es el empleo, K_{it} es el capital físico, y R el capital tecnológico.

O en forma logarítmica:

$$\ln Y_{it} = \ln A_{i0} + \mu t + \alpha \ln L_{it} + \beta \ln K_{it} + \gamma \ln R_{it} \quad [7]$$

Para calcular el valor de la PTF, Solow (1957) considera una función de producción con dos factores (capital y trabajo) con rendimientos a escala constantes:

$$Y_{it} = A_{it} F(L_{it}, K_{it}) \quad [8]$$

Si asumimos competencia perfecta y maximización de beneficios, la PTF se calcula de forma residual como diferencia entre el valor de la producción y la contribución de los *inputs*.

Si el punto encima de las variables denota tasas de crecimiento y s_{ki} y s_{Li} la participación del capital y el trabajo en la renta ($s_{ki} + s_{Li} = 1$), la tasa de crecimiento de la PTF es la siguiente:

$$\dot{PTF}_{it} = \dot{A}_{it} = \dot{Y}_{it} - s_{Li} \dot{L}_{it} - s_{Ki} \dot{K}_{it} \quad [9]$$

Si la tasa de crecimiento se aproxima por diferencias logarítmicas (Gumbau y Maudos, 2006):

$$\begin{aligned} PTF_{it} &= [\ln PTF_{it} - \ln PTF_{i,t-1}] = [\ln Y_{it} - \ln Y_{i,t-1}] - \\ &- [1/2(s_{Li,t} + s_{Li,t-1})][\ln L_{it} - \ln L_{i,t-1}] - \\ &- [1/2(s_{Ki,t} + s_{Ki,t-1})][\ln K_{it} - \ln K_{i,t-1}] \end{aligned} \quad [10]$$

En el caso que nos ocupa, donde el interés es analizar la evolución de la PTF a escala regional y el papel del capital tecnológico, es de interés comparar los niveles de PTF entre regiones. Como muestran Jor-

genson y Nishimizu (1978), Denny, Fuss y May (1981) y Christensen, Cummings y Jorgenson (1981), la expresión equivalente a [10] en forma de índice de eficiencia relativa (a un individuo de referencia) viene dada por la expresión [11]. En concreto, la diferencia entre el nivel de PTF de la región i en el periodo t y la región j en el periodo b es igual a la diferencia logarítmica de la producción menos la diferencia logarítmica de los *inputs*, ponderada esta última por las participaciones en la renta de los *inputs* regionales:

$$\begin{aligned} [\ln PTF_{it} - \ln PTF_{jb}] &= [\ln Y_{it} - \ln Y_{jb}] - \\ &- [1/2(s_{Li,t} + s_{Lj,b})][\ln L_{it} - \ln L_{jb}] - \\ &- [1/2(s_{Ki,t} + s_{Kj,b})][\ln K_{it} - \ln K_{jb}] \end{aligned} \quad [11]$$

A partir de [11], la PTF_{it} de la región i en el año t puede expresarse en relación con la PTF de la región de referencia j en el año base (b). En nuestro caso, hemos elegido el valor de España como «región» de referencia en el año inicial, 1986.

Finalmente, el análisis del efecto del capital tecnológico y sus efectos *spillover* sobre la evolución de la productividad se realiza mediante la estimación de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln(PTF_{it}) &= \beta_1 \ln(R/L)_{it} + \\ &+ \beta_2 \ln(Spillers/L)_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad [12]$$

2. Resultados

El cuadro n.º 5 muestra la evolución de los niveles de la PTF de las regiones españolas en el periodo 1987-2006, así como en los años relevantes de programación de las ayudas de los fondos estructurales. Como muestran las últimas filas del cuadro, en el año inicial (1987), la brecha en términos de PTF entre las regiones objetivo 1 y el resto de las regiones era considerable (casi un 25 por 100), si bien se ha ido reduciendo progresivamente a lo largo del periodo. No obstante, a pesar del proceso de convergencia que se ha producido entre ambos tipos de regiones, las diferencias en 2006 en los niveles de PTF siguen siendo muy elevadas. Obsérvese que desde mediados de los noventa, y con más intensidad desde el año 2000, la PTF de la economía española se ha reducido, siendo una de las características (debilidades) del modelo reciente de crecimiento de nuestra economía (crecimiento sin productividad). En concreto, según nuestras estimaciones, en el periodo 2000-06 la PTF de la economía española ha caí-

CUADRO N.º 5

NIVELES DE PTF EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS
PTF 1987 ESPAÑA = 100

	1987	1994	1999	2000	2006
Andalucía (*).....	101,3	101,7	97,2	98,0	90,7
Aragón.....	86,9	95,1	93,4	92,7	88,6
Asturias (*).....	78,7	86,1	90,1	91,9	90,4
Baleares	151,2	147,2	123,7	118,9	104,4
Canarias (*).....	108,2	97,4	92,4	91,9	84,5
Cantabria	86,0	96,1	95,4	95,3	91,6
Castilla-La Mancha (*).....	80,8	88,0	90,2	90,1	87,9
Castilla y León (*).....	78,5	85,2	82,3	83,3	79,3
Cataluña	106,9	111,0	106,5	105,4	101,3
Comunidad Valenciana (*).....	104,0	105,3	102,3	102,6	95,8
Extremadura (*).....	54,2	60,9	61,8	63,9	66,4
Galicia (*).....	68,9	76,0	88,1	88,0	84,9
Madrid.....	106,4	101,0	96,6	97,9	87,8
Murcia (*).....	107,7	110,2	104,6	105,7	99,1
Navarra	105,2	108,5	109,7	109,8	106,6
País Vasco	87,9	100,1	98,8	100,1	93,8
Rioja (La).....	129,9	128,6	124,6	122,8	113,8
Regiones objetivo 1 (1)	89,8	92,4	92,4	93,0	87,7
Regiones no objetivo 1 (2)	112,0	114,7	111,2	110,1	103,9
Total (España)	100,0	103,4	102,2	102,0	96,3
[(2)-(1)]/(1) (porcentaje)	24,7	24,1	20,4	18,4	18,5

Nota: (*) Regiones objetivo 1.

Fuente: Elaboración propia.

do a una media anual de casi el 1 por 100. En el periodo previo de fondos estructurales (1994-99), la PTF de las regiones objetivo 1 se mantuvo estable, mientras que en las no-objetivo 1 cayó a una tasa media del 0,6 por 100.

El cuadro n.º 6 contiene los resultados de la estimación de la ecuación [12] en el periodo 1987-2006 utilizando como unidad de análisis las comunidades autónomas españolas. Dada la estructura de panel de la información disponible, la estimación se ha realizado introduciendo efectos fijos y temporales, reportándose las estimaciones correspondientes al modelo de efectos fijos (estimador *within-groups*).

En la primera columna (parte a) se reportan los resultados correspondientes a la estimación básica de referencia, donde se analiza el efecto del capital tecnológico sobre la productividad. El efecto positivo y estadísticamente significativo muestra la importancia del capital tecnológico a la hora de explicar las diferencias regionales de PTF. En concreto, ante un crecimiento del *stock* de capital tecnológico por ocupado del 10 por 100, la PTF mejora un 4,2 por 100 (3). Los resultados se mantienen en caso de elimi-

nar de la muestra a Baleares y Canarias (columna [b]), ya que es necesario prescindir de estas dos comunidades a la hora de introducir los efectos *spillover*.

En la columna [c] se muestran los resultados de la estimación introduciendo, además del *stock* de capital tecnológico de cada región, la media ponderada de los *stocks* del resto de regiones con las cuales se tienen relaciones comerciales, ponderando cada región en función de la importancia relativa de los flujos comerciales. Se muestra que el *stock* de capital propio sigue teniendo un impacto positivo y estadísticamente significativo (con una elasticidad del 4 por 100), siendo también positiva y significativa la contribución de los efectos *spillover* de carácter tecnológico. Se constata que los efectos *spillover* tienen una importancia cuantitativa mucho más elevada, con una elasticidad del 29,5 por 100.

Los resultados se mantienen cuando el *stock* de capital tecnológico del resto de regiones se pondera en función de la distancia. En ese caso (columna [d]), la elasticidad del capital propio es del 3,7 por 100, aumentando la correspondiente a los efectos *spillover* (39,8 por 100).

CUADRO N.º 6

EL IMPACTO DEL CAPITAL TECNOLÓGICO EN LA PTF DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS (1987-2006)

A) ESTIMACIÓN EN NIVELES (CON EFECTOS FIJOS Y TEMPORALES)				
	Todas las CC.AA.	Excluidas Baleares y Canarias		
	[a]	[b]	[c]	[d]
<i>Ln</i> (Capital tecnológico por ocupado)	0,042 (4,704)	0,047 (6,762)	0,04 (6,430)	0,037 (7,113)
<i>Ln</i> (<i>Spillover</i> tecnológicos —ponderados por flujos comerciales— por ocupado)			0,295 (8,777)	
<i>Ln</i> (<i>Spillover</i> tecnológicos —ponderados por distancia— por ocupado)				0,398 (14,629)
R2 ajustado	0,92	0,94	0,96	0,97
Número de observaciones	340	300	300	300
B) ESTIMACIÓN EN PRIMERAS DIFERENCIAS (CON EFECTOS FIJOS)				
	Todas las CC.AA.	Excluidas Baleares y Canarias		
	[a]	[b]	[c]	[d]
<i>Ln</i> (Capital tecnológico por ocupado)	0,038 (3,121)	0,041 (3,254)	0,028 (1,962)	0,029 (1,975)
<i>Ln</i> (<i>Spillover</i> tecnológicos —ponderados por flujos comerciales— por ocupado)			0,087 (1,628)	
<i>Ln</i> (<i>Spillover</i> tecnológicos —ponderados por distancia— por ocupado)				0,089 (1,646)
R2 ajustado	0,15	0,09	0,10	0,10
Número de observaciones	300	285	285	285

Nota: V. dep. PTF
Entre paréntesis, ratio-t.

Si en lugar de estimar la ecuación en niveles con efectos fijos y temporales, se hace en primeras diferencias (tasas de crecimiento), los resultados de la parte B del cuadro n.º 6 indican nuevamente que el *stock* de capital tecnológico tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la PTF, si bien la elasticidad se reduce ligeramente. Sin embargo, en este caso, los efectos *spillover*, si bien tienen un impacto positivo (pero mucho más reducido) sobre las ganancias de productividad, éste sólo es estadísticamente significativo al 10 por 100.

VI. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es analizar la importancia del capital tecnológico en la explicación de las diferencias observadas en la productividad de las regiones españolas, poniendo especial atención en el

papel que los fondos estructurales han tenido para cerrar la brecha tecnológica existente entre las regiones objetivo 1 y el resto de regiones.

Del análisis realizado se desprenden las siguientes conclusiones:

1. A pesar de los esfuerzos realizados, la situación actual de las regiones objetivo 1 sigue caracterizándose por un reducido tamaño del sistema ciencia-tecnología-empresa, dificultades para la transferencia de tecnología, falta de apoyo a la financiación de actuaciones de innovación tecnológica empresarial, necesidad de adecuación del sistema público de I+D a las demandas de los sectores productivos, etc. En consecuencia, las actuaciones más recientes dirigidas a las regiones objetivo 1 en el terreno tecnológico se han encaminado a incrementar el gasto en I+D+i y, en especial, el porcentaje de ejecución privada de dicho gasto.

2. Los indicadores de I+D+i muestran que, si bien sigue existiendo una importante brecha tecnológica entre las regiones objetivo 1 y el resto de regiones españolas, la brecha se ha reducido con el paso del tiempo gracias, en parte, a las ayudas de los fondos estructurales. Así pues, estos fondos han contribuido considerablemente al aumento del potencial tecnológico de las regiones objetivo 1.

3. En relación con el periodo 1994-99, bajo el periodo de programación del MAC 2000-06 se produce un importante aumento en la financiación europea de I+D, con una ayuda total de 3.266,2 millones de euros. La mayor orientación del MAC hacia la sociedad del conocimiento se pone de manifiesto en el aumento del total de ayudas destinadas a este tipo de actividad (7,9 por 100), que más que duplica el porcentaje respecto al anterior MAC 1994-1999. Con respecto al total de la inversión en I+D de las regiones objetivo 1, las ayudas europeas representan el 16,7 por 100.

4. En términos de la relación gastos en I+D/PIB, el mayor crecimiento en las regiones objetivo 1 ha tenido lugar en el periodo de programación de los fondos comunitarios 2000-06, con un crecimiento medio anual del 4,6 por 100, frente al 3,5 por 100 en el periodo 1994-99. No obstante, fue en el periodo 1994-99 cuando mayor fue el crecimiento diferencial en relación con las regiones no-objetivo 1.

5. En términos de *stock* de capital tecnológico por ocupado, el mayor crecimiento en las regiones objetivo 1 se ha producido en el periodo 1994-99 (6,6 por 100 al año), tasa que contrasta con la de las regiones no-objetivo 1 (0,3 por 100). Bajo el MAC 2000-06 el crecimiento se ha desacelerado, si bien sigue siendo superior al de las regiones no-objetivo 1.

6. Las estimaciones realizadas muestran la importancia que el *stock* de capital tecnológico tiene en la explicación de las ganancias de productividad de las regiones españolas. En concreto, la elasticidad de la PTF al capital tecnológico se sitúa en torno al 4 por 100, siendo muy importante, además del esfuerzo inversor propio, el del resto de las regiones. Así, la elevada elasticidad de la PTF al capital tecnológico del resto de las regiones (ponderado bien por la intensidad de los flujos comerciales o, inversamente, por la distancia) indica la existencia de importantes efectos *spillover*.

7. En el contexto reciente del modelo de crecimiento de la economía española, caracterizado por

la caída en los niveles de PTF, las regiones objetivo 1 han acortado la brecha en productividad que las separaba del resto de regiones, si bien en 2006 siguen siendo un 19 por 100 menos productivas. El mayor ritmo de crecimiento del *stock* de capital tecnológico en las regiones objetivo 1 y el impacto positivo de dicho capital sobre la evolución de la PTF muestra la importancia que la inversión en I+D+i (parte de la cual la han financiado los fondos estructurales) ha tenido para cerrar parte de la brecha de eficiencia y, por esta vía, favorecer el proceso de convergencia.

NOTAS

(*) Los autores agradecen la ayuda económica del Ministerio de Ciencia y Tecnología-FEDER (proyecto SEC2007-60320/ECON). Joaquín Maudos también agradece la financiación del Ministerio (SEC2008-03813/ECON) y de la Generalitat Valenciana (ACOMP/2007/158 y PROMETEO/2009/066).

(1) Sin embargo, en las aplicaciones empíricas los resultados no son normalmente sensibles a la tasa de depreciación utilizada.

(2) Si bien se dispone de información de gastos en I+D, producción y empleo hasta 2007, el *stock* de capital privado está disponible hasta 2006.

(3) BALMASEDA y MELGUIZO (2007) obtienen una elasticidad del capital tecnológico en torno al 6 por 100. En ESCRIBÁ y MURGUI (2007), la elasticidad presenta valores de alrededor del 2 por 100 para el *stock* que denominan oficial, y del 5 por 100-6 por 100 para el efectivo y corregido, respectivamente. La elasticidad de los *spillover* es muy superior, y varía entre el 10 y el 13,4 por 100.

BIBLIOGRAFÍA

- AUDRETSCH, D., y FELDMAN, M. (1996), «R&D spillovers and the geography of innovation and production», *American Economic Review*, 86: 641-652.
- AGHION, P., y HOWITT, P. (1992), «A model of growth through creative destruction», *Econometrica*, 60, 2: 323-351.
- BALSAMEDA, M., y MELGUIZO, A. (2007), «I+D como factor productivo en la economía española: un análisis empírico regional y sectorial», *Hacienda Pública Española*, 180: 9-34.
- BENEITO, P. (2001), «R&D productivity and spillovers at the firms level: evidence from Spanish panel data», *Investigaciones Económicas*, XXV: 289-313.
- BOTTAZZI, L., y PERI, G. (2003), «Innovation and spillovers in regions: evidence from European patent data», *European Economic Review*, 47: 687-710.
- COE, D., y HELPMAN, E. (1995), «International R&D spillovers», *European Economic Review*, 39: 859-887.
- CHRISTENSEN, R.; CUMMINGS, C., y JORGENSON, W. (1981), «Relative productivity levels», *European Economic Review*, 16: 61-94.
- DENNY, M.; FUSS, M.A., y MAY, J.D. (1981), «Intertemporal changes in regional productivity in Canadian manufacturing», *Canadian Journal of Economics*, 14: 390-408.
- ESCRIBÁ, J., y MURGUI, M.J. (2007), «El capital tecnológico como factor de producción en las regiones españolas, 1980-2000», *Investigaciones Regionales*, 10: 33-52.

GROSSMAN, G., y HELPMAN, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.

— (1994), «Protection for sale», *American Economic Review*, 84: 833-850.

GUMBAU-ALBERT, M., y MAUDOS, J. (2006), «Technological activity and productivity in the Spanish regions», *The Annals of Regional Science*, 40(1): 55-80.

HALL, B. (1988), «L'effet des dépenses en R&D sur la productivité du travail au Québec», *Actualité Économique*, 64(3).

HALL, B., y MARAISSE, J. (1992), «Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms», *Working Paper n.º 3956*, National Bureau of Economic Research.

JORGENSEN, D.W., y NISHIMIZU, M. (1978), «USA and Japanese economic growth, 1952-1974: an international comparison», *The Economic Journal*, 88: 707-726.

MARTÍN, C.; MORENO, L., y RODRÍGUEZ, L. (1991), «Estimación de la distribución regional de las actividades de I+D», *Documentos de Trabajo*, n.º 71/1991, FIES.

PAKES, A., y SCHANKERMAN, M. (1984), «The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources», en *R&D, patents and productivity*, Z. Griliches (ed.), NBER.

ROMER, P. (1990), «Endogenous technical change», *Journal of Political Economy*, 98(5): 71-105.

SOLOW, R.M. (1957), «Technical change and the aggregate production function», *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n.º 3: 312-320.