

**IMPACTO ECONÓMICO DE LA PARTICIPACIÓN  
EN EL PROGRAMA MARCO DE I+D.  
Evidencia empírica para  
el caso de las empresas españolas**

**Ascensión Barajas, Elena Huergo y Lourdes Moreno  
CDTI y Universidad Complutense**

**Octubre, 2009**



Centro para el Desarrollo  
Tecnológico Industrial

**Impacto económico de la participación en el  
Programa Marco de I+D. Evidencia empírica para  
el caso de las empresas españolas**

El CDTI, al publicar esta serie, pretende facilitar la difusión de estudios de interés que contribuyan al mejor conocimiento de la investigación, el desarrollo y la innovación.

Los análisis, opiniones y conclusiones de estas investigaciones representan las ideas de los autores, con las que no necesariamente coincide el CDTI.

El CDTI difunde algunos de sus informes más importantes a través de  
INTERNET.

<http://www.cdti.es>

# **Impacto económico de la participación en el Programa Marco de I+D. Evidencia empírica para el caso de las empresas españolas**

**Ascensión Barajas (CDTI)**  
**Elena Huergo (Universidad Complutense)**  
**Lourdes Moreno (Universidad Complutense)**

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es determinar los efectos que tiene la participación en el Programa Marco de I+D de la UE (PM) en los resultados económicos de las empresas. Con este fin, se analiza la participación de las empresas españolas en este programa durante el periodo 1995-2005, obteniéndose los siguientes resultados: 1º) la cooperación tecnológica en el PM tiene un efecto positivo en la capacidad tecnológica de las empresas, representada por sus activos intangibles y 2º) la capacidad tecnológica de las empresas está positivamente relacionada con su productividad laboral. Ambos efectos se confirman una vez transcurridos cinco años desde la aprobación del proyecto por parte de la Comisión Europea.

***Palabras clave:*** *Cooperación tecnológica internacional; Programa Marco; análisis de impacto*

*J.E.L.: H81, L2, O3*

# **Economic impact of the participation in the R&D Framework Programme. Empirical evidence for the case of Spanish firms**

**Ascensión Barajas (CDTI)  
Elena Huergo (Universidad Complutense)  
Lourdes Moreno (Universidad Complutense)**

## **Abstract**

The objective of this paper is to analyse the effects of international R&D cooperation on firms' economic performance. Our empirical analysis, based on Spanish firms' participation in the Framework Programme (FP) between 1995 and 2005, has confirmed that: (1) cooperation within the FP has a positive impact on the technological capacity of firms, captured throughout intangible fixed assets and (2) the technological capacity of firms is positive related to their economic performance, measured by labour productivity. Both effects are confirmed five year after the project awarding.

**Key words:** *International R&D cooperation; Framework Programme; impact assessment.*

*J.E.L. Classification: H81, L2, O3*

## **IMPACTO ECONÓMICO DE LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA MARCO DE I+D. EVIDENCIA EMPÍRICA PARA EL CASO DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS**

El objetivo de este trabajo es analizar los efectos que tiene en la empresa la cooperación tecnológica dentro del Programa Marco de I+D de la Unión Europea (en adelante, PM), explorando la relación que existe entre cooperación, generación de conocimiento y resultados económicos. El análisis empírico se centra en las empresas españolas participantes en consorcios financiados por el PM entre los años 1995 y 2005.

Los consorcios formados bajo el paraguas del PM han sido considerados por la literatura una manifestación clara de procesos de cooperación tecnológica internacional, ya que en ellos se involucran socios procedentes de diversos países, comprometiendo recursos propios en actividades de I+D, con el objetivo de obtener resultados innovadores y apropiarse de ellos según los acuerdos de propiedad establecidos *a priori*. Algunos estudios han demostrado que el PM ha contribuido a la formación y consolidación de redes de I+D en el área europea (Roediger-Schluga y Barber, 2006; Breschi y Cusmano, 2006). Sin embargo la evidencia empírica sobre los efectos del PM en los resultados económicos de las empresas es muy escasa.

Los principales obstáculos a los que se enfrentan los investigadores que intentan medir el impacto de la participación en el PM son dos. El primero se refiere a cómo evitar el sesgo de autoselección derivado de considerar exclusivamente los proyectos financiados, y el segundo a cómo unir los micro datos disponibles sobre la participación, por un lado, y sobre la obtención de resultados económicos, por otro. Todo ello considerando un plazo suficientemente amplio para captar los efectos a largo plazo de los proyectos de I+D.

Respecto al primer problema, en la línea de un trabajo anterior de Barajas y Huergo (2009), nuestra aproximación empírica tiene en cuenta que la cooperación en el PM es el resultado de dos decisiones. En primer lugar, las empresas deciden si se involucran o no en el consorcio y en segundo lugar, la agencia (en este caso la Comisión Europea, CE) decide financiar o no el proyecto tras la correspondiente evaluación. Para captar este doble proceso, consideramos una ecuación de selección, evitando así el sesgo que podría introducirse en los resultados si se consideraran

sólo las propuestas aprobadas por la CE. En un análisis posterior, se determinan los efectos tecnológicos y económicos atribuibles a la participación en consorcios del PM.

El segundo obstáculo al que nos referíamos se ha resuelto uniendo dos bases de datos complementarias. La primera de ellas recoge información sobre la participación española en el PM y está gestionada por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial). Esta base de datos permite distinguir entre propuestas aprobadas y rechazadas, es decir, entre la decisión de solicitar por parte de la empresa y la selección por parte de la agencia. Adicionalmente, se utilizan los datos contenidos en la base SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), que recoge las cuentas financieras de más de un millón de empresas españolas. Esto nos permite construir una muestra de control con información sobre variables económicas. En conjunto, se ha construido una muestra homogénea que contiene información sobre más de 50.000 empresas y para un amplio horizonte que abarca desde 1995 a 2005.

En comparación con otros estudios de impacto sobre el PM, las características de nuestra base de datos permiten realizar un análisis más preciso y detallado. La literatura previa sobre este tema ha confirmado el efecto positivo que tiene la participación en el PM sobre la capacidad tecnológica de las empresas, pero no se han encontrado efectos significativos en los resultados económicos. El presente trabajo, basado en los planteamientos de Crepon, Duguet y Mairesse (1998), considera que las capacidades tecnológicas tienen un efecto directo sobre la productividad y, así pues, la participación en el PM puede tener también un efecto indirecto en esta medida de éxito económico.

Además, nuestra base de datos contiene información para un periodo suficientemente amplio para captar el impacto de la cooperación a largo plazo, un enfoque necesario para el caso de los proyectos financiados por el PM, dadas sus peculiares características (en general, proyectos de gran alcance con objetivos a medio y largo plazo). Por lo tanto, para medir resultados se ha utilizado un horizonte temporal de cinco años a partir del año en que la CE aprueba el proyecto. Debido a las limitaciones de la información disponible, otros trabajos no pueden utilizar un intervalo homogéneo para toda la muestra o se ven obligados a considerar periodos más cortos<sup>1</sup>.

Tras esta breve introducción, el primer apartado resume la literatura previa centrada en el impacto de la cooperación y, más concretamente, en el PM. Además se incluye una revisión de los trabajos sobre el efecto de la cooperación tecnológica en la empresa española. En el segundo apartado se presenta la base de datos y el modelo utilizado para el posterior análisis empírico, recogido en el epígrafe tres. El último apartado recopila las conclusiones del trabajo, señalando algunos aspectos relevantes para los decisores políticos.

---

<sup>1</sup> Benfratello y Sembenelli (2002) consideran una muestra de empresas participantes durante el periodo 1992-1994 indistintamente y analizan sus resultados económicos para el periodo 1995-1996. Dekker y Kleinknecht (2008) utilizan información de empresas financiadas en el IV y V PM, pero no disponen de información sobre el año de la concesión de la ayuda y miden el impacto considerando las ventas de nuevos productos introducidos en el mercado durante el periodo 2002-2004 para el total de la muestra.



## I. EL IMPACTO DE LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

El origen de los estudios sobre el efecto de la cooperación hay que buscarlo en el marco de literatura que analiza el impacto de la I+D. Siguiendo el trabajo de referencia de Solow (1957) y otros autores que, posteriormente, incorporan la I+D (o el capital tecnológico) en la función de producción como un factor endógeno (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991), muchos estudios tratan de cuantificar la contribución de la tecnología al crecimiento económico de un país, una industria o una empresa, llegando a la conclusión de que el retorno privado de las inversiones en I+D se ve superado por el retorno social de las mismas. Es decir, los beneficios obtenidos por el país, la industria o la empresa que ha generado el nuevo conocimiento son menores que los que obtiene la sociedad en general. Las investigaciones empíricas de Griliches (1992), Mohnen (1996) y Nadiri (1993) confirman que, por término medio, el retorno social puede superar al privado entre un 50 y un 100%. Griliches y Mairesse (1984), Jaffe (1986) y Verspagen (1995) demuestran que esos efectos desbordamiento característicos de las actividades de I+D son los responsables del incremento de beneficios cuando el nuevo conocimiento fluye de unas organizaciones a otras.

En los años 90, la mayor disponibilidad de datos referidos a la actividad innovadora de las empresas abre nuevas líneas de investigación basadas en enfoques más cercanos a la realidad. Uno de los trabajos más relevantes es el de Crepon, Duguet y Mairesse (1998), quienes, usando datos procedentes de la encuesta de innovación francesa, construyen un modelo (conocido como “modelo CDM”) que considera que el efecto de la I+D en la productividad de una empresa proviene de los resultados tecnológicos conseguidos, y no directamente de su actividad en I+D. Su análisis empírico demuestra que, a su vez, los resultados tecnológicos se ven favorecidos por la intensidad en I+D y por la dinámica innovadora del sector. Además, la introducción de innovaciones en el mercado tiene un efecto positivo en la productividad, una vez controlado el efecto de otras variables, como la cualificación de los recursos humanos y la dotación de capital físico.

El modelo básico CDM, incluye variables que cuantifican el esfuerzo interno en I+D, pero no tiene en cuenta el efecto desbordamiento procedente del exterior, los denominados *spillovers*. Cincera et al. (2003)

sostienen que la participación de la empresa en procesos de cooperación tecnológica es una alternativa para acceder voluntariamente a conocimiento externo y también para controlar los flujos involuntarios de información hacia el exterior. De hecho, son varios los trabajos que demuestran que existe una relación directa entre la propensión a cooperar y la relevancia de los spillovers en el proceso de innovación.

Así, Cassiman y Veugelers (2002) comprueban que, en el caso de las empresas belgas, la cooperación es una estrategia utilizada para internalizar spillovers en el marco de consorcios formalmente organizados. La evidencia confirma que aquellas empresas que valoran más el conocimiento procedente del exterior, tienen una mayor probabilidad de cooperar. Basándose en este trabajo y utilizando datos de la Encuesta Comunitaria de Innovación (CIS), se han llevado a cabo algunos estudios que destacan la relevancia de los spillovers como factor explicativo de la cooperación tecnológica (Abramovsky et al., 2009).

En cuanto a la literatura que analiza el efecto de la cooperación tecnológica en el comportamiento económico de las empresas, está caracterizada por la heterogeneidad de los modelos planteados, debido, en parte, a la relativa novedad de esta corriente de investigación. La mayor parte de los trabajos están dirigidos a cuantificar el impacto de la cooperación en los resultados tecnológicos y, en menor medida, en los resultados económicos. Cuando la información disponible lo permite, también se estudia la relación entre diferentes efectos de la cooperación y el tipo de socio elegido por la compañía para llevar a cabo el proyecto conjunto.

Uno de los primeros trabajos que analiza el efecto de la cooperación en los resultados económicos fue el de Siebert (1996). Este autor utiliza una muestra de 314 acuerdos identificados como *joint ventures* tecnológicas registradas entre 1985 y 1992 en Estados Unidos y confirma que el efecto de la intensidad en I+D es mayor en las empresas que cooperaban que en las que no lo hacen. Sin embargo, no puede confirmar el efecto directo de la cooperación en el margen de beneficios.

Las novedades estadísticas introducidas en los noventa permiten distinguir diferentes tipos de cooperación, según el socio elegido por la empresa. Una de las líneas de trabajo más frecuentes en la literatura consiste en introducir en los modelos empíricos variables referidas al

tipo de cooperación y calcular su impacto en algún indicador de resultados innovadores. La mayor parte de los trabajos encuentran una relación positiva entre la cooperación con universidades y centros de investigación y los resultados tecnológicos, medidos por el volumen de ventas debido a nuevos productos (Lööf and Heshmati, 2002; Faems et al., 2005; Lööf and Broström, 2008).

No obstante, debido al interés por conocer el impacto real de la cooperación en los resultados económicos, algunos autores dan un paso más, llevando a cabo una investigación más exhaustiva. En esta línea, uno de los trabajos más citados es el de Belderbos et al. (2004). Estos autores miden el efecto de diferentes tipos de cooperación en los resultados económicos de las empresas holandesas, identificados a través de dos indicadores: el crecimiento del valor añadido por empleado (como indicador de productividad laboral) y el crecimiento del ratio “ventas procedentes de productos nuevos por empleado” (como indicador de la productividad de las ventas innovadoras). Los datos disponibles para el periodo 1996-1998 permiten integrar información sobre la actividad innovadora y económica de más de 2.000 empresas. No se puede constatar que la cooperación con universidades tenga un impacto en la productividad laboral, pero se corrobora un efecto positivo en el crecimiento de las ventas innovadoras. Aschhoff y Smith (2008) aportan nueva evidencia empírica acerca de la relación positiva entre cooperación con universidades e innovaciones de producto, confirmando, además, que existe un efecto en la reducción de los costes por medio de las innovaciones de proceso.

En general, la literatura demuestra que existe una relación positiva entre cooperación tecnológica y resultados innovadores, pero el efecto directo en los resultados económicos no es tan evidente. Teniendo en cuenta los diferentes tipos de procesos de cooperación, la evidencia empírica demuestra que, cuanto más orientados están al mercado los objetivos de la cooperación, más alta es la probabilidad de encontrar efectos económicos positivos (Benfratello y Sembenelli, 2002; Cincera et al., 2003; Belderbos et al., 2004).

### ***El impacto de la cooperación en la empresa española***

Desde la perspectiva de la empresa española, son varios los trabajos que estudian el efecto de la cooperación tecnológica. Nieto y Santama-

ría (2006) analizan el impacto en las PYME y en las grandes empresas, utilizando datos de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) para el periodo 1997-2002. Estos autores comparan los resultados innovadores (en producto y proceso) de las PYME que cooperan y las que no lo hacen. Adicionalmente comparan la mejora en términos innovadores de PYME y empresas grandes que cooperan. Sus resultados confirman que el impacto negativo de ser PYME en la probabilidad de obtener innovaciones es menor cuando la empresa colabora. La diferencia es aún mayor considerando la probabilidad de realizar innovaciones de producto. Para las innovaciones de proceso, el impacto es ligeramente superior en las grandes empresas. Esto confirmaría que, tratándose de innovaciones de producto, el efecto positivo de la cooperación es mayor en las PYME que en las empresas de mayor tamaño.

En un trabajo posterior, introduciendo información sobre el tipo de socio con el que coopera la empresa, Nieto y Santamaría (2007) concluyen que la colaboración con proveedores es la que tiene un mayor impacto en la consecución de innovaciones de producto, claramente por encima de los clientes y de los socios institucionales (universidades y centros tecnológicos).

Surroca y Santamaría (2007) analizan el impacto de la cooperación tecnológica en los resultados de la empresa española considerando el papel mediador que tienen los resultados tecnológicos, esto es, la consecución de innovaciones de producto o de proceso, sobre los económicos. A partir de este planteamiento, que sigue el mencionado modelo CDM para determinar el impacto de la I+D, los autores estudian el efecto que tiene la cooperación según el tipo de socio con quien se lleve a cabo. Así, la cooperación vertical con clientes o proveedores afecta directamente, tanto a los resultados innovadores como a los económicos, debido esto último a la explotación por parte de la empresa de las ventajas asociadas a la pertenencia a una red. La cooperación institucional sólo tendrá efectos en los resultados económicos indirectamente, a través de los resultados innovadores, aunque a largo plazo si que se observa un impacto directo, lo que se explicaría por el cambio que han experimentado universidades y centros públicos de investigación, más orientadas ahora a la investigación aplicada. Por el contrario, la cooperación horizontal tendría un efecto negativo sobre ambos resultados, al tratarse de proyectos cooperativos no competitivos, muy alejados del mercado, pues de otro modo habría conflicto de intereses.

Con el mismo enfoque de Abramovsky et al.(2009), López (2008) confirma para el caso de las empresas españolas, que la probabilidad de cooperar está positivamente relacionada con la importancia concedida a las entradas de *spillovers* (identificados como información pública disponible en el exterior y de utilidad para la actividad innovadora de la empresa) y con la mayor eficiencia de la protección de los derechos de propiedad intelectual.

### ***El impacto de la participación en el Programa Marco***

El PM es el principal instrumento de apoyo a la I+D cooperativa en el ámbito de la Unión Europea. Nació en 1984 con el objetivo de coordinar las actividades dispersas de I+D financiadas por la Comisión Europea. Desde entonces, se han puesto en marcha siete ediciones del PM, que han ido evolucionando hacia presupuestos más elevados, nuevos modelos de participación y prioridades de investigación más amplias (Georghiou, 2001).

A lo largo de las siete ediciones del PM, su marco operativo se ha caracterizado por varios aspectos cruciales. Roediger-Schula y Barber (2006) señalan que todos los proyectos son promovidos por consorcios autogestionados, formados por socios de diverso tipo y procedentes de diferentes países (habitualmente los consorcios están formados por empresas, centros públicos de investigación, universidades y usuarios). Además, los proyectos tienen una duración limitada y se cofinancian con subvenciones de la CE y con fondos privados, aportados por los socios. El proceso de evaluación y selección de proyectos, realizado por expertos independientes en cada área tecnológica, se ha basado tradicionalmente en criterios de excelencia científico-tecnológica y en objetivos socioeconómicos<sup>2</sup>.

En general, la cooperación tecnológica llevada a cabo en el PM se caracteriza por la participación de universidades y centros públicos de investigación en los consorcios y por la relevancia de la investigación precompetitiva. Por lo tanto, podemos considerar que los proyectos del PM se ajustan al modelo de cooperación público-privada o cooperación institucional. De hecho, como se expone a continuación, la literatura

---

<sup>2</sup> Una visión más detallada de los procesos de cooperación que tienen lugar en el PM se puede consultar en Barajas y Huergo (2007).

que se ocupa de analizar el impacto del PM señala que la principal contribución de este programa es la mejora de las capacidades innovadoras de la empresa, no encontrando un efecto directo claro en los resultados económicos.

Las conclusiones a las que han llegado diversos análisis realizados en países europeos como Reino Unido, Austria, Finlandia, Alemania e Irlanda, coinciden en señalar algunos aspectos clave del PM, como son los bajos niveles de comercialización alcanzados, la relevancia del conocimiento científico generado, la adquisición de capacidades tecnológicas o la mejora de la posición en redes (DTI-Office of Science and Technology, 2004). En esta misma línea, Georghiou et al. (1992) demuestran que el beneficio más importante para las empresas participantes en el PM es la mejora de sus capacidades y habilidades tecnológicas. También Luukkonen (1998) señala que la participación en el PM es beneficiosa para mejorar la base innovadora de las empresas, especialmente en los aspectos relacionados con la cualificación de los recursos humanos.

Las peculiaridades del PM en comparación con otros escenarios de cooperación tecnológica internacional han sido puestas de manifiesto en el trabajo de Benfratello y Sembenelli (2002). Estos autores integran la información procedente de 411 empresas participantes en el PM y en la iniciativa Eureka con datos referidos a sus cuentas financieras, facilitados por la base de datos AMADEUS. Comparan el efecto de la cooperación llevada a cabo en cada uno de estos dos programas, demostrando el impacto positivo de Eureka en diversas variables económicas, como productividad laboral o margen de beneficios. Sin embargo, no se confirma ninguno de estos efectos para las empresas participantes en el PM. Los autores atribuyen estas diferencias a los distintos objetivos perseguidos por los dos programas: mientras que Eureka está más orientado al mercado, el PM se centra más en investigación precompetitiva.

Ampliando la perspectiva del análisis, algunos trabajos encuentran diferentes efectos de la participación en el PM relacionados con las características de las empresas participantes. Así, Luukkonen (2000) sugiere que los objetivos comerciales y a corto plazo son mucho más relevantes para las PYME, pues estas empresas no tienen capacidad para mantener una cartera de productos amplia y su estrategia de inno-

vación está basada en periodos de retorno de las inversiones cortos, de manera que esto les permita financiar proyectos de I+D consecutivos (Comisión Europea, 2009). En esta línea, y para el caso concreto de la industria sueca, Arnold et al. (2008) señalan que el impacto del PM depende en gran medida de la rama de actividad. Tras analizar cuatro sectores industriales concluyen que, cuando los objetivos del consorcio están más cerca del mercado y la participación de grandes compañías es más importante, como el las TIC o el automóvil, el impacto económico es mayor. Por el contrario, en las áreas de ciencias de la vida y energía, el impacto más relevante del PM se identifica con la mejora de las capacidades tecnológicas de las PYME.

A unas conclusiones similares llegan Polt et al. (2008) cuando analizan la relación entre la participación en el PM y la actividad innovadora de las empresas participantes. Estos autores disponen de una importante base de datos donde se integran, por un lado, datos procedentes de la CIS y, por otro, información sobre empresas europeas participantes en el V PM y el VI PM de la CE. Según este estudio, las dos características más sobresalientes de las empresas participantes son su mayor intensidad en I+D y las mayores ventajas que obtienen de su posición en una red. Asimismo, están más orientadas a mercados internacionales y muestran una mayor propensión a patentar. En comparación con otro tipo de proyectos financiados con fondos públicos, los proyectos apoyados por el PM están menos orientados al mercado, tienen unos plazos de desarrollo más largos y están enfocados hacia tecnologías que no son centrales para la empresa, más cercanas a la investigación básica. Desde el punto de vista organizativo, el estudio señala que las empresas participantes deben desenvolverse con soltura en un entorno menos flexible y más sujeto a requisitos administrativos. Debido al incremento de la participación de organismos no empresariales, concluyen que está disminuyendo la proporción de resultados de la investigación que podrían convertirse directamente en innovaciones industriales.

Desde una perspectiva diferente, el trabajo de Dekker y Kleinknecht (2008) tiene en cuenta el efecto de la autoselección, analizando si los participantes ubicados en Países Bajos, Alemania y Francia muestran mejores resultados debido a su participación en consorcios del PM o debido a su mejor comportamiento innovador. Los resultados confirman la existencia de un sesgo de autoselección asociado a la participación

del PM, por lo que se estima una ecuación de impacto teniendo presente este hecho. Para la elaboración del análisis empírico, se consideran empresas participantes indistintamente en el IV y V FP y se analizan los efectos en los resultados innovadores, medidos por el logaritmo de las ventas de nuevos productos por empleado. El análisis no puede corroborar la existencia de un efecto positivo sobre los resultados innovadores, pero sí que se demuestra la influencia positiva en la intensidad en I+D, especialmente para las empresas de menor tamaño.

Resumiendo, la evidencia empírica sobre el impacto del PM coincide en señalar que la principal contribución de este programa es la mejora de las capacidades científicas y tecnológicas de las empresas participantes y la obtención de resultados tecnológicos. Las conclusiones sobre el impacto directo en los resultados económicos son más difusas.

## II. EL MODELO EMPÍRICO Y LOS DATOS

El objetivo de este trabajo es analizar los efectos de la participación en los proyectos de I+D del Programa Marco sobre los resultados económicos de las empresas. La efectividad de esta participación en el éxito de la empresa puede verse como un proceso de varias etapas que son consideradas en el modelo empírico. En concreto, la participación en el PM es consecuencia de dos decisiones: la decisión de la empresa de solicitar o no la ayuda y la decisión de la agencia de conceder o rechazar la propuesta. En una segunda etapa, es de esperar que la cooperación favorezca la obtención de resultados tecnológicos por parte de las empresas y, por último, el incremento de conocimiento tecnológico debería afectar positivamente a sus resultados económicos.

Cuando se analiza el impacto de los programas de ayuda pública, la cuestión implícita a la que se debe dar respuesta es la siguiente: ¿qué comportamiento hubieran tenido las empresas financiadas si no hubieran recibido dicha ayuda pública? La limitación para contestar a esta pregunta viene dada por el hecho de que sólo podemos observar a cada empresa en la situación de haber recibido la ayuda o de no haberla recibido, es decir, no es posible observar directamente el efecto adicional de la financiación. Si las ayudas se concedieran aleatoriamente a las



empresas o a los consorcios solicitantes, sería posible obtener el efecto en una determinada variable económica calculando la diferencia del valor medio de dicha variable entre las empresas financiadas y las no financiadas. Sin embargo, es evidente que las ayudas no se conceden aleatoriamente. Por lo tanto, para medir el efecto de las ayudas públicas es necesario estimar o aproximar el contrafactual. Es decir, hay que tener en cuenta que, probablemente, la decisión de financiación por parte de la agencia se basa en las mismas características de la empresa o del consorcio que explican sus resultados económicos. La literatura econométrica ha desarrollado varios métodos que solventan estas dificultades<sup>3</sup>. Uno de los más utilizados, y el que ha sido aplicado en el presente trabajo, es el método de Heckman, que implica estimar la ecuación que explica la asignación de la ayuda (la ecuación de selección).

Pese a que este método es considerado uno de los más fiables para evitar el sesgo de selección, no está exento de dificultades. La principal es la necesidad de contar con información referente a las propuestas denegadas. La mayor parte de la literatura empírica que se ocupa de analizar el impacto de programas públicos sólo dispone de información sobre los proyectos financiados, y, por lo tanto, estos trabajos no son capaces de considerar las diferencias entre la decisión de la empresa de solicitar la ayuda y la selección por parte de la agencia pública (véase, por ejemplo, Blanes y Busom, 2004, que analizan la participación de empresas en programas de subvenciones públicas para la I+D). Sin información completa sobre la solicitud y la concesión, no es posible captar completamente el sesgo de selección.

Sin embargo, la base de datos que se utiliza en el presente trabajo incluye información sobre las propuestas rechazadas. Por tanto, es posible construir un modelo que exprese la probabilidad de participar en el PM como el resultado de dos probabilidades: la probabilidad de solicitar la ayuda y la probabilidad de que ésta sea concedida condicional a haberla solicitado.

Con el objeto de estimar ambas probabilidades, y teniendo presente que pueden existir factores no observables que afecten a ambas decisiones, se han estimado de forma conjunta dos ecuaciones mediante un modelo *probit* con selección muestral. La primera ecuación se refiere

---

<sup>3</sup> Para una exposición detallada de los distintos métodos, véase Aerts, Czarnitzki y Fier (2007).

a la decisión por parte de la empresa de solicitar financiación en el PM. La segunda ecuación se refiere a la decisión de la agencia de concederla o no. Nótese que más de una empresa española puede participar en la misma propuesta y, a su vez, una empresa española puede participar en más de una propuesta cada año. En nuestro caso, para establecer una correspondencia clara entre empresas y proyectos, sólo hemos incluido un proyecto por empresa y año.

La estimación conjunta de ambas ecuaciones permite obtener una predicción de la probabilidad de ser financiado dentro del PM controlando por el efecto de la selección. Las variables concretas utilizadas en cada ecuación y los resultados obtenidos se describen en el epígrafe III.2.

Una vez estimadas conjuntamente ambas ecuaciones, el siguiente paso será estimar el impacto que tiene la participación en el PM en la generación de conocimiento tecnológico. Como se ha señalado en el apartado anterior, los proyectos de I+D financiados por el PM se caracterizan por la participación de varios socios ubicados en distintos países por lo que los aspectos relacionados con la coordinación de socios procedentes de los ámbitos público y privado y la transferencia de conocimiento entre los mismos tienen una gran relevancia. La literatura previa coincide en señalar que uno de los principales beneficios que obtienen las empresas participantes es el acceso y apropiación de nuevo conocimiento. Además una de las características de dichos proyectos es que se trata de proyectos de largo plazo (la duración media suele ser de 24 meses y la fase previa de decisión de la CE suele llevar varios meses adicionales). Es por ello que la medida de resultado tecnológico que se considera en esta ecuación se refiere a un periodo 5 años posterior a la fecha de aprobación del proyecto por parte de la CE.

La generación de nuevo conocimiento se ha aproximado por el cociente entre el inmovilizado inmaterial y el número de empleados. Esta variable constituye una medida indirecta de *output* tecnológico dado que, según la normativa contable española, el inmovilizado intangible incluye los gastos de I+D capitalizados<sup>4</sup> y aquellos que hayan dado lugar al re-

---

<sup>4</sup> Según el Plan Nacional de Contabilidad, publicado en el BOE del 20 de noviembre de 2007, los gastos de I+D se podrán capitalizar cuando cumplan las siguientes condiciones: (1) Estar específicamente individualizados por proyectos y su coste claramente establecido para que pueda ser distribuido en el tiempo y (2) tener motivos fundados del éxito técnico y de la rentabilidad económico-comercial del proyecto o proyectos de que se trate.

gistro de patentes. Además de otras variables de control que se describen en el apartado III.1, como factor explicativo de este resultado tecnológico se considera el valor predicho de la probabilidad de participar en una propuesta financiada del Proyecto Marco que se obtiene de la estimación conjunta previa. Ello permite controlar el sesgo de selección que se produciría si se introdujera en su lugar la participación observada.

Por último, se analiza el impacto que tiene el cociente entre el inmovilizado inmaterial y el empleo (considerado un indicador de generación de conocimiento), sobre los resultados económicos de las empresas. Estos resultados se representan por medio de la productividad laboral, calculada como el cociente entre las ventas y el número de empleados en un año determinado. Al igual que en la ecuación anterior, se ha analizado el impacto una vez transcurridos cinco años desde la fecha de aprobación del proyecto por parte de la CE. Además de las variables de control que se detallan en el apartado III.2, se incluye como factor explicativo la predicción del inmovilizado inmaterial obtenido en la estimación previa<sup>5</sup>.

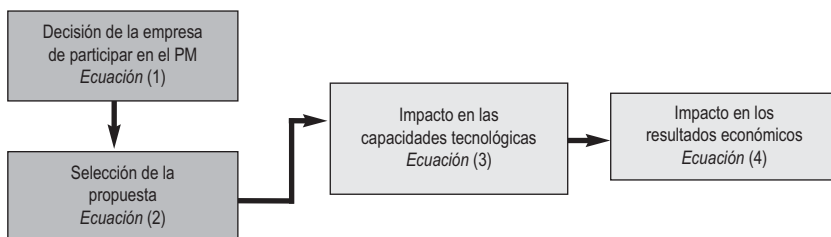
---

<sup>5</sup> Se introduce la predicción en lugar de la variable observada para evitar problemas de endogeneidad (véase Anexo I).

Nótese que, si la participación en el PM tiene efectos positivos sobre los activos intangibles y si la productividad se relaciona positivamente con las capacidades tecnológicas de la empresa –aproximadas por el inmovilizado inmaterial sobre empleo, se confirmaría un efecto positivo indirecto del PM en los resultados económicos de la compañía. Adicionalmente, podría existir un efecto directo de la participación en los resultados tecnológicos.

En resumen, el modelo empírico utilizado en el presente trabajo tiene la siguiente estructura: 1º) la empresa decide si forma parte de un consorcio que presenta una propuesta en el PM; 2º) la CE decide financiar o rechazar la propuesta; 3º) como resultado del proyecto financiado, se incrementan las capacidades tecnológicas de la empresa (representadas por el valor de su inmovilizado inmaterial) y 4º) la aplicación de estas capacidades tecnológicas al proceso productivo conduce a un incremento de la productividad (véase Figura 1). Los detalles técnicos del modelo y de su estimación se presentan en el Anexo I.

**Figura 1: Modelo utilizado en el análisis**



## II.1. Los datos

La información utilizada en el presente análisis procede de dos bases de datos. La primera de ellas ha sido facilitada por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), que es el organismo encargado del mantenimiento y gestión de la información relativa a la participación española en el PM. Esta primera base de datos, a la que denominamos CDTI-PM, incluye información sobre las propuestas, finalmente financiadas o no, en las que participa al menos una empresa española entre 1995 y 2005<sup>6</sup>. El periodo considerado incluye casi la totalidad del IV PM (1994-1998), el V PM (1999-2002) y parte del VI PM (2002-2006).

La segunda base de datos procede del Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI) e incluye un histórico de cuentas anuales de cerca de 1.000.000 de empresas españolas entre 1995 y 2007. De éstas, hemos seleccionado una muestra de control que tiene en cuenta la disponibilidad para cada empresa de información sobre las variables relevantes. Teniendo en cuenta que el tamaño de las empresas españolas es menor que la media europea (Comisión Europea, 2003), se ha diseñado la muestra de control considerando como empresas grandes aquellas con más de 200 empleados en lugar de 250 trabajadores, que suele ser el límite considerado a nivel internacional. En la muestra de control se han incluido todas las empresas de más de 200 trabajadores. Las empresas con un número de empleados entre 10 y 200 se han seleccionado siguiendo un muestreo aleatorio para cada sector CNAE a 2 dígitos, siendo el porcentaje de participación de un 4% respecto al DIRCE, lo que garantiza su representatividad. La cobertura de los datos se ha restringido fundamentalmente a las empresas de más de 10 trabajadores. No obstante, se han incluido 615 microempresas (0,5% respecto al DIRCE, elegidas también aleatoriamente) dado que 219 solicitantes de proyectos pertenecen a esta categoría. Aunque se dispone de información desde 1995, la muestra empleada en algunas estimaciones se ha visto restringida al periodo 1999-2002, debido, por un lado, a la construcción de las variables que reflejan la experiencia en ediciones pasadas del PM y, por otro, a la construcción de las medidas de resultados, que se han tomado con un horizonte temporal de cinco

---

<sup>6</sup> La base de datos global que gestiona el CDTI incluye un conjunto de información mucho más amplio que el empleado en este trabajo, tanto por el periodo abarcado, como por la participación de otros organismos españoles y extranjeros. Para cubrir los fines de esta investigación se ha considerado sólo la información sobre la participación de empresas españolas en el periodo 1995- 2005.

años. Básicamente, la muestra utilizada coincide con el periodo de vigencia del V PM (1999-2002).

La unidad de análisis considerada es la empresa, ya que el objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la participación en el PM desde un punto de vista económico. En este sentido, aunque existen compañías que han presentado más de una propuesta en un mismo año, sólo se considera un proyecto por empresa y año. Al llevar a cabo el proceso de eliminación de propuestas, se ha dado prioridad a aquellas en las que la empresa española había recibido o solicitado mayores importes de subvención. Siguiendo este criterio, se han eliminado de la base de datos 1.555 observaciones, de las que 142 corresponden a proyectos finalmente aprobados por la UE. También se han excluido las observaciones con valores extremos en los ratios de crecimiento de empleo y ventas. En concreto, se han eliminado las observaciones con valores situados en los percentiles extremos (1 y 99%). También se han eliminado las observaciones con valores negativos para productividad e inmovilizado tangible e intangible. Tras este proceso, la muestra final consiste en un panel incompleto de 56.945 observaciones, con información sobre 11.435 empresas y 2.536 propuestas.

La información contenida en la base CDTI-PM permite analizar específicamente aquellos factores relacionados con la decisión de la agencia a la hora de financiar o no un proyecto, mientras que la base de datos conjunta CDTI-PM-SABI, se utilizará para profundizar en la decisión de participar en consorcios del PM y para valorar el impacto que tiene dicha participación en los resultados de la empresa.

### III. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la estimación del modelo descrito en el apartado II y el Anexo I. Como se ha señalado, suponemos un modelo recursivo donde no se permite *feedback* desde las variables de resultados tecnológicos o económicos hacia la decisión de solicitar financiación para un proyecto. En este sentido, se sigue un proceso de estimación en tres etapas. En la primera de ellas se estiman conjuntamente las ecuaciones referidas a la decisión de la empresa de presentar una propuesta en el PM y la decisión de financiar o no dicha propuesta por parte de la CE. En la segunda fase se estima la ecuación de generación de nuevo conocimiento, aproximado por el inmovilizado inmaterial, y utilizando como variable explicativa la probabilidad predicha de participar en el PM obtenida en la etapa anterior. En la tercera y última etapa se estima una ecuación de productividad que incluye como variable explicativa la predicción del valor del inmovilizado inmaterial por empleado, representando el nuevo conocimiento tecnológico.

#### ***Determinantes de la participación en el PM***

Como ya se ha comentado, la probabilidad de participación en un proyecto cooperativo de I+D financiado por la UE es el resultado de dos decisiones diferentes. En la primera, la empresa decide formar parte o no de la propuesta. En una segunda, la agencia europea decide financiar o no el proyecto. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de la estimación conjunta de ambas decisiones en términos de los efectos marginales de las variables consideradas como determinantes. Por simplicidad, sólo se muestran los efectos cuando éstos son estadísticamente distintos de cero. Los resultados detallados se encuentran en el Anexo IV.

Cabe señalar que la mayoría de las variables explicativas son dicotómicas, tomando valor 1 cuando el factor (o característica) está presente en la empresa/consorcio y 0 en caso contrario. Por tanto, el efecto marginal indica la variación en la probabilidad (de solicitar o de conceder la ayuda) cuando se pasa de no tener ese rasgo a tenerlo. En los Cuadros 1 y 2, los efectos marginales presentados en el Anexo IV se han multiplicado por 100 por lo que se interpretan en términos de puntos porcentuales.

**Cuadro 1**  
**Determinantes de la decisión de solicitud. Modelo Probit**

	Efecto (en %) sobre la probabilidad de solicitar
Año de la solicitud	
Año 2002	-1,2 ***
Año 2004	-1,1 ***
Año 2005	-1,0 ***
Experiencia previa en propuestas del PM	4,7 ***
Proyecto aprobado el año anterior	28,9 ***
Proyecto rechazado el año anterior	31,5 ***
Actividad exportadora	0,6 ***
Ratio de liquidez	-0,2 **
Activos intangibles por empleado	0,2 ***
EBITDA	1,2 ***
Cotización en bolsa	2,3 ***
Tamaño de la empresa (nº de empleados)	
De 10 a 49	-1,1 ***
De 50 a 99	-1,4 ***
De 100 a 199	-1,6 ***
Más de 200	-1,8 ***
Región	
País Vasco	2,0 ***
Cataluña	0,6 ***
Madrid	0,6 ***
Valencia	0,6 **
Servicios de alta tecnología	
Correos y telecomunicaciones	5,5 ***
Actividades informáticas	3,6 ***
Investigación y desarrollo	5,3 ***
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	4,1 ***
Radio, televisión y comunicaciones	1,7 ***
Otro material de transporte	3,4 ***
Otros sectores	
Confección, cuero y calzado	1,8 **
Energía	3,2 ***
Hostelería	-2,2 ***
Servicios a empresas	1,5 ***
Administración pública y defensa	4,8 **
Educación	3,8 ***
Número de observaciones	56.945

Coefficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Sólo se presentan los efectos de aquellas variables que son significativas. Los resultados detallados correspondientes a estas estimaciones se recogen en el Cuadro A.2 del Anexo IV.



Las variables explicativas utilizadas en las estimaciones a las que se refieren los Cuadros 1 y 2 son básicamente las mismas que aparecen en el trabajo anterior de Barajas y Huergo (2009) para una muestra similar de empresas<sup>7</sup>. Asimismo, los resultados obtenidos confirman las conclusiones de dicho trabajo. Por lo que se refiere a la decisión de solicitar (véase Cuadro 1), se observa que la mayor parte de las variables incluidas en la estimación son significativas, aunque sus efectos marginales son bajos, excepto para aquellas que recogen la experiencia previa en el PM. En general, todas las variables tienen un efecto positivo en la probabilidad de solicitar, a excepción del ratio de liquidez. Este último resultado estaría poniendo de manifiesto la importancia de la colaboración como estrategia para solventar las restricciones financieras asociadas a las inversiones en I+D.

**Cuadro 2**  
**Determinantes de la concesión de la ayuda. Modelo Probit**

	Efecto (en %) sobre la probabilidad de concesión
Año de solicitud 2001	2,9 **
Participación de organismos no empresariales	-5,0 ***
Tamaño (del consorcio)	7,5 ***
Nacionalidad del líder	
Francia	2,8 *
Holanda	4,8 *
Alemania	5,0 ***
España	4,2 ***
Área tecnológica	
Transporte	4,2 ***
Distancia geográfica	-11,4 ***
Proyecto aprobado el año anterior	1,7 *
Número de observaciones censuradas / no censuradas	54.409 / 2.536

Coefficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\* , 10%\*. Sólo se presentan los efectos de las variables que son significativas. Los resultados detallados se muestran en el Cuadro A.3 del Anexo IV.

<sup>7</sup> La definición exacta de las variables se puede consultar en el Anexo III.

En referencia a los coeficientes de las variables que indican el año de solicitud, se observa que en los años 2002, 2004 y 2005 las empresas solicitaron financiación en menor proporción. Como suele ser habitual en los últimos años de las diferentes ediciones del PM, en 2002 (último año del V PM) el menor número de convocatorias publicadas hizo disminuir el número de solicitudes. Por lo que respecta a 2004 y 2005, estos años corresponden al VI PM y las variables recogen el efecto negativo de las nuevas condiciones introducidas en esta sexta edición del PM, en la que se primaban los proyectos de mayor dimensión y envergadura. Estos resultados confirman que, en comparación con el V PM, las empresas españolas encontraron más dificultades para acceder al VI PM, probablemente porque esta edición se alejaba más de los objetivos tecnológicos de nuestro tejido empresarial.

Como era de esperar a la vista de resultados anteriores, la participación previa en consorcios del PM incrementa la probabilidad de solicitar en futuras ediciones del PM y, especialmente, cuando dicha participación tuvo lugar el año anterior. Además, como presentar propuestas de calidad en el PM es un proceso costoso para las empresas, incluso las compañías que no reciben financiación presentan mayor probabilidad de intentarlo en próximas convocatorias, aprovechando el conocimiento y los contactos adquiridos en los intentos fallidos. En el Cuadro 1 se observa que la probabilidad de participar en un proyecto del PM se incrementa en torno a 30 puntos porcentuales para aquellas empresas con experiencia en el año anterior (ya sea en propuestas aprobadas o denegadas). Este incremento es de 5 puntos para las empresas con experiencia en ediciones anteriores del PM.

Con respecto al resto de variables explicativas, se observa que las empresas exportadoras, las que cotizan en bolsa y aquellas que tienen un mayor peso de los activos intangibles en relación a su tamaño, también registran una mayor probabilidad de participar en consorcios dentro del PM. El margen bruto de explotación -EBITDA- que trata de medir el poder de mercado de la empresa, resulta igualmente positivo para la probabilidad de participar. Este último resultado es coherente con la teoría schumpeteriana según la cual, cuanto menos competitivos son los mercados, más incentivos tiene la empresa para innovar (y para formar parte de consorcios de I+D), ya que la apropiación de los resultados de la investigación se ve favorecida.

Los coeficientes del conjunto de variables categoriales de tamaño indican un impacto negativo del tamaño sobre la probabilidad de solicitud. Este resultado, en principio contradictorio con lo que cabría esperar, estaría reflejando el hecho de que nuestra muestra de control está sesgada hacia las empresas grandes, que se eligen sobre una base censal, mientras que las empresas con un número de empleados entre 10 y 200 se seleccionan utilizando un esquema aleatorio<sup>8</sup>.

Respecto a los indicadores geográficos, los resultados confirman que las empresas situadas en el País Vasco, Cataluña y Valencia registran una mayor probabilidad de presentar una solicitud, lo que es coherente con la mayor concentración de empresas innovadoras en dichas regiones. Por último, en el Cuadro 1 aparecen los coeficientes correspondientes al sector económico al que pertenecen las empresas. Se observa una clara relación entre las actividades más intensivas en tecnología, ya sean de la rama de manufacturas o de servicios, y la participación en el PM. Así, la probabilidad de participar se incrementa entre 4 y 5 puntos para empresas que operan en servicios de comunicaciones, actividades informáticas y servicios de I+D. También en manufacturas de alta tecnología, como maquinaria de oficina y ordenadores, equipos de comunicaciones y equipos de transporte, el incremento de probabilidad es significativo, en cuantías que oscilan entre los 2 y los 4 puntos.

En cuanto a los sectores no considerados de alta tecnología, los resultados coinciden en líneas generales con los obtenidos por Barajas y Huergo (2010). Así, se observa que existe una mayor probabilidad de participar en el PM en ciertos sectores que se distinguen por ser usuarios de tecnología, como es el caso de administración pública y educación o la industria de confección, cuero y calzado. También hay que señalar la relevancia del sector de servicios a empresas, donde destacan los servicios técnicos de ingeniería. Por lo que respecta al sector de la energía, es indudable que su naturaleza estratégica, plasmada en los programas específicos que han incluido las sucesivas ediciones del PM, incrementa la probabilidad de que las empresas del sector participen en consorcios tecnológicos internacionales.

---

<sup>8</sup> Barajas y Huergo (2010) presentan estimaciones complementarias para dos submuestras: PYME y grandes empresas. Se confirma la existencia de un efecto no-lineal del tamaño en la probabilidad de solicitar, de manera que dicho efecto es positivo para las grandes y negativo para las PYME. En este sentido, hay que señalar que existe un colectivo de pequeñas empresas tecnológicas españolas muy activo en el PM.

El Cuadro 2 muestra los resultados obtenidos al estimar la probabilidad de recibir la financiación de la UE. De nuevo, los resultados confirman las conclusiones obtenidas por Barajas y Huergo (2010): la probabilidad disminuye cuando el número de organismos públicos es elevado y cuando la distancia geográfica entre los socios es mayor. Ambas variables estarían reflejando los costes de coordinación asociados, por un lado, al trabajo conjunto entre organismos públicos y empresas y, por otro, a la necesidad de armonizar las diferencias culturales y normativas que existen entre socios alejados geográficamente.

Por otra parte, se observa que la probabilidad de participar aumentaría en 7,5 puntos porcentuales si se incluyera un miembro adicional en el consorcio. Este resultado estaría confirmando que la formación multidisciplinar del equipo prima más a la hora de evaluar una propuesta con participación española que los costes asociados a un aumento del grupo de investigación. Es probable que los consorcios de mayor tamaño se ajustaran mejor a los nuevos instrumentos introducidos en el VI PM y este efecto se deje notar en el conjunto del periodo analizado.

En cuanto a áreas tecnológicas, a diferencia de los resultados obtenidos en Barajas y Huergo (2010), sólo resulta significativo el efecto positivo de Transportes. El hecho de que el proyecto se desarrolle en el área de TIC no aparece como una variable significativa. Este resultado puede ser consecuencia del proceso de depuración de datos llevado a cabo previamente, ya que muchas de las observaciones eliminadas pertenecen al área de TIC, por la mayor propensión de las compañías en esta área a participar en más de una convocatoria en el mismo año.

También destaca el efecto positivo que tiene en la aprobación de la propuesta el liderazgo de organizaciones alemanas. Es probable que las empresas españolas participantes en consorcios coordinados por este país accedan a un entorno cooperativo más estructurado, debido a la mayor experiencia de las organizaciones alemanas en el PM, y esto incrementa la probabilidad de ser financiado por la CE. La importancia de la experiencia también se deja notar a través de la empresa española participante en el consorcio. Cuando la compañía ha participado en un proyecto el año anterior, la probabilidad de ser financiada aumenta en casi 2 puntos porcentuales. Sin embargo, el efecto de la experiencia en la aprobación es bastante más bajo que en la solicitud, como se puede observar comparando los coeficientes que parecen en el Cuadro

1 para la misma variable (2 puntos frente a casi 30 puntos porcentuales). Parece evidente, por tanto, que los beneficios obtenidos a partir del *learning-by-doing* son más relevantes para explicar la decisión de involucrarse en un consorcio, debido a la complejidad de los procedimientos asociados al PM y a la búsqueda de economías de escala en la elaboración de propuestas y en la organización de equipos de trabajo.

Por último cabe señalar que no se ha encontrado evidencia empírica que confirme la menor probabilidad de ser financiado en el VI PM respecto al V PM, ya que tan sólo la variable dicotómica para 2001 resulta significativa, pero con signo positivo. Este resultado vendría a confirmar que 2001 fue un año especialmente positivo para las empresas españolas a la hora de recibir fondos de la CE.

### III.1. Impacto en las capacidades tecnológicas

En este apartado se detallan los resultados obtenidos a partir de la estimación de la tercera ecuación de nuestro modelo. Como se ha explicado anteriormente, para analizar el impacto de la participación en el PM se toma en esta ocasión el valor del inmovilizado inmaterial por empleado. Consideramos que esta variable puede aproximar los resultados tecnológicos de las empresas, dado que el conocimiento generado en el proyecto de I+D conjunto quedará reflejado en el volumen de intangibles en la empresa, bien como gastos de I+D capitalizados o como patentes<sup>9</sup>.

En el Cuadro 3 aparecen los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas posteriormente en el análisis econométrico de las ecuaciones 3 y 4. Se observa que el valor medio del inmovilizado inmaterial en las empresas participantes duplica al valor medio de las que no participen. Sin embargo, si ponderamos esta media por el número de empleados, las cifras son similares entre los dos colectivos. Esto se explica por el mayor tamaño medio de las participantes. Por el contrario, el inmovilizado material de las empresas que participan en consorcios, tanto en valor absoluto como relativo al empleo, es muy superior para este colectivo. En cuanto a la productividad, se confirma que las empresas par-

---

<sup>9</sup> Véase nota a pie 4. La mayor parte de la literatura empírica previa utiliza como indicadores de resultados tecnológicos las innovaciones de producto o de proceso o las ventas procedentes de nuevos productos. Sin embargo, esta información no está disponible en nuestra base de datos.

participantes presentan valores, en términos medios, por encima del resto de la muestra, si bien las diferencias son pequeñas.

**Cuadro 3**  
**Características de la empresa española en la muestra: estadísticos descriptivos**

<b>Media de las variables cuantitativas:</b>	<b>Todas las empresas</b>	<b>Participantes</b>	<b>No participantes</b>
Inmovilizado inmaterial (€)	3.120,05	7.362,01	3.091,83
Inmovilizado inmaterial por empleado (€)	13,93	11,91	13,94
Inmovilizado material (€)	22.272,04	108.593,5	21.697,33
Inmovilizado material por empleado (€)	76,49	127,38	76,15
Tamaño de la empresa (número de empleados)	355	877	352
Productividad (ventas por empleado) (€)	247,17	268,77	247,02
<b>Frecuencias de las variables binarias (%):</b>	<b>Todas las empresas</b>	<b>Participantes</b>	<b>No participantes</b>
Cotización en bolsa	1,25	6,87	1,21
Actividad exportadora	49,81	66,76	49,70
Región			
Cataluña	24,62	27,20	24,61
Madrid	23,56	32,42	23,50
País Vasco	7,51	15,93	7,45
Valencia	9,67	6,87	6,69
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	17,07	25,55	17,01
Servicios de alta tecnología	5,88	15,66	5,82

Adicionalmente, se ha considerado una serie de variables dicotómicas que identifican la región donde están situadas las empresas, con el objetivo de captar los efectos territoriales de aquellas regiones con un esfuerzo en I+D por encima de la media española. En el Cuadro 3 se observa que el número de compañías ubicadas en Madrid, Cataluña, Valencia y País Vasco es más elevado en la muestra de participantes que en el resto.

Las diferencias sectoriales, definidas a partir del nivel tecnológico del sector, se han tenido en cuenta a través de dos variables que indican si la empresa opera en un sector industrial o de servicios considerado por la OCDE como de “alta tecnología”. Se observa que, en efecto, la pre-

sencia de estas empresas es bastante más elevada en el grupo de participantes: un 26% de los participantes pertenecen a manufacturas de alta tecnología y un 16% a servicios. En las no participantes estos porcentajes descienden hasta el 17% y el 6% respectivamente.

La actividad exportadora de la empresa se recoge mediante una variable que indica si la variable exportó o no durante el año en cuestión. Como se observa en el Cuadro 3, el porcentaje de exportadores entre los participantes es superior en 16 puntos porcentuales al de los no participantes. Como una variable de control adicional, identificamos si la empresa cotiza o no en bolsa. Este tipo de empresas suele estar financieramente más consolidada y los fondos del PM pueden ser menos determinantes para su actividad de I+D. Sin embargo, es habitual que las empresas que cotizan hayan desarrollado procedimientos de gestión según normas internacionales y, por esta razón, sea más fácil para ellas adoptar rutinas sistemáticas de cooperación con otras organizaciones. De hecho, en el Cuadro 3 se observa que el porcentaje de empresas que cotizan es superior entre las participantes.

Los resultados empíricos de la estimación de la ecuación (3) se recogen en el Cuadro 4. La variable dependiente es el inmovilizado inmaterial por empleado. Teniendo en cuenta las características de los proyectos desarrollados en el PM, asumimos que sus efectos se harán notar en el largo plazo. Por esa razón, se toma el valor del inmovilizado inmaterial por empleado en el año  $t+5$ , siendo  $t$  el año de aprobación del proyecto<sup>10</sup>. Además, como se ha señalado, se incluyen en la especificación algunas variables de control tales como *dummies* temporales, de tamaño, de actividad exportadora, de pertenencia a un sector de actividad (para captar efectos específicos de sector tales como oportunidades tecnológicas) o a una región determinada (para controlar los efectos concentración que se pueden dar en algunas regiones españolas).

Los coeficientes presentados en el Cuadro 4 son semielasticidades porque la variable dependiente está expresada en logaritmos. En concreto, como las variables explicativas son dicotómicas (toman valor 1 ó 0 dependiendo si se cumple o no una característica determinada), los coeficientes representan la tasa de variación en términos unitarios del

---

<sup>10</sup> La necesidad de medir el impacto del PM a largo plazo la expresan varios autores (Benfratello y Sembenelli, 2002; Dekker et al., 2008).

inmovilizado inmaterial por empleado cuando la variable explicativa pasa de ser 0 a 1.

Nuestro interés se centra en comparar el efecto de la predicción de la probabilidad de participar y el efecto de la participación observada. Para ello se realizan dos estimaciones diferentes. En la primera se incluye como variable explicativa la participación observada en el PM, mediante una variable que toma valor 0 si la empresa no ha participado en un año determinado o valor 1 si lo ha hecho (columna 1). En la segunda estimación se utiliza la predicción de dicha probabilidad, obtenida a partir de la estimación conjunta de las ecuaciones 1 y 2 (columna 2).

**Cuadro 4**  
**Impacto en las capacidades tecnológicas**

	Efecto sobre el inmovilizado inmaterial por empleado en	
	(1)	(2)
Participación en el PM (observada)	-	
Participación en el PM (estimada)		0,394 **
Cotización en bolsa	1,174 ***	1,169 ***
Actividad exportadora	0,156 ***	0,154 ***
Tamaño de la empresa (nº de empleados)		
De 10 a 49	-0,104 **	-0,104 **
De 50 a 99	-0,201 ***	-0,201 ***
De 100 a 199	-0,279 ***	-0,280 ***
Más de 200	-0,358 ***	-0,358 ***
Región		
Cataluña	0,246 ***	0,245 ***
Madrid	0,117 ***	0,116 ***
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	0,073 ***	0,072 *
Servicios de alta tecnología	0,318 ***	0,314 ***
Número de observaciones	23.089	23.089

“-“ indica que se ha incluido la variable pero su coeficiente no es estadísticamente distinto de cero. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Sólo se presentan los efectos de las variables que son significativas. Los resultados detallados se muestran en el Cuadro A.4 del Anexo IV.



Los resultados obtenidos en las dos estimaciones reflejan que es relevante considerar el efecto de selección asociado a la participación de la empresa española en el PM, ya que, mientras que la probabilidad de participación observada no es significativa para explicar los resultados tecnológicos, la predicción de dicha probabilidad afecta positivamente. Según los resultados presentados en el Cuadro 4, cinco años después de la aprobación del proyecto en el PM, el inmovilizado inmaterial por empleado de la empresa que participa en el consorcio, se incrementa en casi un 40% en comparación con las que no han participado. Estos resultados están en línea con los que obtenían Dekker et al. (2008).

Respecto a las variables de control, las que controlan los efectos sectoriales son altamente significativas. Las empresas que pertenecen a sectores de alto nivel tecnológico tienen un mayor potencial de generar *ouputs* tecnológicos. El incremento del intangible por empleado asociado a estos sectores se estima en un 7% para la industria y en más del 30% para los servicios. Como era de esperar, también se aprecia un efecto positivo en el inmovilizado intangible si la empresa participante está ubicada en Madrid o en Cataluña. Por último, que una empresa exporte o cotice en bolsa también afecta positivamente a la generación de conocimiento tecnológico. Específicamente, las empresas que operan en contextos internacionales, registran un incremento del 15% en la ratio de activos intangibles sobre empleo.

Desde la perspectiva de la dimensión de la empresa, se obtienen coeficientes significativos pero con signo negativo, lo que implica que, cuantos más empleados tiene una compañía, menor es el incremento en su inmovilizado inmaterial por trabajador. La evidencia empírica previa centrada en el tejido empresarial español demuestra que existe una relación positiva entre el tamaño y la probabilidad de que una empresa realice actividades de I+D. Sin embargo, esta relación se vuelve negativa o no lineal cuando se compara el tamaño y la intensidad del esfuerzo innovador, de manera que las empresas más pequeñas registran una mayor intensidad que las grandes (véase, por ejemplo, Huergo y Moreno, 2004).

### III.2. Impacto en la productividad

La variable utilizada para analizar el impacto de la participación en el PM en los resultados económicos de la empresa es la productividad laboral, calculada como la ratio entre ventas totales y el número de empleados. Los resultados de la estimación de la ecuación (4) de nuestro modelo se presentan en el Cuadro 5. Por el mismo motivo que en la estimación anterior, la variable dependiente está referida a un período 5 años posterior a la concesión de la ayuda.

De nuevo, los coeficientes son interpretables como elasticidades o semielasticidades, ya que la variable dependiente está expresada en logaritmos. Junto a las variables de control referidas al tamaño de la empresa, el sector en el que opera, su ubicación geográfica y el año al que corresponden los datos, también se introduce en el modelo una variable que trata de aproximar la intensidad de capital físico, en concreto, el ratio del inmovilizado material por empleado. Finalmente, para captar el efecto de la acumulación de conocimiento sobre la productividad, se introduce como variable explicativa la predicción del inmovilizado inmaterial por empleado para el año  $t+5$  obtenida a partir de la estimación de la ecuación 3<sup>11</sup>.

La estimación de diferentes especificaciones de la ecuación (4) permite analizar si la participación en el PM tiene tanto efectos directos como indirectos en los resultados económicos de la empresa. Como se ha demostrado en el epígrafe anterior, la participación en el PM, incrementa el valor de los activos intangibles por empleado. Si se demuestra que existe una relación positiva entre esta variable de resultados tecnológicos y la productividad laboral, estaremos confirmando que la participación en el PM tiene un efecto indirecto positivo en los resultados económicos de la empresa. Si además se introduce como variable explicativa la participación en el PM y ésta resulta significativa se confirmaría un efecto directo adicional de la cooperación en los resultados económicos de las empresas. En la columna 1 del Cuadro 5, se introduce la probabilidad observada de participar en el PM, mientras que en la columna 2 se introduce el valor predicho de dicha probabilidad.

---

<sup>11</sup> La introducción del valor predicho en lugar del observado permite controlar el problema de endogeneidad (véase Anexo I).

Como puede apreciarse, ninguna de las dos variables que recogen la participación de la empresa en el PM son significativas, lo que no permite confirmar que la cooperación tenga un efecto positivo directo en la productividad laboral de la cooperación. Estos resultados coinciden con los que obtienen en su trabajo Benfratello y Sembenelli (2002), quienes no encuentran diferencias en la productividad para una muestra de empresas participantes en la tercera y la cuarta edición del PM. En esta misma línea, Dekker et al. (2008) tampoco encuentran una relación significativa entre la productividad de las innovaciones (ventas procedentes de nuevos productos por empleado) y la participación en el PM, esta vez para una muestra de participantes franceses, alemanes y holandeses.

**Cuadro 5**  
**Impacto en la productividad laboral**

	Efecto sobre la productividad en t+ 5	
	(1)	(2)
Participación en el PM (observada)	-	
Participación en el PM (predicha)		-
Inmovilizado inmaterial por empleado en t+ 5 (predicho)	0,120 ***	0,120 ***
Inmovilizado material por empleado en t+ 5	0,336 ***	0,336 ***
Actividad exportadora	0,381 ***	0,381 ***
Tamaño de la empresa (nº de empleados)		
De 10 a 49	0,079 **	0,079 **
De 50 a 99	0,097 **	0,097 **
De 100 a 199	0,122 ***	0,122 ***
Más de 200	0,130 ***	0,130 ***
Región		
País Vasco	0,176 ***	0,175 ***
Cataluña	0,195 ***	0,195 ***
Madrid	0,344 ***	0,344 ***
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	0,152 ***	0,152 ***
Servicios de alta tecnología	-0,094 **	-0,094 **
Número de observaciones	22.985	22.985

“-“ indica que se ha incluido la variable pero que su coeficiente no es estadísticamente distinto de cero. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Sólo se presentan los efectos de las variables que son significativas. Los resultados detallados se muestran en el Cuadro A.5 del Anexo IV.

Sin embargo, el conocimiento tecnológico, aproximado por el valor estimado del activo intangible por empleado, tiene un efecto claramente significativo en la productividad. Esto demuestra que el efecto del PM en la productividad de las empresas españolas tiene lugar a través del incremento del capital intangible, incorporado a su vez en el proceso de producción de los participantes. En concreto, si el ratio de inmovilizado inmaterial por empleado se duplicara, la productividad crecería en más de un 12%. Se confirma, por tanto, un efecto indirecto de la cooperación en este resultado económico.

En cuanto al resto de variables, las empresas más intensivas en capital físico aproximado por la ratio inmovilizado material por empleado son más productivas. Además, confirmando la evidencia empírica previa, las empresas exportadoras son más eficientes que las no exportadoras.

Los resultados presentados en el Cuadro 5 muestran que existe una relación lineal positiva entre el tamaño de la empresa y su productividad: los coeficientes de las variables categoriales de tamaño, tienen signo positivo y significativo y su valor aumenta a medida que nos movemos hacia tramos de tamaño mayores. Así mismo, también aparece un efecto positivo en la productividad relacionado con la ubicación geográfica de la empresa. En concreto, las empresas localizadas en Cataluña, País Vasco y Madrid tienden a ser más productivas que el resto. En cuanto a los sectores de actividad, las empresas que operan en aquellas industrias consideradas de nivel tecnológico medio-alto, registran también mayores productividades. Lo contrario ocurre en los servicios de alta tecnología, aunque en este punto hay que hacer una precisión. El coeficiente negativo asociado a esta variable se ha calculado tomando como referencia todo el tejido empresarial español, y no sólo el conjunto de los servicios. Por lo tanto, es posible que este resultado esté reflejando la mayor productividad de la industria frente a los servicios debido al mayor peso que tradicionalmente ha tenido la mano de obra en la estructura de costes de éstos últimos.

#### **IV. CONCLUSIONES**

El objetivo de este trabajo es analizar los efectos que tiene la cooperación tecnológica internacional en los resultados económicos de las empresas. El análisis empírico está centrado en los consorcios apoyados por el Programa Marco de I+D de la Unión Europea y, más concretamente, en las empresas españolas participantes en el mismo durante el periodo 1995-2005.

En general, la literatura confirma la existencia de una relación positiva entre la cooperación en I+D y la obtención de resultados innovadores. Sin embargo, el impacto en los resultados económicos no es tan evidente. Teniendo en cuenta diferentes tipos de cooperación tecnológica, la evidencia empírica recogida por diversos autores corrobora que, cuanto más orientado al mercado está el proyecto conjunto de I+D, más alta es la probabilidad de encontrar efectos económicos positivos en los socios participantes (Benfratello y Sembenelli, 2002; Cincera et al., 2003; Belderbos et al., 2004).

Por lo que se refiere al caso concreto de la cooperación que tiene lugar en el PM, existen varios trabajos empíricos que han demostrado el efecto positivo de este programa en las capacidades tecnológicas de las empresas (Georghiou et al., 1992; Luukkonen, 1998; Arnold et al., 2008; Polt et al., 2008; Dekker y Kleinknecht, 2008). Sin embargo, la evidencia empírica acerca del impacto económico también es escasa.

El planteamiento del presente trabajo parte de la base de que es necesario observar las características peculiares del PM antes de realizar un análisis de su impacto en las empresas participantes. En trabajos anteriores de Barajas y Huergo (2007 y 2010) se analizan dichas características, entre las que podríamos resaltar la excelencia tecnológica de los proyectos financiados; la composición internacional e interorganizacional de los consorcios; los plazos de ejecución más cercanos al largo que al corto plazo y la orientación precompetitiva de los desarrollos tecnológicos, aunque con un creciente interés por parte de la CE hacia aplicaciones comercializables. Desde el punto de vista de la formación del consorcio, cabe destacar la relativa complejidad de los procesos administrativos frente a la CE, la relevancia del papel del coordinador en la elaboración de la propuesta y en la coordinación de los socios, y la importancia de la acumulación de experiencia previa en el PM.

Desde esta perspectiva, una de las principales contribuciones del presente trabajo es la aplicación de un modelo recursivo, cuya estructura permite recoger la relación existente entre cooperar, generar resultados tecnológicos y obtener resultados económicos. El modelo tiene la siguiente estructura: (1) la empresa decide formar parte o no de una propuesta de proyecto cooperativo en el PM; (2) la propuesta es aprobada o denegada por la CE; (3) las actividades de I+D llevadas a cabo en el proyecto generan nuevo conocimiento que la empresa incorpora como activos intangibles y (4) la aplicación de este conocimiento en el proceso productivo de la empresa incrementa su productividad.

Respecto a las dos primeras etapas del modelo, los resultados obtenidos confirman la evidencia empírica recogida en Barajas y Huergo (2010) acerca de los factores que determinan la solicitud y la obtención de financiación. Además, también se corrobora la existencia de autoselección en el proceso de participación, que se ha tenido en cuenta al estimar la ecuación de impacto utilizando la predicción de la probabilidad de participar estimada en la etapa previa. Mediante este proceso, se comprueba que la participación tiene un efecto positivo en las capacidades tecnológicas de la empresa participante. En concreto, cinco años después de la aprobación del proyecto de I+D por parte de la CE, la ratio de inmovilizado intangible sobre empleo de las empresas participadas se incrementa en casi un 40%.

La variable utilizada para analizar el impacto de la cooperación en los resultados económicos es la productividad laboral, medida como el cociente entre ventas totales y empleo en un año determinado. El impacto de la predicción del inmovilizado inmaterial sobre empleo en la productividad es claramente significativo. Así, si se duplica el valor del activo intangible por empleado, la productividad crece un 12% cinco años después de la aprobación del proyecto por parte de la CE. Estos resultados confirman un efecto indirecto de la participación en el PM sobre la productividad de la empresa.

A partir de la evidencia empírica obtenida, es posible extraer algunas conclusiones relevantes de cara a los decisores políticos. La idea en la que se basa este estudio es la existencia de una relación positiva entre la participación en consorcios del PM y el comportamiento económico de la empresa. Sin embargo, esta relación no es directa como ocurre en otros programas públicos, tales como Eureka (Benfratello y Sembene-

Ili, 2002). En este punto es necesario tener en cuenta que los criterios de evaluación adoptados por el PM priorizan la excelencia tecnológica, las habilidades de coordinación del consorcio, el valor añadido europeo (en términos de la masa crítica de recursos de I+D movilizados y la contribución a las políticas comunitarias) y el potencial de difusión del nuevo conocimiento generado y la obtención de innovaciones<sup>12</sup>. Por lo tanto, el efecto del PM debe ser evaluado de acuerdo con estos criterios.

Obviamente, la situación ideal es alcanzar todos los objetivos, sin embargo la experiencia demuestra que el mercado no es siempre el receptor inmediato de los resultados de la I+D, especialmente si nos referimos a investigación de vanguardia. Así pues, el impacto directo del PM suele ser un incremento de las capacidades tecnológicas, que son, en gran medida, activos intangibles de la compañía, difíciles de medir. Parte de estos activos intangibles, se introducen en las cuentas financieras a través de los gastos de I+D capitalizados, las patentes o el *software* y pasan así a formar parte del patrimonio empresarial bajo el concepto de inmovilizado inmaterial. El presente trabajo ha demostrado que la participación en el PM tiene un impacto positivo en el inmovilizado inmaterial. Sin embargo, no todo el conocimiento generado llega a reflejarse en las cuentas financieras y, por lo tanto, la preocupación de los gestores políticos debe ser cómo captar el resto de los activos intangibles que los sistemas contables no son capaces de recoger. En la actualidad, los métodos de investigación que permiten ir más allá se basan en la recogida de información cualitativa por medio de entrevistas o encuestas.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el impacto económico del PM debe ser analizado a largo plazo, una vez que el proyecto finalice y la dinámica del mercado permita a las empresas introducir innovaciones. De otro modo, cualquier estudio estaría ignorando una contribución esencial del PM a los resultados económicos de la empresa.

---

<sup>12</sup> Reglas para la participación en el VI PM (Regulación (EC) No 2321/2002, Artículo 10). Estos criterios son muy similares a los utilizados por el V PM.

## ANEXO I: MODELO ECONÓMÉRICO

Formalmente el modelo empírico que se va a estimar es un modelo estructural secuencial con 4 ecuaciones. La primera ecuación se refiere a la decisión de la empresa de formar parte de una propuesta para la que se solicita financiación en el PM. La segunda se refiere a la decisión de la CE de conceder o rechazar el proyecto. La tercera ecuación analiza el efecto que la cooperación en el proyecto de I+D+i tiene en las actividades innovadoras de las empresas. Por último, la cuarta ecuación se refiere al impacto que la incorporación del nuevo conocimiento al proceso productivo puede tener en la productividad. Por lo tanto, se supone un modelo con una estructura recursiva en la que no se permiten efectos *feedbacks* y se sigue un procedimiento de estimación de 3 etapas.

En la primera etapa se estiman las dos primeras ecuaciones de forma conjunta. En concreto, la probabilidad de participar en un proyecto cooperativo de I+D+i financiado por el PM puede expresarse como el producto de dos probabilidades:

$$\begin{aligned} Pr(\text{participación} = 1) &= Pr(\text{solicitud} = 1, \text{concesión} = 1/x) = \\ &= Pr(\text{solicitud} = 1, x) \cdot Pr(\text{concesión} = 1, \text{solicitud} = 1, x) \end{aligned}$$

La primera probabilidad describe la decisión de la empresa de formar parte de una propuesta para la que se solicita financiación. Dada nuestra base de datos, las propuestas se refieren a proyectos que implican al menos a una empresa española. La ecuación a estimar toma la siguiente expresión:

$$y_{1i} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{1i}^* = x_{1i}\beta_1 + u_{1i} > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases} \quad (1)$$

Donde  $y_{1i}^*$  es una variable dependiente latente,  $x_{1i}$  representa el conjunto de variables explicativas que se consideran estrictamente exógenas o predeterminadas,  $\beta_1$  es el vector de coeficientes y  $u_{1i}$  es el término de error. La empresa  $i$  decide formar parte de la propuesta si  $y_{1i}^*$  es positiva.

La segunda probabilidad se refiere a la decisión de la agencia de conceder o no la ayuda financiera condicionada a que la empresa haya solicitado formar parte de la propuesta. En concreto, esta segunda decisión también puede formalizarse en términos de un modelo binario:



$$y_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{2i}^* = x_{2i} \beta_2 + u_{2i} > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases} \quad (2)$$

donde  $y_{2i}^*$  es la variable dependiente latente,  $\beta_2$  es el vector de coeficientes,  $u_{2i}$  es el término de error, y  $x_{2i}$  es el conjunto de variables explicativas que suponemos que son estrictamente exógenas o predeterminadas. La propuesta en la que participa la empresa española  $i$  resulta aprobada si  $y_{2i}^*$  es positiva.

Nótese que más de una empresa puede participar en la misma propuesta y la misma empresa española puede participar en más de una propuesta cada año. No obstante, para establecer una correspondencia clara entre empresas y proyectos, en nuestra muestra se considera un proyecto por empresa y año.

Como se supone que los términos de error de ambas ecuaciones pueden estar correlacionados (con coeficiente de correlación igual a  $\rho$ ), la ecuaciones (1) y (2) se estiman conjuntamente por máxima verosimilitud mediante un modelo *probit* con selección muestral (se utiliza el procedimiento de Heckman para respuesta binaria de Stata).

Tras la estimación conjunta de ambas ecuaciones, en la segunda etapa se estima el impacto de la participación dentro de un proyecto del PM en la generación de conocimiento por parte de la empresa. Para aproximar éste se utiliza la proporción del inmovilizado inmaterial sobre empleo, que constituye una medida indirecta de *output* tecnológico, dado que el conocimiento generado en los proyectos de I+D+i quedará reflejado en el volumen de intangibles de la empresa (vía patentes e inversión exitosa en I+D). Por tanto, la ecuación siguiente del modelo se expresa:

$$k_i = p_i^* \gamma_2 + x_i' \delta + e_i \quad (3)$$

donde  $k_i$  se refiere al inmovilizado inmaterial por empleado de la empresa,  $x_i$  representa un conjunto de variables de control,  $e_i$  es el término de error, y  $p_i^*$  es la predicción de la probabilidad de participar en una propuesta financiada del Proyecto Marco que se obtiene de la estimación conjunta previa. Se considera la predicción en lugar la participación observada para tener en cuenta el problema de selección. Se supone que

todas las variables son estrictamente exógenas por lo que la estimación se lleva a cabo por MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios) usando un modelo de efectos aleatorios de datos de panel.

En la última etapa del modelo se analiza el impacto que el inmovilizado inmaterial, como indicador de la generación de conocimiento, tiene sobre la productividad del trabajo de las empresas, que es una medida económica del éxito de las mismas. Por tanto, la última ecuación puede expresarse:

$$g_i = \pi_1 k_i + Z_i' \pi + v_i \quad (4)$$

donde  $g_i$  es la productividad del trabajo,  $k_i$  representa el conocimiento tecnológico generado (aproximado por el inmovilizado inmaterial por empleado),  $z_i$  representa un conjunto de variables de control y  $v_i$  es el término de error. Para controlar la posible endogeneidad de  $k_i$ , en la ecuación (4) se introduce su valor predicho a partir de la estimación de la ecuación (3). La estimación también se lleva a cabo usando un modelo de efectos aleatorios de datos de panel.

Nótese que si la participación en proyectos financiados incrementa el inmovilizado inmaterial por empleado, y si éste afecta positivamente a la productividad, existiría evidencia de un impacto indirecto de la participación en los proyectos del PM en este resultado económico. Obviamente, se podría analizar si existe adicionalmente un impacto directo, introduciendo en la ecuación (4) la predicción de la probabilidad de participar en proyectos financiados.

Por último, cabe señalar, que en la medida que los proyectos de I+D+i financiados en el Proyecto Marco son de largo plazo, es esperable que sus efectos en los resultados tecnológicos y/o económicos se produzcan una vez terminada la cooperación. Por ello, en las ecuaciones (3) y (4), las variables dependientes se refieren a un período  $t+5$  con respecto al año que se concede la ayuda financiera.

## ANEXO II: CLASIFICACIÓN DE SECTORES DE ALTA TECNOLOGÍA

**Cuadro A1**  
**Clasificación de sectores alta y media-alta tecnología**

CNAE-2 dígitos	Sectores
	<b>Manufacturas de alta y media-alta tecnología</b>
24	Industria química
29	Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico
30	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos
31	Fabricación de maquinaria y material eléctrico
32	Fabricación de material electrónico
33	Fabricación de equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...
34	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semi-remolques
35	Fabricación de otro material de transporte
	<b>Servicios de alta tecnología</b>
64	Correos y telecomunicaciones
72	Actividades informáticas
73	Investigación y desarrollo

## ANEXO III: DEFINICIÓN DE VARIABLES

**Actividad exportadora:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha exportado durante el periodo.

### Área tecnológica:

- **Información y comunicaciones:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- **Nuevos materiales:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de los nuevos materiales.
- **Energía y medio ambiente:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la energía y el medio-ambiente.

- **Transporte:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías del transporte.
- **Agro-alimentación:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías de la agro-alimentación.
- **Aeronáutica y espacio:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con las tecnologías aeronáutica y aeroespacial.
- **Programas de innovación:** Variable dicotómica que toma valor 1 si el proyecto se relaciona con los programas de innovación.

**Año de la propuesta:** Conjunto de variables dicotómicas que toman valor 1 cuando la propuesta ha sido presentada ese año.

**Cotización en bolsa:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cotiza en bolsa durante el periodo.

**Distancia geográfica:** Porcentaje que representan dentro del consorcio los socios de Europa del norte, de Europa del este y de países no pertenecientes a la UE. Este porcentaje se multiplica por 2 o 3 si los socios proceden, respectivamente, de 2 o 3 de las áreas geográficas mencionadas.

**EBITDA:** Beneficios antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones divididos entre ventas.

**Experiencia previa en propuestas del PM:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha presentado una propuesta de proyecto de cooperación en I+D en la edición del PM inmediatamente anterior respecto a la del año en curso.

**Experiencia previa en proyectos del PM:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa ha participado en un proyecto de cooperación en I+D financiado en la edición del PM inmediatamente anterior respecto a la del año en curso.

**Inmovilizado inmaterial por empleado:** Ratio entre el valor del inmovilizado inmaterial y el número de empleados de la empresa en el año en curso (en log.).

**Inmovilizado material por empleado:** Ratio entre el valor del inmovi-

lizado material y el número de empleados de la empresa en el año en curso (en log.).

**Manufacturas de alta o media-alta tecnología:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un sector manufacturero de alta o media-alta tecnología (códigos NACE-2 dígitos: 24, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35).

**Nacionalidad del líder:**

- **Alemán:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es alemán.
- **Español:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es español.
- **Francés:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es francés.
- **Holandés:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es holandés.
- **Británico:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es del Reino Unido.
- **Italiano:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si el líder del consorcio es italiano.

**Participación de organismos no empresariales:** Proporción que representa el número de organismos no empresariales participantes en el consorcio (universidades, organismos públicos de investigación, centros tecnológicos, asociaciones) sobre el número total de socios.

**Presupuesto por programa específico:** Porcentaje del total del presupuesto de la edición del PM correspondiente asignado a cada programa específico.

**Presupuesto total del proyecto:** Coste total del proyecto en miles de euros (en log.).

**Productividad laboral:** Ratio entre las ventas y el número de empleados en el año en curso (en log.).

**Proyecto aprobado el año anterior:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa presentó una solicitud el año anterior que fue financiada.

**Proyecto rechazado el año anterior:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa presentó una solicitud el año anterior que fue rechazada.

**Ratio de liquidez:** Proporción que representan los fondos propios sobre el pasivo a largo plazo de la empresa en el año.

**Región:**

- **Cataluña:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Cataluña.
- **Madrid:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Madrid.
- **País Vasco:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en el País Vasco.
- **Valencia:** Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa está situada en Valencia.

**Servicios de alta tecnología:** Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un sector de servicios de alta tecnología (códigos NACE-2 dígitos: 64, 72, 73).

**Tamaño de la empresa:** Número de trabajadores en el año (en log.).

**Tamaño del consorcio:** Número total de socios (empresas, organismos públicos u otras instituciones) del consorcio (en log.).

## ANEXO IV: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES

Los Cuadros A2 y A3 muestran los resultados de la estimación conjunta de la ecuación (1) (decisión de solicitud) y la ecuación (2) (decisión de concesión) mediante un modelo probit con selección muestral por máxima verosimilitud. En concreto, se utiliza el procedimiento de Heckman para respuesta binaria de Stata. Este procedimiento no tiene en cuenta la estructura de panel de los datos y la información es tratada como un pool.

En ambos cuadros, además de los coeficientes y las desviaciones estándar, se proporcionan los efectos marginales. En el Cuadro A3, el tér-

mino de correlación resulta significativo lo que confirma la necesidad de un modelo de selección para la decisión de concesión de financiación.

Los Cuadros A4 y A5 muestran los resultados de las estimaciones de los determinantes de los resultados tecnológicos y económicos, respectivamente. En ellas que se ha tenido en cuenta la estructura de panel de los datos, utilizándose un modelo de datos de panel de efectos aleatorios. Las estimaciones se han realizado por MCO.

**Cuadro A.2**  
**Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar.**  
**Modelo Probit**

	Coefficiente	dx/dy	D. E.
Año de la propuesta			
Año 2000	-0,054	[-0,003]	0,038
Año 2001	-0,040	[-0,002]	0,037
Año 2002	-0,280 ***	[-0,012]	0,041
Año 2003	0,055	[0,003]	0,036
Año 2004	-0,258 ***	[-0,011]	0,040
Año 2005	-0,233 ***	[-0,010]	0,041
Experiencia previa en propuestas del PM	0,564 ***	[0,047]	0,029
Proyecto aprobado el año anterior	1,545 ***	[0,289]	0,045
Proyecto rechazado el año anterior	1,650 ***	[0,315]	0,030
Actividad exportadora	0,125 ***	[0,006]	0,023
Ratio de liquidez	-0,048 **	[-0,002]	0,020
Inmovilizado inmaterial por empleado	0,033 ***	[0,002]	0,008
EBITDA	0,232 ***	[0,012]	0,087
Cotización en bolsa	0,322 ***	[0,023]	0,067
Tamaño de la empresa (nº de empleados)			
De 10 a 49	-0,239 ***	[-0,011]	0,041
De 50 a 99	-0,351 ***	[-0,014]	0,044
De 100 a 199	-0,395 ***	[-0,016]	0,045
Más de 200	-0,385 ***	[-0,018]	0,040
Región			
País Vasco	0,300 ***	[0,020]	0,037
Cataluña	0,113 ***	[0,006]	0,030
Madrid	0,119 ***	[0,006]	0,030
Valencia	0,112 ***	[0,006]	0,042
Log. función de verosimilitud		-8.190,55	
Número de observaciones		56.945	

**Cuadro A.2 (continuación)**  
**Determinantes de la decisión de la empresa de solicitar.**  
**Modelo Probit**

	Coefficiente	dx/dy	D. E.
Servicios de alta tecnología			
Correos y telecomunicaciones	0,603 ***	[0,055]	0,068
Actividades informáticas	0,459 ***	[0,036]	0,039
Investigación y desarrollo	0,583 ***	[0,053]	0,072
Manufacturas de alta y media-alta tecnología			
Industria química	0,020	[0,001]	0,049
Construcción de maquinaria y equipo mec,	0,020	[0,001]	0,051
Máquinas de oficina y equipos informáticos	0,495 ***	[0,041]	0,144
Maquinaria y material eléctrico	0,052	[0,003]	0,076
Material electrónico	0,257 ***	[0,017]	0,076
Equipo e instrumentos medico-quirúrgicos,...	0,156	[0,009]	0,096
Vehículos de motor, remolques y semirem,	0,072	[0,004]	0,073
Otro material de transporte	0,432 ***	[0,034]	0,079
Otros sectores			
Confección, cuero y calzado (CNAE 18 y 19)	0,274 ***	[0,008]	0,095
Edición y artes gráficas (CNAE 22)	0,133	[0,008]	0,089
Energía (CNAE 40 y 41)	0,417 ***	[0,032]	0,084
Hostelería (CNAE 55)	-1,028 ***	[-0,022]	0,289
Servicios a empresas (CNAE 74)	0,236 ***	[0,015]	0,033
Administración pública y defensa (CNAE 75)	0,551 **	[0,049]	0,251
Educación (CNAE 80)	0,450 ***	[0,036]	0,450
Log. funcion de verosimillitud		-8.190,55	
Número de observaciones		56.945	

Efectos marginales entre corchetes (dx/dy). D.E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluyen las variables dicotómicas correspondientes a empresas con menos de 10 empleados y al año 1999. Los efectos marginales se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1.



**Cuadro A.3**  
**Probabilidad de recibir financiación. Modelo Probit**

	Coefficiente	dx/dy	D. E.
Año de la solicitud			
Año 2000	0,064	[0,007]	0,114
Año 2001	0,241 **	[0,029]	0,109
Año 2002	0,149	[0,017]	0,126
Año 2003	-0,251	[-0,023]	0,219
Año 2004	0,001	[0,000]	0,217
Año 2005	0,016	[0,002]	0,200
Participación de organismos no empresariales	-0,470 ***	[-0,050]	0,168
Tamaño (del consorcio)	0,707 ***	[0,075]	0,071
Presupuesto por programa específico (%)	-0,009	[-0,001]	0,018
Nacionalidad del líder			
Británica	-0,032	[-0,003]	0,122
Holandesa	0,345 *	[0,048]	0,188
Francesa	0,220 *	[0,028]	0,127
Alemana	0,361 ***	[0,051]	0,113
Italiana	-0,104	[-0,010]	0,130
Española	0,312 ***	[0,042]	0,087
Área tecnológica			
Aeronáutica y espacio	0,259	[0,034]	0,246
Agro-alimentación	0,261	[0,034]	0,269
Energía y medio-ambiente	0,024	[0,003]	0,230
Información y comunicación	0,129	[0,015]	0,217
Programas de innovación	0,385	[0,055]	0,335
Nuevos materiales	0,247	[0,032]	0,195
Transporte	0,311 **	[0,042]	0,130
Distancia geográfica	-1,079 ***	[-0,114]	0,107
Experiencia previa en proyectos del PM	0,143 *	[0,017]	0,080
Proyecto aprobado el año anterior	-0,031	[-0,003]	0,109
Rho	0,089 *		0,046
Log. función de verosimilitud	-8.190,55		
Número de observaciones censuradas / no censuradas	54.409 / 2.536		

Efectos marginales entre paréntesis (dx/dy). D.E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Todas las regresiones incluyen la constante. Se excluye la variable dicotómica correspondiente al año 1999. Los efectos marginales se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1.

**Cuadro A.4**  
**Inmovilizado inmaterial por empleado (t+5)**

	(1)		(2)	
	Coefficiente	D.E.	Coefficiente	D.E.
Participación en el PM (observada)	0,083	0,061		
Participación en el PM (predicha)			0,394 **	0,172
Cotización en bolsa	1,174 ***	0,182	1,169 ***	0,181
Actividad exportadora	0,156 ***	0,030	0,154 ***	0,030
Tamaño de la empresa (nº de empleados)				
De 10 a 49	-0,104 **	0,048	-0,104 **	0,048
De 50 a 99	-0,201 ***	0,052	-0,201 ***	0,052
De 100 a 199	-0,279 ***	0,053	-0,280 ***	0,053
Más de 200	-0,358 ***	0,053	-0,358 ***	0,053
Región				
País Vasco	0,057	0,058	0,052	0,058
Cataluña	0,246 ***	0,039	0,245 ***	0,039
Madrid	0,117 ***	0,039	0,116 ***	0,039
Valencia	0,030	0,049	0,029	0,049
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	0,073 ***	0,041	0,072 *	0,041
Servicios de alta tecnología	0,318 ***	0,070	0,314 ***	0,070
Sigma de u	1,210		1,209	
Rho	0,868		0,867	
Número de observaciones	23.089		23.089	

D.E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*. Todas las regresiones incluyen la constante y variables dicotómicas temporales. Se excluye la variable dicotómica correspondiente a empresas con menos de 10 trabajadores.

**Cuadro A.5**  
**Productividad laboral (t+5)**

	(1)		(2)		(3)	
	Coefficiente	D.E.	Coefficiente	D.E.	Coefficiente	D.E.
Participación en el PM (observada)			0,010	0,032		
Participación en el PM (predicha)					0,044	0,070
Inmovilizado inmaterial por empleado estimado (t+5)	0,121 ***	0,009	0,120 ***	0,012	0,120 ***	0,012
Inmovilizado material por empleado (t+5)	0,336 ***	0,005	0,336 ***	0,014	0,336 ***	0,014
Cotización en bolsa	-0,110	0,089	-0,111	0,168	-0,111	0,168
Actividad exportadora	0,381 ***	0,022	0,381 ***	0,025	0,381 ***	0,025
Tamaño de la empresa (nº de empleados)						
De 10 a 49	0,079 ***	0,024	0,079 **	0,036	0,079 **	0,036
De 50 a 99	0,097 ***	0,027	0,097 **	0,038	0,097 **	0,038
De 100 a 199	0,122 ***	0,028	0,122 ***	0,039	0,122 ***	0,039
Más de 200	0,130 ***	0,028	0,130 ***	0,039	0,130 ***	0,039
Región						
País Vasco	0,176 ***	0,042	0,176 ***	0,039	0,175 ***	0,039
Cataluña	0,195 ***	0,028	0,195 ***	0,030	0,195 ***	0,030
Madrid	0,344 ***	0,028	0,344 ***	0,031	0,344 ***	0,031
Valencia	0,016	0,037	0,016	0,040	0,016	0,040
Manufacturas de alta y media-alta tecnología	0,152 ***	0,029	0,152 ***	0,028	0,152 ***	0,028
Servicios de alta tecnología	-0,094 **	0,047	-0,094 **	0,046	-0,094 **	0,046
Sigma of u	0,889		0,889		0,889	
Rho	0,894		0,894		0,894	
Número de observaciones	22.985		22.985		22.985	

D.E.: Desviación estándar estimada. Coeficientes significativos al: 1%\*\*\*, 5%\*\*, 10%\*. Todas las regresiones incluyen la constante y variables dicotómicas temporales. Se excluye la variable dicotómica correspondiente a empresas con menos de 10 trabajadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovsky, L., E. Kremp, A. López, T. Schmidt y H. Simpson (2009), "Understanding cooperative R&D activity: evidence from four European countries", *Economics of Innovation and New Technology*. 18(3), pp. 243-265.

Aerts, K., Czarnitzki, D., y A. Fier (2007), "Evaluación econométrica de las políticas públicas de I+D: situación actual", en Heijs, J. y Buesa, M. (Eds.): *Cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.

Arnold, E., Åström, T., Boekholt, P., Brown, N., Good, B., Holmberg, R., Meijer, I. y G. van der Veen, (2008), *Impacts of the Framework Programme in Sweden*. Stockholm: VINNOVA

Aschhoff, B. y T. Schmidt (2008), "Empirical Evidence on the Success of R&D Cooperation- Happy Together?", *Review of Industrial Organization* 33 (1), pp. 41-62.

Barajas, A. y E. Huergo (2007), "La empresa española y la cooperación tecnológica internacional (I). Descripción del Programa Marco de I+D de la Unión Europea como contexto de análisis", *Documentos de trabajo CDTI*, 04. Madrid.

Barajas, A. y E. Huergo (2010), "International R&D Cooperation within the EU Framework Programme: Empirical Evidence for Spanish Firms", *Economics of Innovation and New Technology*, 19 (1) y (2), pp. 87-112.

Belderbos, R., Carree, M., Diederer, B., Lokshin, B. y R. Veugelers (2004), "Heterogeneity in R&D cooperation strategies", *International Journal of Industrial Organization* 22, pp. 1237-1263.

Benfratello, L. y A. Sembenelli (2002), "Research joint ventures and firm level performance", *Research Policy* 31, pp. 493-507.

Blanes, J.V., y I. Busom (2004), "Who participates in R&D subsidy programs? The case of Spanish manufacturing firms", *Research Policy* 33, pp. 1459-76.

Breschi, S. y L. Cusmano (2006), “Unveiling the texture of a European Research Area. Emergence of oligarchic networks under the EU Framework Programmes”, en Caloghirou, Y., A. Constantelou y N.S. Voortas (eds.): *Knowledge Flows in European Industry*, Routledge, Oxon.

Cassiman, B., y R. Veugelers (2002), “R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium”, *American Economic Review* 92(4), pp. 1169-1184.

Cincera, M., Kempen, L., Van Pottelsberghe, B., Veugelers, R. y C. Villegas (2003), “Productivity Growth, R&D and the role of international collaborative agreements: some evidence for Belgian Manufacturing companies”, *Brussels Economic Review* 46 (3), pp. 107-140.

Crepon, B., Duguet, E., y J. Mairesse (1998), “Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level”, *Economics of Innovation and New Technology* 7, pp. 115-158.

Dekker, R. y A.H. Kleinknecht (2008), “The EU Framework Programs: Are they worth doing?”, *MPRA Paper*, 8503. University of Munich.

DTI–Office of Science and Technology (2004), *Targeted Review of Added Value Provided by International R&D Programmes*, London.  
<http://www.berr.gov.uk/files/file14840.pdf>

European Commission (2009), *Evaluation of the Sixth Framework Programmes for Research and Technological Development. 2002-2006. Report of the Expert Group.*  
[http://ec.europa.eu/research/reports/2009/pdf/fp6\\_evaluation\\_final\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/reports/2009/pdf/fp6_evaluation_final_report_en.pdf)

European Commission (2003), *SMEs in Europe 2003.*

Faems, D., Van Looy, B. y K. Debackere (2005), “The role of interorganizational collaboration within innovation strategies: towards a portfolio approach”, *Journal of Product Innovation Management*, 22 (3), pp. 238-250

Georghiou, L. et al. (1992), *The impact of EC policies for RTD upon S&T in the UK*, A report prepared for DGXII of the Commission of the European Communities and the UK Office of Science and Technology, by PREST, University of Manchester and SPRU, University of Sussex.

Griliches, Z. (1992), "The search for R&D spillovers", *Scandinavian Journal of Economics* 94, pp. s29-47.

Griliches, Z. y J. Mairesse (1984), "Productivity and R&D at the Firm level", en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*, Chicago University Press, Chicago.

Grossman, G. y Helpman, E. (1991), "Expanding Product Variety" en: *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge.

Huergo, E. y L. Moreno (2004), "La innovación y el crecimiento de la productividad en España", *Ekonomiaz* 56 (2), pp. 208-23.

Jaffe, A. (1986), "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value", *American Economic Review* 76, pp. 984-1001.

Lööf, H. y A. Broström (2008), "Does knowledge diffusion between university and Industry increase innovativeness?", *The Journal of Technology Transfer* 33 (1), pp. 73-90.

Lööf, H. y A. Heshmati (2002), "Knowledge capital and performance heterogeneity: a firm-level innovation study", *International Journal of Production Economics* 76 (1), pp. 61-85.

López, A. (2008), "Determinants for R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms", *International Journal of Industrial Organization* 26(1), pp. 113-136.

Luukkonen T. (1998), "The difficulties in assessing the impact of EU framework programmes", *Research Policy* 27, pp. 599-610.

Luukkonen T. (2000), "Additionality of EU Framework Programmes", *Research Policy* 29, pp. 711-724.

Mohnen, P. (1996), "R&D Externalities and Productivity Growth", *STI Review*, OECD 18, pp. 39-66.

Nadiri M.I. (1993), "Innovations and technological spillovers", *NBER Working Paper* 4423, Cambridge, MA.

Polt, W., Vonortas, N. y R. Fisher (2008), *Innovation Impact, Final report to the European Commission*, Brussels: DG Research.

Roediger-Schluga, T. y M.J. Barber (2006), "The structure of R&D collaboration networks in the European Framework Programmes", *UNU-Merit Working Paper Series* 2006-36.

Romer, P. (1990), "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy* 5 (2), pp. S71-S102.

Siebert, R. (1996), "The Impact of Research Joint Ventures on Firm Performance: An Empirical Assessment", *WZB Working Paper FS IV 96 - 13*.

Solow, R. (1957), "Technical Change and the Aggregated Production Function", *Review of Economics and Statistics* 39, pp. 312-20.

Verspagen, B. (1995), "R&D and Productivity: A Broad Cross-Section Cross-Country Look", *Journal of Productivity Analysis* 6, pp. 117-35.







