



**Universidad de Oviedo**  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

**GRADO EN ECONOMÍA**

**2022-2023**

**TRABAJO FIN DE GRADO  
ESTUDIO SOBRE LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN  
LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS A TRAVÉS DEL  
PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**LAURA GABRIELA CASTEJÓN SÁNCHEZ**

**03/07/2023**

**DECLARACIÓN RELATIVA AL ARTÍCULO 8.3 DEL  
REGLAMENTO SOBRE LA ASIGNATURA TRABAJO FIN DE  
GRADO**

(Acuerdo de 5 de marzo de 2020, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Oviedo)

Yo Laura Gabriela Castejón Sánchez, con DNI

**DECLARO**

Que el TFG titulado “ESTUDIO SOBRE LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS A TRAVÉS DEL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA” es una obra original y que he citado debidamente todas las fuentes utilizadas.

03/07/2023

## **TÍTULO EN ESPAÑOL:**

**“ESTUDIO SOBRE LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS A TRAVÉS DEL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA”**

## **RESUMEN EN ESPAÑOL:**

La innovación empresarial es fundamental en el crecimiento económico a largo plazo de los países, debido a ello, en este trabajo se aborda su importancia y el papel de las empresas españolas en el proceso innovador. Para ello, se analiza la inversión en I+D+i de estas empresas a través del Panel de Innovación Tecnológica elaborado por el Instituto Nacional de Estadística. Se elaboran dos modelos econométricos, uno que estudia el gasto total en I+D+i y otro que explica la contratación de personal interno de I+D, y se aplica el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios. Finalmente, los resultados muestran la idea de que lo óptimo sería fomentar la creación y desarrollo de empresas de gran tamaño, que exporten dentro de la Unión Europea, que formen parte de grupos empresariales, que realicen una elevada inversión en bienes materiales y que se dediquen a actividades intensivas en I+D+i.

## **TÍTULO EN INGLÉS:**

**"RESEARCH ABOUT INNOVATIVE ACTIVITY IN SPANISH COMPANIES THROUGH THE TECHNOLOGICAL INNOVATION PANEL".**

## **RESUMEN EN INGLÉS:**

Business innovation is fundamental to the growth of economies, so this paper addresses its importance and the role of Spanish firms in the innovation process. To this end, we analyse the R&D&I investment of these firms through the Technological Innovation Panel prepared by the Instituto Nacional de Estadística. Two econometric models are developed, one that studies total R&D expenditure and the other that explains the hiring of internal R&D personnel, and the Ordinary Least Squares method is applied. Finally, the results show that it would be optimal to encourage the creation and development of large companies that export within the European Union, that form part of business groups, that invest heavily in tangible goods and that engage in R&D&I-intensive activities.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCION.....	5
2. MOTIVACIÓN Y REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
3. BASE DE DATOS: EL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA .....	8
3.1. LA ENCUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (EIT).....	8
3.2. LA ESTADÍSTICA SOBRE ACTIVIDADES EN I+D .....	10
3.3. EL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (PITEC) .....	11
4. ESTRATEGIA ECONOMETRICA.....	12
4.1. ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS .....	12
4.1. MODELO PROPUESTO .....	13
5. RESULTADOS .....	15
5.1 MODELO 1, GASTO TOTAL EN I+D.....	15
5.1.1- Análisis económico .....	17
5.1.2. Variable sectores.....	17
5.1.3-Variable regiones.....	19
5.2 MODELO 2, PERSONAL INTERNO EN I+D .....	21
5.2.1. Análisis económico .....	23
5.2.2. Variable sectores.....	23
5.2.3. Variables regionales .....	25
6. CONCLUSIONES.....	27
7. BIBLIOGRAFÍA .....	30

## 1. INTRODUCCION

La investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) es un elemento clave en el crecimiento económico de los países, sin embargo, España debería llevar a cabo una serie de cambios con los que introducir mejoras en relación con estos aspectos, ya que nos encontramos con niveles de innovación por debajo de los del conjunto de países de la Unión Europea. Modelos macroeconómicos como los de Solow y Romer remarcan la importancia del I+D+i en los procesos de crecimiento económico a largo plazo de los países. En dichos modelos, se destaca tanto la importancia de la inversión general en I+D+i, como de la contratación de trabajadores altamente cualificados que desarrollan dichas tareas. Una de las principales debilidades de España es el limitado apoyo por parte de las autoridades a las empresas innovadoras, por ello es fundamental que España realice esfuerzos para identificar cuáles son las empresas que más invierten en estos aspectos para así impulsarlas, y de esta manera impulsar también el crecimiento económico del país a largo plazo.

Debido a la gran importancia del I+D+i, el objetivo de este trabajo es comprender, mediante dos análisis econométricos, cuáles son las principales características, por un lado, de las empresas que invierten en I+D+i, y por otro, de las empresas que son intensivas en trabajadores altamente cualificados. Una vez obtenidos los resultados, se pretende determinar cuáles son los tipos de empresas que más invierten en estos conceptos para que de esta manera España pueda aplicar políticas económicas eficientes que favorezcan el crecimiento y desarrollo de esta clase de empresas, y así incentivar el crecimiento económico a largo plazo en el país.

En cuanto a la estructura del trabajo, se inicia con un apartado de motivación, en él se tratan aspectos tales como la importancia del I+D+i en el crecimiento de las economías y también se comenta la necesidad de mejora que tiene España en relación con la innovación, ya que se encuentra por debajo de los niveles medios de la Unión Europea según el European Innovation Scoreboard. A continuación, se describe la base de datos que se emplea para realizar los análisis econométricos, el Panel de Innovación Tecnológica, que es elaborado por el Instituto Nacional de Estadística de forma anual, a través de la Encuesta de Innovación Tecnológica y de la Estadística sobre actividades en I+D. Seguidamente se habla sobre el método que se emplea para realizar el análisis econométrico, el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios. Posteriormente se proponen los dos modelos que serán analizados, uno cuya variable dependiente es el gasto total de las empresas en I+D+i, y otro cuya variable dependiente es la cifra de personal de I+D interna. Las variables explicativas son comunes para ambos modelos y entre ellas encontramos características tales como el tamaño o la actividad de la empresa. Seguidamente se comentarán con detalle los resultados obtenidos en ambos modelos estudiados. Finalmente se concluye el trabajo comentando cuáles son las características de las empresas que invierten en ambos objetivos conjuntamente, para así orientar a las políticas económicas a incentivar la creación y el desarrollo de este tipo concreto de empresas intensivas en I+D+i y en personal investigador.

## 2. MOTIVACIÓN Y REVISIÓN DE LITERATURA

La importancia de la innovación en el crecimiento de las economías se destaca desde hace años gracias a trabajos como los de Solow (1956), “A contribution to the theory of economic growth” y Romer (1990), “Endogeneous Technological Change”. En sus trabajos, además de los factores tradicionales que influyen en la producción, que son el trabajo y el capital, se le da una gran importancia a la innovación tecnológica y al capital humano en el crecimiento económico a largo plazo. En ambos modelos se trabaja con variables per cápita, por tanto, las conclusiones serán en esos mismos términos. Del modelo de Solow, se extrae la conclusión de que el progreso tecnológico es la fuente del crecimiento per cápita sostenido. Una gran parte de dicho progreso tecnológico es elaborado por las empresas, por lo que fomentar empresas intensivas en tecnología es clave para el crecimiento de las economías en el largo plazo. En cuanto al modelo de Romer, el cual se aplica a los países avanzados, se extrae la idea de que el progreso tecnológico es entendido como nuevas ideas, las cuales dependen tanto del personal investigador como de las innovaciones ya existentes, y que, por tanto, la tasa de crecimiento de cada economía es endógena. Debido a esto, el personal de I+D es un punto fundamental en las economías y habrá que fomentar aquel tipo de empresas que sean intensivas en la contratación de esta clase de personal, para así evitar perder población altamente cualificada y también conseguir atraer a perfiles extranjeros a nuestro país. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, al depender de características endógenas, esta inversión empresarial no producirá los mismos efectos a largo plazo en todas las regiones.

La Comisión Europea elabora anualmente el European Innovation Scoreboard. Se trata de un informe que recoge un conjunto de indicadores sobre la innovación e investigación en todos y cada uno de los países que forman la Unión Europea y de otros cercanos como: Albania, Israel, Noruega, Turquía, Bosnia y Herzegovina, Montenegro, Serbia, Ucrania, Islandia, Macedonia del Norte, Suiza y Reino Unido. Este informe proporciona una visión detallada sobre el panorama innovador e investigador de cada país, realizando una comparativa con el conjunto de la Unión Europea y un análisis de las principales fortalezas y debilidades de cada uno de los países en esta materia. Se divide a los países en cuatro grupos según su rendimiento:

- Líderes en innovación. Comprende por aquellos países que poseen los mejores resultados a nivel europeo. Estas economías cuentan con rendimientos por encima del 125% respecto de la media de la UE. Los países que forman parte de este grupo son Bélgica, Dinamarca, Finlandia, los Países Bajos y Suecia
- Innovadores fuertes. Grupo formado por aquellos países cuyo rendimiento se encuentra por encima de la media europea, concretamente entre el 100% y el 125% respecto del conjunto de la UE: Austria, Chipre, Francia, Alemania, Irlanda y Luxemburgo
- Innovadores moderados. Compuesto por países con rendimientos por debajo de la media de la UE, entre el 70% y el 100% respecto del conjunto de la UE: Chequia, Estonia, Grecia, Italia, Lituania, Malta, Portugal Eslovenia y España
- Innovadores emergentes. Comprende aquellos países con los peores resultados a nivel europeo, rendimientos por debajo del 70% respecto de la media de la UE. Forman parte de este grupo Bulgaria, Croacia, Hungría, Letonia, Polonia, Rumanía y Eslovaquia

Se puede observar una clara concentración geográfica de los diferentes grupos de países. Los países líderes en innovación se concentran en el norte de Europa, los fuertemente

innovadores en el oeste europeo, los innovadores moderados se encuentran mayoritariamente en el sur, y los innovadores emergentes en el este europeo.

Profundizando en el caso de España, nos encontramos en el grupo de innovadores moderados, con un rendimiento innovador e investigador del 88,8% en relación con la media de la UE. Además, nuestro rendimiento también es menor que el de la media de los países innovadores moderados, concretamente un rendimiento del 89,8% respecto del grupo de países en el que se clasifica España. Desde el 2015 la innovación se ha incrementado en un 9,9% de media en el conjunto de la UE, sin embargo, también nos encontramos por debajo en este aspecto, habiendo aumentado un 8,6%. La distancia entre España y la media europea ha aumentado respecto a los años anteriores, y por eso es clave impulsar todas aquellas investigaciones que ayuden a identificar qué clase de empresas son las que pueden ayudar a aumentar la inversión en I+D+i en nuestro país. En cuanto a las fortalezas relativas de nuestro país, encontramos:

- Gran número de ventas de productos innovadores. Comprende tanto productos nuevos para el mercado (tecnologías de vanguardia) como productos nuevos para las empresas (difusión de las tecnologías).
- Gran cantidad de personas con competencias digitales por encima del nivel básico.
- Acceso a red de banda ancha. Se tienen en cuenta a todas las empresas que tengan contratada conexión fija a internet de al menos 100 Mb/s
- Elevada cantidad de población con educación terciaria. Solamente se tiene en cuenta a la población entre 25 y 34 años.
- Aprendizaje permanente. Comprende todo tipo de actividades educativas o formativas, ya seas relevantes o no para el trabajo actual o futuro.

En cuanto a las debilidades de nuestro país en relación con el conjunto de la UE, encontramos:

- Reducidas ayudas públicas a la I+D empresarial. Comprende tanto las ayudas directas tales como las subvenciones, como las ayudas indirectas a través del sistema fiscal.
- Baja oferta de empleos en empresas innovadoras.
- Escaso número de empresas que realizan innovaciones en procesos empresariales.
- Reducido gasto en I+D del sector empresarial
- Escasa cantidad de acuerdos de colaboración entre PYMES innovadoras.

Podemos observar que, pese a que una de las fortalezas sea contar con una gran cantidad de población con educación terciaria, una de las debilidades es la baja demanda de estos perfiles por parte de las empresas privadas, además de un reducido gasto en I+D por parte de estas. Por ello, estos trabajadores altamente cualificados emigran a otros países donde sí se requieran sus perfiles y España no consigue aprovechar de manera óptima las externalidades positivas que genera la población cualificada. La solución a los problemas a los que se enfrenta España podría ser la clave para lograr un gran crecimiento económico ya que, rescatando lo que se mencionaba en el párrafo inicial de este apartado, según Solow y Romer tanto la inversión como el personal innovador, dos debilidades en nuestro país, son puntos esenciales para potenciar dicho crecimiento económico a largo plazo.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta que, como se destaca en el modelo de Romer, el efecto en el crecimiento económico de un país o de una región no va a depender únicamente de la suma que se invierta en I+D+i ni de la contratación de personal, sino también de otros aspectos endógenos de las propias economías. Este y otros aspectos se

estudian también en el Informe número 04 de la Catedra para el análisis de la innovación en Asturias, del cual se extraen también otras conclusiones relevantes. En el informe se estudia la capacidad real de la inversión en I+D+i para general crecimiento económico, y se concluye que efectivamente la inversión en esta materia produce un aumento en la productividad, y gracias a ello se produce un crecimiento económico a largo plazo, por lo que se verifica empíricamente la conclusión del modelo de Solow. Además, esto es independiente del nivel de desarrollo de la región, ya que en todas ellas un aumento de esta inversión da lugar a un aumento en la productividad. También se estudia cuanto tiempo tiene que pasar para que sea notable el efecto del I+D+i, y la conclusión también es consistente con los modelos inicialmente comentados, los efectos completos solo son observables a largo plazo, además también deducen que dicha inversión debe de ser sostenida en el tiempo para que los efectos sean óptimos. Asimismo, como se comentaba inicialmente, se realizan la pregunta de si el impacto que tiene la inversión en I+D+i sobre el crecimiento económico es igual en cada territorio. La conclusión que obtienen es consistente con el modelo de Romer, ya que concluyen que existen diferencias en los efectos entre las regiones más y menos desarrolladas. Concretamente, las regiones más desarrolladas observan que los efectos a largo plazo son más elevados que en las regiones menos desarrolladas. Por último, también estudian los diferentes efectos económicos que producen tanto la inversión en I+D+i pública como la privada. Llegan a la conclusión de que la inversión pública tiene un impacto mucho mayor en las regiones menos desarrolladas. En este trabajo únicamente se trabaja con la inversión en I+D+i que realizan las empresas privadas, por lo que la conclusión a la que se llega en el informe de la catedra puede ser una de las razones por la que en el análisis realizado en el apartado cinco no salen significativas regiones como Asturias o Extremadura, y es que para que estas regiones resulten significativas probablemente haya que realizar un estudio donde, además de la inversión en I+D+i privada, se incluya la pública.

Por todo esto, en este trabajo se tratará de identificar algunos de los principales elementos o rasgos que tienen las empresas intensivas en I+D+i para que así las autoridades puedan impulsarlas mediante la elaboración de políticas económicas adecuadas a sus características.

### **3. BASE DE DATOS: EL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Los datos que se utilizaran en este trabajo proceden del Panel de Innovación Tecnológica PITEC (en adelante). Se trata de un panel de datos elaborado de forma anual desde el 2004 por el Instituto Nacional de Estadística (INE en adelante). Se realiza a partir de información procedente de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT en adelante) y de la Estadística sobre actividades en I+D, y su objetivo es el seguimiento y caracterización de la innovación tecnológica de las empresas que residen en España. La información para elaborar apartado ha sido obtenida de las memorias metodológicas de dichas fuentes elaboradas por el INE y disponibles en su página web.

#### **3.1. LA ENCUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (EIT)**

Esta encuesta nace de la necesidad de obtener información sobre los procesos de innovación en las empresas debido a su gran impacto en el crecimiento de los países. Su ámbito poblacional son las empresas agrícolas, industriales, de producción o de servicios con 10 o más trabajadores remunerados de todo el territorio español y que cuyas actividades se correspondan con unas secciones determinadas de la Clasificación

Nacional de Actividades Económicas-2009 (CNAE en adelante). Las secciones incluidas son:

- A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.
- B.- Industrias extractivas.
- C.- Industria manufacturera.
- D.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado.
- E.- Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación.
- F.- Construcción.
- G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas.
- H.- Transporte y almacenamiento.
- I.- Hostelería.
- J.- Información y comunicaciones.
- K.- Actividades financieras y de seguros.
- L.- Actividades inmobiliarias.
- M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas.
- N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares.
- P.- Educación. Excepto rama 854.- Educación postsecundaria
- Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales.
- R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento.
- S.- Otros servicios. Excepto rama 94.- Actividades asociativas.

Las secciones excluidas de la CNAE-2009 son:

- Grupo O-Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria.
- Grupo T- Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico; actividades de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio
- Grupo U- Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales

La encuesta tiene un tamaño muestral de más de 40.000 empresas. Se realiza con periodicidad anual, y el periodo de referencia principal es el año anterior al de su elaboración, sin embargo, el periodo para las variables que están relacionadas con las innovaciones de las empresas es de tres años antes de la realización de la encuesta. Su marco muestral es el Directorio Central de Empresas (DIRCE en adelante), el cual es un registro organizado que reúne información básica acerca de todas las empresas españolas y cuyo objetivo principal es servir para la elaboración de encuestas por muestreo. Además, como la Encuesta de Innovación Tecnológica está coordinada con la Estadística de actividades de I+D, también se incorpora un directorio de empresas potencialmente investigadoras.

La población se estratifica mediante las siguientes variables:

- a) Si la empresa forma parte del directorio de empresas potencialmente investigadores.
- b) Tamaño de empresa (intervalos 10-49, 50-199, 200 y más).
- c) Rama de actividad principal.
- d) Comunidad autónoma donde se localiza la sede social.

La EIT proporciona información sobre catorce variables:

1. Actividad económica principal de la empresa: se considera actividad principal aquella que genera mayor valor añadido.
2. Dimensión o tamaño de la empresa: refleja la magnitud de la cifra de negocios o el número de trabajadores que forman la plantilla de la empresa.
3. Personal empleado en la empresa. Tanto remunerado como no remunerado.
4. Cifra de negocios: comprende la facturación por prestación de servicios o venta de bienes objeto de tráfico de la empresa. Se incluyen los impuestos que gravan los bienes y servicios vendidos, salvo el IVA.
5. Inversión bruta en bienes materiales: se incluyen tanto los nuevos como los ya existentes con vida útil de más de un año.
6. Innovación tecnológica: productos y procesos tecnológicamente nuevos y sus mejoras tecnológicas.
7. Innovación no tecnológica: innovaciones en organización y marketing.
8. Problemas existentes a la hora de determinar lo que se considera o no innovación.
9. Actividades para la innovación tecnológica. Se consideran: I+D interna, I+D externa, adquisición de equipos, formación, innovaciones en el mercado, y diseño.
10. Actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D) interna.
11. Regionalización de los recursos. Para conocer la distribución su distribución por Comunidades Autónomas.
12. Cooperación en innovación tecnológica. Se recoge si la empresa participa en proyectos de innovación conjuntos con otras empresas.
13. Patentes.
14. Licencias.

### **3.2. LA ESTADÍSTICA SOBRE ACTIVIDADES EN I+D**

Esta estadística surge con el objetivo de medir las actividades realizadas por las empresas en I+D para así poder tomar las mejores decisiones en política científico-tecnológica. Su ámbito poblacional son las empresas, organismos públicos, universidades y centros de enseñanza superior e instituciones privadas sin ánimo de lucro que realizan actividades de I+D en territorio nacional. Las unidades de análisis se agrupan por sectores: sector empresas, sector administración pública, sector enseñanza superior, sector instituciones privadas sin ánimo de lucro, sector extranjero (figura solamente como fuente de financiación de la I+D realizada por empresas nacionales y como destino de los gastos realizados en I+D externa realizados por estas mismas empresas).

La Estadística sobre actividades en I+D cuenta con un tamaño muestral de 45.000 empresas, 537 centros de la administración pública, 83 universidades, 120 centros de enseñanza superior y 116 instituciones privadas sin ánimo de lucro. Su periodicidad es anual y el periodo de referencia de los datos es el año inmediatamente anterior a la realización de la encuesta, salvo para la variable gastos, cuyo periodo de referencia es el año de elaboración. Su marco muestral es el Directorio Central de Empresas, al igual que en la EIT, al que también se le añade un directorio de empresas posiblemente investigadoras. La población de empresas se estratifica según las mismas variables que la EIT.

La Estadística sobre actividades en I+D proporciona información sobre doce variables donde las cuatro primeras coinciden con las que contiene la EIT:

1. Actividad económica.
2. Dimensión de la empresa.
3. Personal empleado.

4. Cifra de negocios.
5. Investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D): se consideran aquellos trabajos que se realizan con el objetivo de aumentar el volumen de conocimientos. Engloba investigación básica, que es la que no está dirigida a un uso determinado, investigación aplicada, aquella que tiene un objetivo específico, y desarrollo tecnológico.
6. Otras actividades industriales. Se clasifican en: actividades innovadoras, y financiación y otras actividades de apoyo indirecto.
7. Gastos en actividades internas de I+D. Se consideran tanto los gastos internos como los gastos externos que se realicen en apoyo de las tareas internas.
8. Gastos externos en I+D. únicamente considera los gastos directos en I+D externa. Se clasifican según si el destino del gasto es nacional o extranjero.
9. Personal en actividades de I+D: contabiliza todos aquellos empleados que participen en actividades de I+D y aquellos que desempeñan funciones ligadas con dichos trabajos, como puede ser el personal de oficina.
10. Distribuciones funcionales: según el tipo de investigación, el campo científico y el objetivo socioeconómico.
11. Regionalización de los recursos destinados al I+D por Comunidades Autónomas. Misma variable que en la EIT.
12. Otras características: si se trata de empresas públicas o privadas, independientes, o si forman parte de un grupo de empresas,

### **3.3. EL PANEL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (PITEC)**

Los datos del PITEC, elaborados a partir de las dos encuestas mencionadas anteriormente, se encuentran disponibles únicamente para investigadores, los cuales deben firmar un documento que asegure un uso correcto de los mismos. Dichos datos se encuentran en ficheros, cada uno de los cuales hace referencia a un año t concreto. Para facilitar el uso de los ficheros, las empresas ocupan siempre la misma posición y no se elimina el registro de ninguna empresa, aunque haya desaparecido. En los ficheros no es posible identificar a las empresas que forman parte del panel debido a que se lleva a cabo un proceso de anonimización. Este proceso implica que:

- Cada empresa tiene asociada un número de identificación que únicamente conoce el INE.
- No se conoce la actividad exacta de la empresa. Hasta el año 2008 la variable ACTI clasificó las actividades en 56 tipos basándose en la CNAE-93. A partir del 2008 se introdujeron modificaciones y se creó la variable ACTIN que clasifica las actividades en 44 grupos guiándose por la CNAE-2009.
- Las variables “Cifra de negocios”, “Inversión Bruta en Bienes materiales”, “Número de empleados”, “Gastos totales en innovación” y “Personal total en I+D” se expresan con valores simulados mediante medias. Otras variables cuantitativas se expresan como porcentajes del valor agregado, como ejemplo están las exportaciones, que se expresan como porcentaje de la cifra de negocios.

El PITEC se elabora a partir de 5 tipos de muestras:

1. Muestra MEG: Constituida por empresas de más de 200 trabajadores.
2. Muestra MID: Formada por empresas que realizan gasto en I+D interna.
3. Muestra MEG+MID: Compuesta por empresas de más de 200 trabajadores y que realizan gasto en I+D interna.

4. Muestra MIDE: Constituida por empresas de menos de 200 trabajadores y que realizan gasto en I+D externa pero no en I+D interna.
5. Muestra MEP: Formada por empresas de menos de 200 trabajadores y que no realizan gasto en innovación.

En este trabajo solo se considerarán las muestras 1, 2 y 3.

## 4. ESTRATEGIA ECONOMETRICA

### 4.1. ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

Con los datos extraídos del PITEC se elaborará un Modelo Lineal Básico, el cual se concretará más adelante. Para realizar el análisis de regresión sobre dicho modelo, se empleará el método de estimación Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO en adelante). Para elaborar este apartado se han empleado los libros de Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010), y Stock, J. H. y Watson, M. W. (2012).

El método de Mínimos Cuadrados se basa en obtener la recta de regresión estimada que se encuentre más próxima a los valores observados. Esa proximidad se puede medir gracias a la suma de los errores al cuadrado, siendo el error la diferencia entre el valor observado y el estimado.

Nuestro Modelo Lineal Básico tomará la forma:

$$\left. \begin{array}{l} Y_1 = \beta_1 + \beta_2 X_{21} + \dots + \beta_k X_{k1} + u_1 \\ Y_2 = \beta_1 + \beta_2 X_{22} + \dots + \beta_k X_{k2} + u_2 \\ \vdots \\ Y_n = \beta_1 + \beta_2 X_{2n} + \dots + \beta_k X_{kn} + u_n \end{array} \right\} Y = X\beta + u \quad (1)$$

Existen una serie de hipótesis sobre los Modelos Lineales Básicos para llevar a cabo la estimación por MCO:

- El vector de perturbaciones aleatorias (u) sigue una distribución normal, tiene esperanza nula, y la matriz de varianzas-covarianzas es escalar, por lo que los residuos son homocedásticos y no existe autocorrelación.
- La matriz de regresores (X) es no estocástica y tiene rango k.
- El vector de parámetros ( $\beta$ ) es fijo.

Una vez conocido esto, la suma cuadrática de los errores será la siguiente:

$$\sum_{i=1}^n (\hat{u})^2 = \hat{u}'\hat{u} = (\hat{u}_1, \hat{u}_2, \dots, \hat{u}_n) \begin{pmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \\ \vdots \\ \hat{u}_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

Operando sobre (2), el estimador de los coeficientes resulta:  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$

Los estimadores de MCO cuentan con una serie de propiedades y características, las cuales son:

- Pasa a través de las medias muestrales de Xi e Y, centro de gravedad.
- El valor medio de Y estimada coincide con el valor medio de Y observada,  $\bar{\hat{Y}} = \bar{Y}$ .
- La suma de los residuos es 0,  $\sum_{i=1}^n \hat{u}_i = 0$ .
- Los residuos no están correlacionados con los regresores,  $X'\hat{u} = 0$ .

- Los residuos no están correlacionados con el valor estimado de la variable dependiente,  $\hat{y}'\hat{u} = 0$ .
- Los estimadores son:
  - Lineales,  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$ , operando:  $\hat{\beta} = \beta + (X'X)^{-1}X'u$ .
  - Insesgados: la esperanza del estimador es igual al parámetro estimado,  $E(\hat{\beta}) = \beta$ .
  - Consistentes: el valor del estimador tiende al valor del parámetro cuando el tamaño de muestra tiende a infinito,  $\hat{\beta} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \beta$
  - Óptimos: de mínima varianza.

#### 4.1. MODELO PROPUESTO

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar cómo afectan las diferentes características de las empresas españolas a los gastos que estas realizan en investigación, desarrollo e innovación. Se presentan dos modelos a estudiar, un modelo principal que se centrará en explicar los gastos totales en I+D+i, y otro como apoyo que explicará la cantidad de personal de I+D interna contratado en las empresas, debido a la gran importancia del personal en el proceso investigador. En consecuencia, las variables dependientes son las siguientes:

- Gasto en I+D+i: Cifra medida en euros del gasto total en investigación, desarrollo e innovación realizado por la empresa  $i$  en el año 2016.
- Personal I+D interna: Recoge el número total de trabajadores en I+D interna de la empresa  $i$  en el año 2016.

A continuación, se presentan las variables explicativas, las cuales serán comunes a ambos modelos:

- Tamaño: Hace referencia al número de trabajadores de la empresa  $i$  en el año 2016.
- Tamaño al cuadrado: Refleja el número de trabajadores elevado al cuadrado de la empresa  $i$  en el año 2016. Se añade para comprobar si la variable “tamaño” afecta a la variable dependiente a ritmos crecientes o decrecientes.
- Exportaciones intracomunitarias: Comprende la cifra de exportaciones a países pertenecientes a la Unión Europea, medida en euros de la empresa  $i$  en el año 2016. El PITEC solamente proporciona información sobre el porcentaje de exportaciones intracomunitarias sobre la cifra de negocios total. Para obtener la cifra exacta se aplica el porcentaje sobre la cifra de negocios.
- Exportaciones extracomunitarias: Comprende la cifra de exportaciones extracomunitarias medida en euros de la empresa  $i$  en el año 2016. El PITEC proporciona información sobre el porcentaje de exportaciones extracomunitarias sobre la cifra de negocios total. Para obtener la cifra exacta se aplica el porcentaje sobre la cifra de negocios.
- Inversión en bienes materiales: Hace referencia al valor de los bienes de capital, tanto producidos por la propia empresa como adquiridos a terceros, con vida útil superior a un año, de la empresa  $i$  en el año 2016. Según el INE, “Desde el punto de vista contable la inversión en activos materiales engloba los conceptos de terrenos y bienes naturales, construcciones, instalaciones técnicas, maquinaria, utillaje, otras instalaciones, mobiliario, equipos para procesos de información, elementos de transporte y otro inmovilizado material.”

- Actividad: Se desglosa en diecisiete variables dummy que hacen referencia a la actividad que realiza la empresa  $i$  en el año 2016. El PITEC proporciona 44 variables sobre actividad empresarial, las cuales fueron reagrupadas para la elaboración de este trabajo en las 17 variables presentadas a continuación. Esta reagrupación se elaboró según los principales grupos de actividades de la CNAE-2009 que realizan las empresas estudiadas en el PITEC:

- A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca,
- B.- Industrias extractivas,
- C.- Industria manufacturera,
- D+E.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, y Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación (se combinan en una sola categoría),
- F.- Construcción,
- G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas,
- H.- Transporte y almacenamiento,
- I.- Hostelería,
- J.- Información y comunicaciones,
- K.- Actividades financieras y de seguros,
- L.- Actividades inmobiliarias,
- M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas,
- N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares,
- P.- Educación,
- Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales,
- R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento,
- S.- Otros servicios.

Tomaran valor 1 cuando la empresa  $i$  en el año 2016 realice la actividad de la variable dummy estudiada y 0 cuando no. Se dejará fuera del modelo la variable dummy referida a la actividad C, industria manufacturera.

- Región: Se desglosa en diecisiete variables dummy que recogen las comunidades autónomas españolas. No se incluyen las ciudades autónomas Ceuta y Melilla. Tomaran valor 1 cuando la empresa  $i$  en el año 2016 realice gasto en I+D en la región estudiada y 0 cuando no. Se tomará como referencia la Comunidad de Madrid por lo que se dejará fuera del modelo.
- Grupo: Variable dummy que tomará el valor 1 si la empresa  $i$  en el año 2016 pertenece a un grupo de empresas y 0 si no pertenece.

Los modelos que se presentan para ser estudiados se expresan econométricamente de la siguiente manera:

Modelo para el gasto en I+D+i:

$$\begin{aligned}
 \text{Gasto } I + D + i &= \beta_1 + \beta_2 \text{Tamaño} + \beta_3 \text{Tamaño}^2 \\
 &+ \beta_4 \text{Exportaciones Intracomunitarias} \\
 &+ \beta_5 \text{Exportaciones Extracomunitarias} \\
 &+ \beta_6 \text{Inversión bienes materiales} + \beta_7 \text{Grupo} \\
 &+ \beta_i \text{Sector} + \beta_j \text{Región} + u_i
 \end{aligned} \tag{1}$$

Modelo para analizar el personal interno de I+D:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Personal I + D} \\
 & = \beta_1 + \beta_2 \textit{Tamaño} + \beta_3 \textit{Tamaño}^2 \\
 & + \beta_4 \textit{Exportaciones Intracomunitarias} \\
 & + \beta_5 \textit{Exportaciones Extracomunitarias} \\
 & + \beta_6 \textit{Inversión bienes materiales} + \beta_7 \textit{Grupo} \\
 & + \beta_i \textit{Sector} + \beta_j \textit{Región} + u_i
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Siendo:

$i = A, B, D+E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, P, Q, R, S.$

$j =$  Andalucía, Aragón, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Valencia, Extremadura, Galicia, Murcia, Navarra, País Vasco, La Rioja.

## 5. RESULTADOS

A continuación, se mostrará una tabla que recoge los aspectos estadístico-económicos de las variables de ambos modelos

Tabla 1.- Estadísticos descriptivos

Variable	Media	Mediana	Desviación típica	Min	Max
<i>Gasto I+D+i</i>	2,73E+06	3,51E+05	1,41E+07	2511	2,17E+08
<i>Personal I+D</i>	24,20	8	64,31	1	829
Tamaño	389,37	80	1716,3	1	40924
Tamaño <sup>2</sup>	3,10E+06	6400	4,85E+07	1	1,67E+09
Exportaciones Intracomunitarias	2,51E+07	9,88E+05	2,23E+08	0	7,17E+09
Exportaciones Extracomunitarias	1,24E+07	4,39E+05	9,52E+07	0	3,42E+09
Inversión en bienes materiales	4,88E+06	1,94E+05	3,52E+07	0	9,22E+08
Grupo empresarial	-	-	-	0	1
Sector	-	-	-	0	1
Región	-	-	-	0	1

En esta tabla se contemplan los principales estadísticos descriptivos de las variables explicativas de los modelos. Al ser la mayoría de los valores muy elevados se expresan en notación científica. En los cuatro grupos de variables dummy solo se muestran los valores máximo y mínimo, 1 y 0.

### 5.1 MODELO 1, GASTO TOTAL EN I+D

A continuación, se muestra una tabla en la que se recogen los resultados obtenidos en el primer modelo:

Tabla.2- Resultados econométricos Modelo 1

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente (Estadístico t)<sup>sig.</sup></b>
Tamaño	4103,630 (13,570)***
Tamaño 2	-0,092 (-9,602)***
Exportaciones Intracomunitarias	0,024 (23,330)***
Exportaciones Extracomunitarias	-0,014 (-5,372)***
Inversión en bienes materiales	0,068 (8,664)***
Grupo empresarial	1,10E+06 (2,619)***
Actividad	Sí
Región	Sí
<b>R2</b>	<b>0,3996</b>
<b>F 38 2992</b>	<b>52,4077</b>

\* Significación al 10%  
 \*\* Significación al 5%  
 \*\*\* Significación al 1%

En este primer modelo donde la variable dependiente es el gasto total en I+D+i podemos observar que todas las variables propuestas son significativas. Además, todas son significativas al 1%. En cuanto a las variables dummy referidas al sector de actividad y a la región, en este epígrafe solo se comentará que ambas son significativas para introducir en el modelo, se profundizará en ellas en los apartados 5.1.2 y 5.1.3 respectivamente.

El modelo propuesto cuenta con un coeficiente de determinación de 0,3996 lo que quiere decir que el modelo es capaz de explicar el 39,96% del gasto realizado en I+D+i por las empresas españolas. En cuanto al contraste de significación global, el valor de la f de Snedecor da lugar a un nivel crítico aproximado a cero, por lo que conclusión es que alguna de las variables presentadas es significativa para explicar la variable dependiente.

No se observa multicolinealidad ya que ningún factor de inflación de la varianza es superior a diez. Sin embargo, hay que asumir ciertas limitaciones del modelo propuesto ya que, en cuanto al contraste de linealidad, se rechaza la hipótesis nula al ser el nivel crítico próximo a cero, por lo que el modelo es no lineal. En cuanto a la heterocedasticidad, al realizar los cuatro contrastes disponibles donde la hipótesis nula en todos ellos es que no hay heterocedasticidad, se obtienen niveles críticos próximos a cero por lo que también se rechaza la hipótesis nula y saca la conclusión de que hay heterocedasticidad en el modelo. También se concluye que los residuos no siguen una distribución normal ya que se rechaza la hipótesis nula del contraste de normalidad de los residuos debido a que el valor crítico es próximo a cero. Debido a estos problemas, es necesario abordar los resultados de forma prudente.

### **5.1.1- Análisis económico**

Para realizar el siguiente análisis se asume la condición *ceteris paribus*. En cuanto al modelo inicial, podemos observar que el tamaño influye de gran manera y de forma positiva en la variable dependiente, lo que da lugar a que cuanto mayor sea el número de trabajadores contratados, mayor será el gasto realizado por la empresa en investigación, desarrollo e innovación. Sin embargo, el coeficiente negativo de la variable tamaño al cuadrado nos indica que existen rendimientos decrecientes, lo que hace que los aumentos en el gasto sean cada vez menores a medida que las empresas van aumentando su tamaño.

En cuanto a las exportaciones, se dividen entre exportaciones extracomunitarias e intracomunitarias. Los coeficientes de ambas variables tienen distinto signo, y ambos son menores a la unidad. En el caso de las exportaciones intracomunitarias observamos un signo positivo, lo que significa que ante un aumento de este tipo de exportaciones se producirá un aumento del gasto destinado a I+D+i. Sin embargo, en el caso de las exportaciones extracomunitarias, el coeficiente tiene signo negativo, lo que da lugar a que ante un aumento de esta clase de exportaciones se reducirá el gasto destinado a I+D+i. Esto lleva a la conclusión de que las empresas que exportan dentro de la Unión Europea son empresas de alto valor añadido que necesitan invertir en tecnología y conocimientos para competir en este mercado, mientras que las empresas que compiten en mercados extracomunitarios no necesitan realizar este tipo de gastos ya que pueden competir vía precios. También podría corresponderse con los casos de empresas multinacionales donde este tipo de inversión no se realiza en España.

En el caso de la inversión en bienes materiales, se observa un coeficiente positivo, aunque menor a la unidad, lo que significa que aquellas empresas que hacen mayor inversión en bienes materiales también hacen mayor inversión en I+D+i.

Continuando con las dummies, se dejarán para analizar por separado las referidas a sector económico y a región. En cuanto a la variable grupo empresarial, se observa un gran impacto positivo sobre la variable dependiente, lo que lleva a la conclusión de que aquellas empresas que formen parte de un grupo empresarial tienen niveles considerablemente más elevados de gasto en I+D+i que aquellas empresas que no forman parte de dichos grupos.

Por lo que para fomentar el gasto en I+D+i habrá que fomentar la creación o desarrollo de empresas de gran tamaño que formen parte de grupos empresariales, que realicen elevada inversión en bienes materiales y que exporten en mercados intracomunitarios.

### **5.1.2. Variable sectores**

La variable sectores se introduce en el modelo en forma de diecisiete variables dummy. Estas variables hacen referencia a los diecisiete grupos de actividad que realizan las empresas estudiadas en el PITEC y que se clasifican según la CNAE-2019. Se interpretará en torno al sector C, industria manufacturera, la cual incluye industrias intensivas en I+D+i tales como la industria química o la farmacéutica.

A continuación, se mostrará una tabla con los resultados econométricos de las variables sector de actividad en el modelo principal:

Tabla 4.- Resultados variable sectores

Variable	Coficiente (Estadístico t) <sup>sig.</sup>
A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	- (-0,214)
B.- Industrias extractivas	-1,25E+07 (-3,326)***
D+E.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, y Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	-5,07E+06 (-3,231)***
F.- Construcción	-3,80E+06 (-2,726)***
G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas	-2,66E+06 (-2,431)**
H.- Transporte y almacenamiento	-1,10E+06 (-4,745)***
I.- Hostelería	-1,78E+07 (-3,046)***
J.- Información y comunicaciones	2,56E+06 (3,550)***
K.- Actividades financieras y de seguros	5,50E+06 (2,662)***
L.- Actividades inmobiliarias	- (-0,128)
M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas	2,65E+06 (4,261)***
N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares	- (-1,378)
P.- Educación	- (-0,215)
Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales	-3,51E+06 (-2,081)**
R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	- (-1,279)
S.- Otros servicios	- (-0,322)
*	Significación al 10%
**	Significación al 5%
***	Significación al 1%

En el modelo principal, de las dieciséis variables que se incluyen, seis variables no son significativas para explicar el gasto total en investigación, desarrollo e innovación. Las variables que dejan de formar parte del modelo son las siguientes:

- A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- L.- Actividades inmobiliarias
- N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares. Actividades tales como agencias de viaje, jardinería, limpieza...
- P.- Educación
- R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento
- S.- Otros servicios. Servicios tales como actividades sindicales, de reparación de efectos personales, peluquería...

En cuanto a las variables significativas, todas lo son al 1%, salvo las variables G y Q que lo son al 5%. La mayoría de ellas tienen coeficiente negativo:

- B.- Industrias extractivas.
- D+E.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, y Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación.
- F.- Construcción.
- G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas.
- H.- Transporte y almacenamiento.
- I.- Hostelería.
- Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales.

Lo que quiere decir el coeficiente negativo es que las empresas especializadas en estos sectores invierten de media menos en I+D+i que las empresas que se dedican al sector manufacturero. De todos los sectores, los resultados indican que hostelería es el que menos invierte en relación con el sector de referencia. Este resultado es consistente con la realidad, ya que la hostelería es un sector servicios tradicional de bajo valor añadido, donde la I+D+i tiene un papel residual

Las variables significativas cuyos coeficientes son positivos son las siguientes:

- J.- Información y comunicaciones.
- K.- Actividades financieras y de seguros.
- M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas.

El coeficiente positivo indica que las empresas especializadas en estos sectores invierten de media más I+D+i que el sector manufacturero. Según los resultados, las actividades financieras y de seguros son las que más invierten en relación con el sector de referencia. Este sector realiza una gran inversión en dichos conceptos ya que comprende todas las actividades de intermediación monetaria, actividades de las sociedades holding, fondos de inversión, seguros, fondos de pensiones.... Este sector compite mediante la innovación en productos y servicios para ofrecer el mejor servicio y calidad para mantener y atraer a nuevos clientes.

### **5.1.3-Variable regiones**

La variable regiones se introduce en el modelo en forma de diecisiete variables dummy. Estas variables hacen referencia a las diecisiete Comunidades Autónomas en las que se ubican las empresas estudiadas en el PITEC. Se interpretará en torno a la Comunidad de Madrid

A continuación, se mostrará una tabla con los resultados econométricos de las variables de región en el modelo principal:

Tabla 6.- Resultados variables regionales

<b>Variable</b>	<b>Coficiente (Estadístico t)<sup>sig.</sup></b>
Andalucía	3,17E+06 (4,167)***
Aragón	2,78E+06 (2,766)***
Asturias	- (0,171)
Baleares	- (-0,136)
Canarias	9,59E+06 (3,910)***
Cantabria	- (-0,257)
Castilla y León	3,20E+06 (3,395)***
Castilla-La Mancha	- (1,643)
Cataluña	2,01E+06 (4,005)***
Valencia	2,12E+06 (3,293)***
Extremadura	- (-0,364)
Galicia	- (-0,051)
Murcia	- (-0,730)
Navarra	- (-1,202)
País Vasco	1,61E+06 (2,718)***
La Rioja	- (-0,109)
*	Significación al 10%
**	Significación al 5%
***	Significación al 1%

Se puede observar que de las 16 variables propuestas solamente la siete son significativas para explicar el gasto que las empresas realizan en I+D+i:

- Andalucía
- Aragón

- Canarias
- Castilla y León
- Cataluña
- Valencia
- País Vasco

Todas tienen un nivel de significación del 1%. Además, cuentan con coeficiente positivo, lo que muestra que las empresas que se localizan en las comunidades autónomas anteriormente mencionadas tienen de media mayor gasto en I+D+i que las que se ubican en Madrid. Deberían llevarse a cabo análisis regionales más profundos con el fin de obtener mayor precisión en los resultados, sin embargo, esto podría ser debido a que en Madrid se concentra una gran variedad de empresas. Dichas empresas pueden dedicarse a realizar tanto actividades intensivas en I+D+i como a cualquier otro tipo de sectores donde esta clase de inversión no es necesaria. Además, también se localiza un gran número de empresas multinacionales y puede que, aun siendo empresas tecnológicas o intensivas en I+D+i, no inviertan en estos conceptos en España.

A continuación, se muestra un mapa de elaboración propia en el que se representan los datos anteriormente comentados.

Figura 1.- Mapa Comunidades, modelo 1



Los resultados no muestran un patrón claro en el mapa, sin embargo, si se puede mencionar que todas las comunidades de la costa este y sur, salvo Murcia, son significativas. Del centro de la península es significativa Castilla y León. Del norte de España encontramos como región significativa el País Vasco y Aragón. De los dos archipiélagos, solo el canario resulta significativo. Para obtener conclusiones más claras sería necesario elaborar análisis regionales más profundos.

## 5.2 MODELO 2, PERSONAL INTERNO EN I+D

A continuación, se muestra una tabla que recoge los resultados obtenidos en el segundo modelo:

Tabla.3- Resultados econométricos Modelo 2

Variable	Coficiente (Estadístico t) <sup>sig.</sup>
Tamaño	0,017 (11,440)***
Tamaño 2	4,31E-07 (-9,119)***
Exportaciones Intracomunitarias	8,49E-08 (16,800)***
Exportaciones Extracomunitarias	3,27E-08 (2,526)**
Inversión en bienes materiales	- (-0,783)
Grupo empresarial	9,843 (4,746)***
Actividad	Sí
Región	Sí
<b>R2</b>	<b>0,2920</b>
<b>F38 2992</b>	<b>32,482</b>

\* Significación al 10%  
 \*\* Significación al 5%  
 \*\*\* Significación al 1%

En este segundo modelo donde la variable dependiente es el número de personal de I+D, podemos observar que, excepto la variable inversión en bienes materiales, las demás variables propuestas son significativas. Además, todas son significativas al 1%, a excepción de la variable exportaciones extracomunitarias que es significativa al 5%. En cuanto a las variables dummy referidas al sector de actividad y a la región, ambas se introducen en el modelo y se analizarán con más detalle en los apartados 5.2.2 y 5.2.3 respectivamente.

El modelo propuesto cuenta con un coeficiente de determinación de 0,2920 lo que quiere decir que el modelo es capaz de explicar el 29,20% de la contratación de personal de I+D interno de las empresas españolas. Se observa un menor coeficiente de determinación que en el modelo principal, lo que indica que las variables propuestas son notablemente más adecuadas para explicar el gasto en I+D+i que para explicar la contratación de personal especializado en I+D. En cuanto al contraste de significación global, tenemos el mismo resultado que en el primer modelo, el valor de la f de Snedecor da lugar a un nivel crítico aproximado a cero, por lo que conclusión es que alguna de las variables presentadas es significativa para explicar la variable dependiente.

En este modelo tampoco se observa multicolinealidad ya que ningún factor de inflación de la varianza es superior a diez. Se realizan los mismos contrastes que en el modelo anterior y se asumen las mismas limitaciones en el modelo actual: no linealidad, heterocedasticidad y no normalidad de los residuos.

### **5.2.1. Análisis económico**

Se asume la condición *ceteris paribus* para la elaboración del siguiente análisis. En lo referente al segundo modelo se pueden observar unos resultados similares al primero, aunque con algunas diferencias. En cuanto al tamaño, se observa también un efecto positivo sobre la contratación de personal de I+D, sin embargo, el coeficiente es menor a la unidad, por lo que los aumentos de tamaño de las empresas repercutirán notablemente menos en la contratación de personal de investigación que en el gasto total en investigación, desarrollo e innovación. El coeficiente del tamaño al cuadrado es, al igual que en el modelo principal, negativo, lo que da lugar a que a medida que vaya aumentando el tamaño de las empresas menores serán los aumentos en la contratación de personal de I+D.

En lo referente a las exportaciones es donde se encuentran las principales diferencias entre los modelos. En el caso de las exportaciones intracomunitarias el coeficiente es igualmente positivo, aunque próximo a cero, lo que da lugar a que los aumentos en la cifra de exportaciones intracomunitarias produzcan aumentos muy reducidos en el número de personal contratado de I+D. En cuanto a las exportaciones extracomunitarias, el coeficiente es positivo, al contrario que en el modelo principal donde se observaba un coeficiente negativo. El valor de este coeficiente también es próximo a cero, por lo que los aumentos en la cifra de exportaciones extracomunitarias producirán reducidos aumentos en la cifra de personal investigador. Aquí encontramos la principal diferencia con el gasto en I+D+i, el cual se reducía si las empresas competían en mercados extracomunitarios y aumentaba si las empresas competían en mercados intracomunitarios, con lo que de estos datos se extrae la conclusión de que el personal investigador es necesario para exportar, independientemente de si las exportaciones son extracomunitarias o intracomunitarias. Cabe destacar que, aunque ambos coeficientes son próximos a cero, el coeficiente de las exportaciones intracomunitarias es más elevado que el de las extracomunitarias, lo que da lugar a que los aumentos en las exportaciones intracomunitarias produzcan mayores incrementos en la contratación de personal de I+D que un aumento de la misma cuantía de las exportaciones extracomunitarias, lo que resulta consistente con nuestro primer modelo.

Otra diferencia entre ambos modelos es la referente a la significatividad de la variable inversión en bienes materiales. En este segundo modelo no es significativa, mientras que en el modelo principal era significativa y con coeficiente positivo.

En cuanto a las variables dummy, se analizará en los siguientes apartados las referidas a actividad empresarial y región. En cuanto al grupo empresarial nos encontramos con el mismo signo positivo en ambos modelos. Aunque el coeficiente es notablemente más reducido en el modelo actual, ambos son mayores a la unidad.

Por tanto, para fomentar la contratación de personal de investigación y desarrollo habrá que fomentar las empresas de gran tamaño, que formen parte de grupos empresariales, y que sean exportadoras.

### **5.2.2. Variable sectores**

Al igual que en el primero modelo, la variable sectores se introduce en forma de diecisiete variables dummy. Estas hacen referencia a los diecisiete grupos de actividad que realizan las empresas estudiadas en el PITEC. Se interpretará en torno al sector C, industria manufacturera.

Seguidamente se mostrará una tabla con los resultados econométricos de las variables sector de actividad en el segundo modelo propuesto:

Tabla 5.- Resultados variable sectores

<b>Variable</b>	<b>Coficiente (Estadístico t)<sup>sig.</sup></b>
A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	- (0,806)
B.- Industrias extractivas	- (-1,562)
D+E.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, y Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	- (-0,870)
F.- Construcción	- (-1,223)
G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas	- (-1,343)
H.- Transporte y almacenamiento	- (-1,370)
I.- Hostelería	-60,688 (-2,096)**
J.- Información y comunicaciones	17,821 (4,996)***
K.- Actividades financieras y de seguros	- (-1,086)
L.- Actividades inmobiliarias	- (-0,072)
M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas	27,511 (8,959)***
N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares	- (-0,103)
P.- Educación	- (-0,299)
Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales	- (-0,010)
R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	- (-1,075)
S.- Otros servicios	- (-0,667)
*	Significación al 10%
**	Significación al 5%
***	Significación al 1%

En este segundo modelo, de las dieciséis variables incluidas inicialmente, trece variables no son significativas para explicar la contratación de personal interno de investigación y

desarrollo. A continuación, se presentan las variables que dejan de formar parte del modelo:

- A.- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.
- B.- Industrias extractivas.
- D+E.- Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, y Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación.
- F.- Construcción.
- G.- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas.
- H.- Transporte y almacenamiento.
- J.- Información y comunicaciones.
- K.- Actividades financieras y de seguros.
- L.- Actividades inmobiliarias.
- N.- Actividades administrativas y servicios auxiliares.
- P.- Educación.
- Q.- Actividades sanitarias y de servicios sociales.
- R.- Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento.
- S.- Otros servicios.

En cuanto a las variables significativas, las dos que se muestran a continuación son positivas y significativas al 1%:

- J.- Información y comunicaciones.
- M.- Actividades profesionales, científicas y técnicas.

Estos dos sectores con coeficientes positivos coinciden con dos de los tres sectores de coeficiente positivo del primer modelo. Este coeficiente indica que aquellas empresas que se dediquen a cualquiera de estos dos sectores contratarán de media más personal de I+D interno que las empresas que se dedican al sector manufacturero. El sector que mayor coeficiente tiene es el de Actividades profesionales, científicas y técnicas, resultado consistente con la realidad. Que este sector no haya tenido también el mayor coeficiente en el modelo principal puede deberse a que el gasto total en I+D+i no solo comprende el personal en I+D interno, si no también otros gastos en concepto de adquisición de maquinarias, softwares, conocimientos externos...

La variable significativa restante lo es al 5% y tiene coeficiente negativo:

- I.- Hostelería.

El coeficiente negativo indica que aquellas empresas cuya actividad principal sea la hostelería contratarán de media menos personal en I+D interna que las empresas dedicadas al sector manufacturero. Este sector coincide con el que menor coeficiente tiene en el modelo principal, y el razonamiento es el mismo, la hostelería es un sector tradicional donde la contratación de personal de I+D no es apenas necesaria.

### **5.2.3. Variables regionales**

La variable regiones se introduce en los modelos estudiados en forma de diecisiete variables dummy. Estas variables hacen referencia a las diecisiete Comunidades Autónomas en las que se ubican las empresas estudiadas en el PITEC. Se interpretará en torno a la Comunidad de Madrid

Seguidamente se mostrará una tabla con los resultados econométricos de las variables de región en el segundo modelo propuesto:

Tabla 7.- Resultados variables regionales

<b>Variable</b>	<b>Coficiente (Estadístico t)<sup>sig.</sup></b>
Andalucía	25,942 (6,905)***
Aragón	17,515 (3,528)***
Asturias	- (-0,075)
Baleares	- (-0,405)
Canarias	- (0,294)
Cantabria	19,635 (2,292)**
Castilla y León	22,744 (5,101)***
Castilla-La Mancha	20,361 (3,411)***
Cataluña	19,464 (7,864)***
Valencia	18,050 (5,667)***
Extremadura	- (-0,097)
Galicia	17,386 (3,963)***
Murcia	17,098 (2,894)***
Navarra	16,672 (3,269)***
País Vasco	20,236 (6,900)***
La Rioja	- (0,683)
*	Significación al 10%
**	Significación al 5%
***	Significación al 1%

Para el segundo modelo se observa que hay más variables regionales significativas que para el modelo principal, concretamente once de dieciséis:

- Andalucía

- Aragón
- Cantabria
- Castilla y León
- Castilla- La Mancha
- Cataluña
- Valencia
- Galicia
- Murcia
- Navarra
- País Vasco

Todas las variables son significativas al 1%, salvo Cantabria al 5%. Además, todas cuentan con coeficiente positivo, lo que quiere decir que su contratación de personal de I+D interna es de media más elevada que en las empresas que se ubican en Madrid. Nos encontramos ante la misma situación que en el modelo principal, y esto puede ser debido a las mismas razones, gran variedad de empresas dedicadas a todo tipo de sectores.

A continuación, se muestra un mapa de elaboración propia que recoge la información anteriormente comentada.

Figura 2.- Mapa Comunidades, modelo 2



En este modelo se observa una mayor cantidad de comunidades significativas. Prácticamente todas las comunidades de la península son significativas, se excluyen Asturias, Extremadura y La Rioja. Canarias deja de ser significativa, con lo que en este segundo modelo no resulta significativo ningún archipiélago. Deberían llevarse a cabo análisis regionales más profundos con el fin de obtener resultados más precisos.

## 6. CONCLUSIONES

Debido a la gran importancia del I+D+i en el crecimiento económico a largo plazo de las economías, es necesario que los países identifiquen cuales son las empresas más innovadoras para así elaborar políticas que fomenten su creación y desarrollo.

Una vez elaborados y analizados ambos modelos, teniendo en cuenta que presentaban problemas de heterocedasticidad y no linealidad, los resultados muestran que hay leves diferencias en las estrategias que se deberían de llevar a cabo para fomentar los dos objetivos, elevar el gasto en investigación, desarrollo e innovación, y aumentar la contratación de personal interno de investigación y desarrollo. Sin embargo, como las similitudes entre ambas estrategias son superiores a sus diferencias, lo óptimo sería

elaborar una estrategia común a los dos objetivos. Por tanto, para fomentar tanto el gasto en I+D+I, como la contratación de personal interno especializado en este campo, en primer lugar, habrá que fomentar la creación o el desarrollo de empresas de gran tamaño, es decir, que cuenten con un elevado número de trabajadores. Además, sería óptimo que dichas empresas formen parte de grupos empresariales ya que contarán con más fondos para invertir en I+D+i y para contratar a más personal investigador. También habrá que impulsar a las empresas a que exporten, pero únicamente en mercados intracomunitarios, ya que, aunque el personal de I+D sea necesario en ambas clases de exportaciones, según los resultados obtenidos, las empresas que compiten en mercados extracomunitarios no son intensivas en I+D+i, mientras que las que exportan en mercados dentro de la Unión Europea sí lo son, por lo que es preferible, para maximizar los dos objetivos conjuntamente, que las exportaciones sean intracomunitarias. Por último, también habrá que fomentar que se lleve a cabo una elevada inversión en bienes materiales, ya que, aunque este tipo de inversión no sea significativa para explicar la contratación de personal investigador, sí que hay una elevada relación entre esta clase de inversión y la inversión en I+D+i.

En lo referente a los sectores de actividad, se observa un sector común donde claramente hay una menor inversión en I+D+i y una menor contratación de personal especializado, dicho sector es la hostelería, el cual, como se ha comentado anteriormente, es un sector de bajo valor añadido. En los sectores donde sí se puede observar una gran inversión en los aspectos estudiados en ambos modelos son, el sector de la información y comunicaciones y el de las actividades profesionales, científicas y técnicas. Por lo que, para fomentar ambos objetivos, habrá que fomentar aquellas empresas que se dediquen a estos sectores de actividad, además de al sector de referencia, el sector manufacturero, que cuenta con actividades intensivas tanto en I+D+i como en personal especializado.

En cuanto a las regiones, según los datos obtenidos, no parece existir un patrón en el comportamiento de las empresas. El favorecer una ubicación concreta en el mapa español para la localización de empresas intensivas en I+D+i no resulta tan claro como con las anteriores características mencionadas, ya que, en los modelos presentados han salido positivas y significativas un gran número de regiones y no se muestra una tendencia clara. Análisis más profundos en el aspecto regional deberían de dar lugar a conclusiones más precisas, sin embargo, estos resultados pueden indicar que la ubicación dependerá del tipo de empresa y de sus necesidades, por ejemplo, aquellas empresas donde la mayor parte de su I+D+i sea de adquisición externa no necesitarán ubicarse en regiones donde se concentre una gran parte de personal especializado en este ámbito. También puede darse el caso de empresas cuyo mercado de referencia abarque todo el territorio español, y para esta clase de empresas no es estrictamente necesario ubicarse en grandes ciudades, ya que su mercado abarca todo el país indiferentemente de donde se encuentre su sede. Esta clase de empresas priorizarán localizarse en aquellas regiones donde tengan menores costes económicos, ya se manifiesten, por ejemplo, en forma de beneficios fiscales o en forma de suelo más barato. En cambio, en el caso de las empresas que mayoritariamente desarrollan su propia I+D+i, sí será necesario que se localicen en regiones donde haya una gran oferta de profesionales dedicados a la investigación. Otro caso también puede ser el de las empresas de nueva creación, las cuales tienen que desarrollar su mercado objetivo. En estos casos, las empresas priorizarán ubicarse en regiones competitivas con elevada densidad de población. Por tanto, según los resultados obtenidos, la ubicación de la empresa puede depender de las necesidades específicas de cada una, y no se puede establecer un plan regional concreto para fomentar el I+D+i como se ha hecho con los demás aspectos del modelo.

Por tanto, los resultados obtenidos en los análisis realizados en este trabajo muestran la idea de que las autoridades deberían de aplicar una política que fomente la creación y el desarrollo de empresas de gran tamaño, que exporten en mercados intracomunitarios, que formen parte de grupos empresariales, que inviertan grandes cantidades en bienes materiales y que formen parte de sectores de actividad tales como la información y las comunicaciones, el sector manufacturero, y el de las actividades profesionales, científicas y técnicas, y con ello se debería lograr fomentar el crecimiento económico a largo plazo

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS:

**Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010).** *Econometría*, 5ª edición, McGraw-Hill Education. Capítulo 4.

**Stock, J. H. y Watson, M. W. (2012).** *Introducción a la econometría*, 3ª edición, Pearson Education. Capítulo 3.

### INFORMES:

**Instituto Nacional de Estadística (2016):** "*Encuesta sobre innovación en las empresas. Informe metodológico*". Disponible en: <https://www.ine.es/daco/daco43/metoite2016.pdf> (Consultado el 16 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2016):** "*Estadística sobre actividades de I+D. Informe metodológico*". Disponible en: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid31254736176754&menu=metodologia&idp=1254735576669](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid31254736176754&menu=metodologia&idp=1254735576669) (Consultado el 16 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2017):** "*PITEC. Panel de Innovación Tecnológico. Metodología*". Disponible en: [https://www.ine.es/prodyser/microdatos/metodologia\\_pitec.pdf](https://www.ine.es/prodyser/microdatos/metodologia_pitec.pdf) (Consultado el 16 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2022):** "*CNAE-2009*". Disponible en [https://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/notasex\\_cnae\\_09.pdf](https://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/notasex_cnae_09.pdf)

**Comisión Europea (2022):** "*European innovation scoreboard 2022*". Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f0e0330d-534f-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-272941691>

### ARTÍCULOS:

**Cátedra para el análisis de la innovación en Asturias (2022):** “Informe nº04; Innovar para crecer: análisis del efecto del esfuerzo inversor en I+D+i sobre la productividad de las regiones españolas. Disponible en: <https://www.cinnova.es/es/informe/8-n04-innovar-para-crecer-analisis-del-efecto-del-esfuerzo-inversor-en-i-d-i-sobre-la-productividad-de-las-regiones-espanolas>

**Solow (1956),** “A contribution to the theory of economic growth”

**Romer (1990),** “Endogeneous Technological Change”

### PÁGINAS WEB:

**Instituto Nacional de Estadística (2022):** [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=125](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=125)

[4736176755&menu=metodologia&idp=1254735576669](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176755&menu=metodologia&idp=1254735576669) (Consultado el 18 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2022):**  
[https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736160707&menu=ultiDatos&idp=1254735576550](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736160707&menu=ultiDatos&idp=1254735576550) (Consultado el 18 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2022):**  
[https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176754&menu=metodologia&idp=1254735576669](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176754&menu=metodologia&idp=1254735576669) (Consultado el 22 de febrero de 2023)

**Instituto Nacional de Estadística (2022):**  
[https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176755&menu=resultados&secc=1254736195616&idp=1254735576669#!t](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176755&menu=resultados&secc=1254736195616&idp=1254735576669#!t)  
<https://www.cnae.com.es/obtener-cnae-1.phpabs-1254736195616> (Consultado el 25 de febrero de 2023).

**Instituto Nacional de Estadística (2022):**  
<https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=2502&tf=&op=> (Consultado el 4 de abril de 2023)

**Comisión Europea, European innovation scoreboard:** [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard\\_es?etrans=es#documents-and-media](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_es?etrans=es#documents-and-media) (Consultado el 17 de junio)