

01-033

CHARACTERIZATION AND NORMALIZATION OF THE RDI. ANALYSIS OF THE SPANISH CONTEXT

García Jurado, Daniel⁽¹⁾; Cerezo Narváez, Alberto⁽¹⁾; Otero Mateo, Manuel⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidad de Cádiz

In a globalized economy in constant change, it is essential to propitiate the competitiveness and adaptability of companies to maintain and ensure their presence on the markets, in environments of increasing maturity and qualification, which implies the need to improve the efficiency of the own processes and effectiveness of the solutions served, so contemplate research, development and innovation -R&D&I- activities, as dynamic elements, it is not only necessary, but it is key to their survival. R&D&I management systems, as instruments to promote and systematize creativity and innovation, foment their application in products/services, processes and/or business organization, contributing to the generation of value to stakeholders. This investigation is developed in three stages. In a first phase, the most widespread conceptual views related to R&D&I, contributed by recognized sources and/or organisms, are collected. Next, a set of indicators are selected to analyze and quantify activities and their evolution in the Spanish context, characterizing and comparing the existing models from the investment, expenditure, human resources and derived results. Finally, R&D&I management is structured under the normative approach, focused on the alternatives -projects, operations, results, assessment and strategy- and their integration.

Keywords: *research, development and innovation; R&D&I management; R&D&I management system; R&D&I normalization; R&D&I indicators; UNE 166002:2014*

CARACTERIZACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE LA I+D+I. ANÁLISIS DEL CONTEXTO ESPAÑOL

En una economía globalizada en constante cambio, resulta imprescindible propiciar la competitividad y adaptabilidad de las empresas para mantener y asegurar su presencia en los mercados, en entornos de creciente madurez y cualificación, lo que implica la necesidad de mejorar la eficiencia de los procesos propios y eficacia de las soluciones servidas, por lo que contemplar actividades de investigación, desarrollo e innovación -I+D+i- como elementos dinamizadores no sólo es necesario, sino que es clave para su supervivencia. Los sistemas de gestión de la I+D+i, como instrumentos para promover y sistematizar la creatividad e innovación, fomentan su aplicación en productos/servicios, procesos y/o organización del negocio, contribuyendo a la generación de valor a los interesados. Esta investigación se desarrolla en tres etapas. En una primera fase, se recopilan las visiones conceptuales más extendidas relativas con la I+D+i, aportadas por fuentes y/o organismos reconocidos. Seguidamente, se seleccionan un conjunto de indicadores para analizar y cuantificar actividades y su evolución en el contexto español, caracterizando y comparando los modelos existentes desde la inversión, gasto, recursos humanos y resultados derivados. Finalmente, se estructura la gestión de la I+D+i bajo el enfoque normativo, focalizado en las alternativas -proyectos, operaciones, resultados, evaluación y estrategia- y su integración.

Palabras clave: *investigación, desarrollo e innovación; gestión de la I+D+i; sistema de gestión I+D+i; normalización de la I+D+i; indicadores I+D+i; UNE 166002:2014*

Correspondencia: Manuel Otero Mateo; manuel.otero@uca.es

1. Introducción

Para lograr que la investigación, desarrollo e innovación -I+D+i- tenga éxito, las empresas deben adoptar sistemas de gestión que les ayuden (Dereli, 2015), así como también contar con recursos y capacidades (Villalobos, 2017). Los sistemas de gestión de la I+D+i sirven como instrumentos para promover y sistematizar la creatividad en I+D+i, permitiendo a las organizaciones ser más innovadoras y fomentar la aplicación de sus innovaciones en productos, servicios, procesos, diseños organizativos o modelos de negocio, contribuyendo con ello a la mejora de sus resultados, asegurando la generación de valor para las partes interesadas y, por tanto, mejorando su competitividad (Camisón & Villar-López, 2014).

La presente comunicación constituye la primera parte de una investigación que tiene por objeto último la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa dedicada a la prestación de servicios de metrología y calidad industrial, compuesta por un análisis técnico para su diseño y desarrollo que consta, a su vez, de 3 etapas:

- Recopilación de definiciones de la I+D+i, aportadas por fuentes reconocidas
- Proposición de un conjunto de indicadores para cuantificar actividades y evolución de la I+D+i en el ámbito europeo, nacional y regional, para caracterizar el modelo de I+D+i desde los puntos de vista de inversión, gasto, recursos humanos y resultados derivados
- Gestión de la I+D+i bajo un enfoque normativo, focalizado en la integración de sistemas

2. Definición de la I+D+i

Definir la I+D+i no es trivial, ya que los conceptos que la conforman son abiertos, dinámicos y revisables, por lo que se realiza una visión general de las acepciones más extendidas.

2.1. Manual de Frascati. Concepto de Investigación y Desarrollo Experimental -I+D-

El Manual de Frascati “Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental”, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE- (OECD 2015a), es un documento técnico esencial para que se comprenda mejor el papel de la ciencia y la tecnología, mediante el análisis de los sistemas nacionales de innovación. La I+D comprende el trabajo creativo y sistemático para incrementar el conocimiento y para crear nuevas aplicaciones, englobando:

- **Investigación básica:** Trabajos experimentales o teóricos que se emprenden para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin darles, apriorísticamente, ninguna aplicación o utilización determinada
- **Investigación aplicada:** Trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, dirigidos fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico
- **Desarrollo experimental:** Trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, y/o a la mejora sustancial de los ya existentes

2.2. Manual de Oslo. Concepto y Tipología de Innovación

El Manual de Oslo “Medida de las actividades científicas. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación”, desarrollado conjuntamente por la OCDE y la Oficina Europea de Estadística -EUROSTAT- (OECD 2015b), es una guía metodológica para medir y estudiar las actividades científicas y tecnológicas que clarifica conceptos, orientando la transferencia de investigación. La innovación comprende la introducción de un nuevo -o significativamente mejorado-, producto, bien, servicio, proceso, método de comercialización u organizativo, englobando una considerable gama de posibilidades, y distinguiéndose:

- De **producto**, con la introducción de nuevos bienes, en cuanto a sus características y/o uso, incluyendo una mejora significativa de las características técnicas, componentes y materiales, informática integrada, facilidad de uso u otras funcionalidades
- De **proceso**, con la introducción de nuevos procesos de producción o distribución, lo que implica cambios significativos en las técnicas, materiales y/o programas informáticos
- De **mercadotecnia**, con la aplicación de nuevos métodos de comercialización que implican cambios significativos de diseño, posicionamiento o promoción, para satisfacer a los consumidores, abrir nuevos mercados o re-posicionar productos ya existentes
- De **organización**, con la introducción de nuevos métodos organizativos en el lugar de trabajo, que tratan de mejorar los resultados reduciendo los costes administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo -y, por consiguiente, aumentar la productividad-, facilitando el acceso a bienes no comercializados -como el conocimiento externo no catalogado- o reduciendo los costes de los suministros

2.3. UNE 166000. Definiciones de la I+D+i

Las definiciones indicadas en el conjunto normativo UNE 166000, desarrollado por el Comité Técnico AEN/CTN 166 Actividades de I+D+i (AENOR 2006a), se fundamentan en las definiciones recogidas en los manuales de Oslo y Frascati de la OCDE, destacándose:

- **Investigación:** Indagación original que persigue descubrir nuevos conocimientos y una comprensión superior en el ámbito científico o tecnológico, distinguiéndose:
 - Fundamental -básica-: Ampliación de conocimientos generales científicos y técnicos, no vinculados con productos o procesos industriales o comerciales
 - Industrial -aplicada-: Adquisición de nuevos conocimientos para explotarlos en el desarrollo de productos o procesos nuevos -o mejorados sustancialmente-
- **Desarrollo tecnológico:** Aplicación de los resultados de investigación, para fabricar nuevos productos, diseñar nuevos procesos, sistemas de producción o de prestación de servicios, -o mejorarlos sustancialmente-, incluyendo la materialización de esquemas, creación de prototipos no comercializables, y demostraciones iniciales -proyectos piloto-, siempre que no se utilicen en aplicaciones industriales o se exploten comercialmente
- **Innovación:** Actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de las ya existentes, distinguiéndose:
 - En tecnología: Actividad de generación y puesta a punto de nuevas tecnologías en el mercado que, una vez consolidadas, empezarán a ser usadas por otros procesos innovadores asociados a productos o procesos
 - Tecnológica: Actividad de incorporación de, en el desarrollo de nuevos productos o procesos, tecnologías básicas existentes y disponibles en el mercado
 - En la gestión: Mejoras relacionadas con la manera de organizar los recursos para conseguir productos o procesos innovadores

2.4. Ley 27/2014 del Impuesto sobre Sociedades. Terminología fiscal

La Ley del Impuesto sobre Sociedades (España 2014) identifica las actividades empresariales que pueden ser consideradas de I+D+i. En el artículo 35 “deducción por actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica” se contemplan:

- **Investigación y Desarrollo:** Materialización de nuevos productos o procesos -diseños, esquemas, prototipos no comercializables, proyectos piloto, siempre que éstos no se conviertan o utilicen para aplicaciones industriales o explotación comercial-, diseño y elaboración de muestrarios para el lanzamiento de nuevos productos, creación y configuración de herramientas informáticas avanzadas, mediante nuevos teoremas y algoritmos o sistemas operativos, lenguajes, interfaces y aplicaciones destinadas a la elaboración de productos, procesos o servicios nuevos o mejorados sustancialmente

- **Investigación:** Indagación original que persigue descubrir nuevos conocimientos y una comprensión superior en el ámbito científico y tecnológico
- **Desarrollo:** Aplicación de los resultados de una investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el desarrollo de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial en materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes
- **Innovación tecnológica:** Avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de los ya existentes. Materialización de nuevos productos o procesos en planos, esquemas, diseños, prototipos comercializables, proyectos de demostración inicial o proyectos piloto

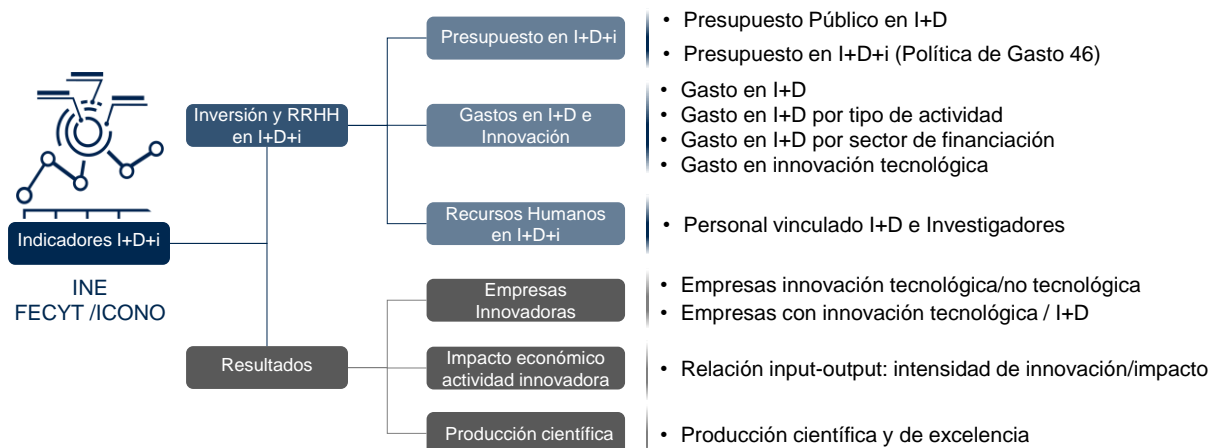
3. Caracterización de la I+D+i

La competitividad depende de un conjunto de factores estructurales e interrelacionados de diversa naturaleza, que han evolucionado a lo largo del tiempo y cambiado las tendencias generales para conseguir éxito en el mercado, siendo los procesos asociados al cambio, lentos y costosos. El estancamiento del mercado da lugar a un nuevo paradigma en términos de competitividad: Responsabilidad social e innovación, como factores clave y determinantes en la evolución del mercado (Barros, Retamozo & González, 2015).

Cada vez son más las empresas que incluyen en sus estrategias el concepto de innovación -o incluso los conceptos más amplios de investigación, desarrollo e innovación tecnológica- y que destinan recursos económicos y físicos a innovar, siendo conscientes de que estos, a corto y medio plazo, no van a repercutir positivamente en la cuenta de resultados de la empresa (Chaloti & Serfes, 2017). En la economía española, la innovación está cada vez más presente, no solo entre las grandes organizaciones, sino que las pequeñas y medianas empresas también incorporan procesos de innovación. España, que no dispone de recursos naturales ni energías propias, está condicionada por malas perspectivas demográficas, altos costes salariales y baja productividad, por lo que la mejora en la competitividad de la economía española se encuentra íntimamente relacionada con la mejora de la productividad y la generación de ideas innovadoras que se transformen en valor añadido.

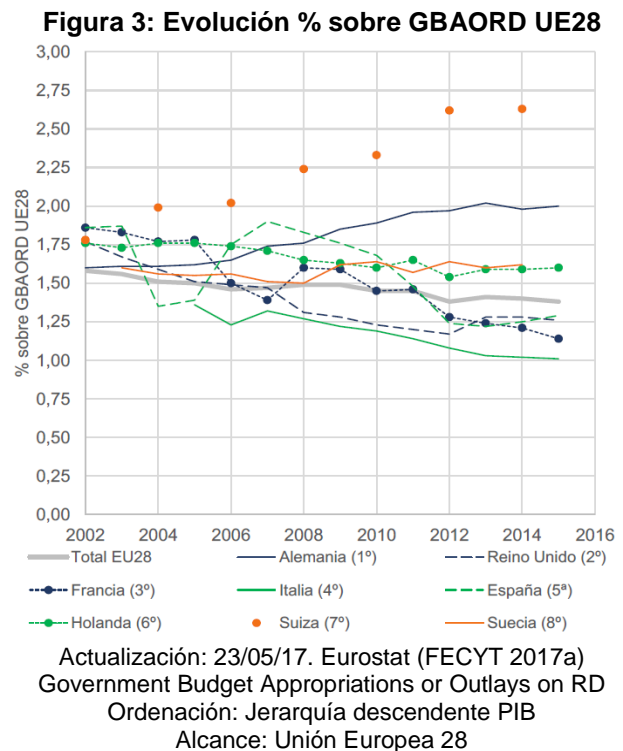
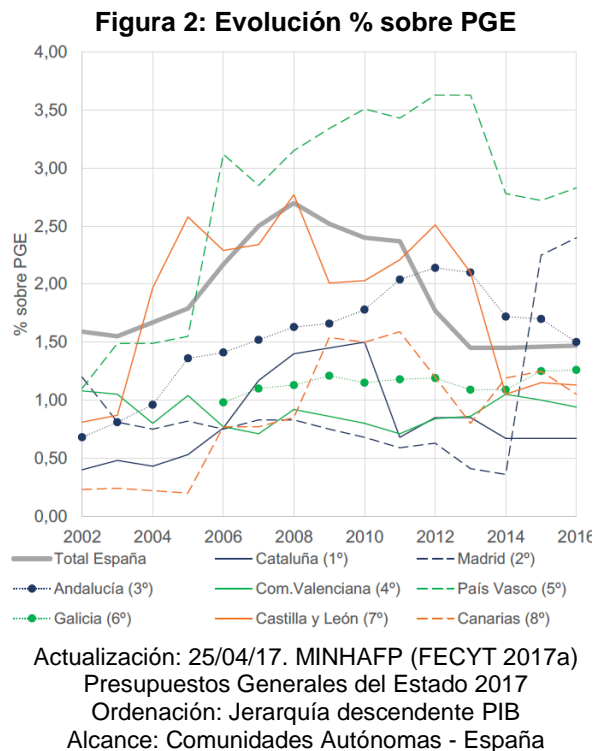
A continuación, se analiza la evolución estructural en términos de I+D+i, para obtener una visión global de su estado actual, seleccionando un conjunto representativo de indicadores, agrupados por categorías, que aporten una visión de conjunto de las principales variables que cuantifican y caracterizan la I+D+i. Dependiendo de las características evaluadas, se determina un alcance europeo o nacional, empleándose como fuente básica los indicadores aportados por el Observatorio Español de I+D+i -ICONO- de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología -FECYT- (FECYT 2017a), de acuerdo a la Figura 1:

Figura 1: Indicadores para caracterizar actividades relacionadas con I+D+i



3.1. Presupuesto en I+D+i

Presupuesto en I+D+i. Crédito presupuestario inicial destinado a financiar las actividades de I+D+i del Presupuesto General del Estado -PGE-. La Política de Gasto 46 -PG46- es la destinada a la I+D+i en los PGE de la Administración General del Estado. De acuerdo a la Figura 2, se observa un incremento paulatino desde el año 2002 hasta el comienzo de la crisis en 2008, momento en que se va reduciendo hasta alcanzar valores actuales inferiores a los iniciales. Asimismo, se aprecia que no existe relación directa entre las Comunidades Autónomas con mayor producto interior bruto -PIB- y el porcentaje destinado a I+D+i, lo que indica un planteamiento disperso de políticas autonómicas, en términos de I+D+i.

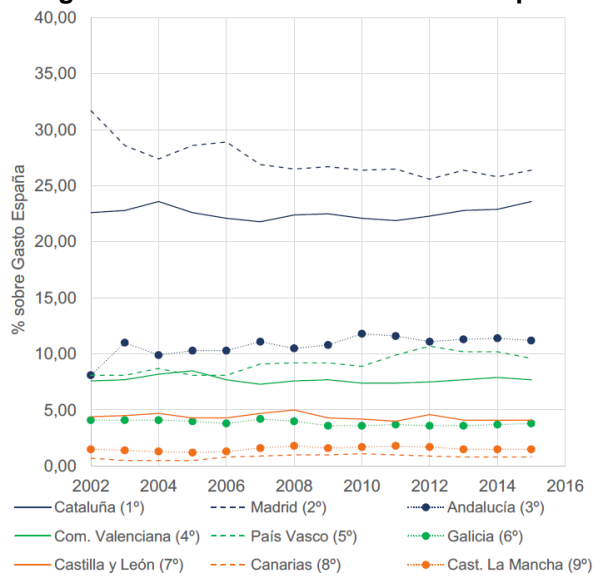


Presupuesto público en I+D. Crédito presupuestario que las Administraciones Públicas destinan a la I+D, expresado en porcentaje sobre el total presupuestado, a partir del Manual de Frascati. La Unión Europea de los 28 -EU28- ha disminuido progresivamente su presupuesto en I+D, desde un 1,58% en el año 2002 hasta un 1,38% en 2015, si bien Alemania, como país con mayor PIB de los países analizados, presenta una evolución opuesta, presentando valores al alza desde un 1,72% hasta un 2,00% desde 2002 a 2015. Por el contrario, países con PIB elevados como Reino Unido, Francia, Italia o España, mantienen tendencias generalizadas de descenso, al igual que el resto de los países de EU28, como indica la Figura 3, no existiendo relación directa entre el PIB y el porcentaje presupuestario destinado a I+D.

3.2. Gasto en I+D+i

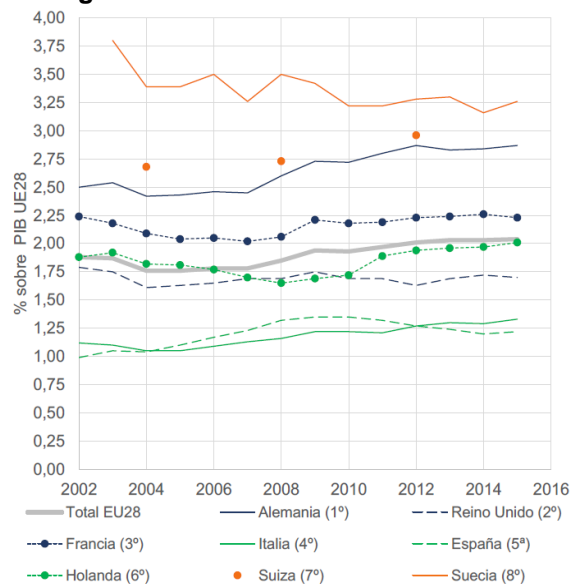
Gasto en I+D. Gasto interno de I+D destinado a actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, cualquiera que sea el origen de los fondos. En el año 2015 (INE 2017a), el gasto en I+D en España ha sido de 13.170 millones de euros, que representa un 1,22% del PIB y un incremento respecto del 2014 del 2,74%. En términos generales, durante los años comprendidos entre 2002 y 2015, el valor porcentual del gasto por Comunidades Autónomas permanece relativamente constante, como muestra la Figura 4. Sin embargo, en Europa, se observa una tendencia generalizada al alza en porcentaje de gasto respecto al PIB, como indica la Figura 5, siguiendo la tendencia del total de los países de la EU28.

Figura 4: Evolución % sobre Gasto España



Actualización: 28/11/16. INE (FECYT 2017a)
 Ordenación: Jerarquía descendente PIB
 Alcance: Comunidades Autónomas - España

Figura 5. Evolución % sobre PIB UE28



Actualización 28/11/2016. Eurostat (FECYT 2017a)
 Ordenación: Jerarquía descendente PIB
 Alcance: Unión Europea 28

Gasto en I+D por tipo de actividad. Gasto interno corriente en actividades de I+D según ramas de actividad y sectores de ejecución, incluyendo gastos de personal, que comprenden el total de retribuciones del personal, seguros sociales y otros gastos corrientes, tales como adquisiciones de material no inventariable y de suministros diversos no considerados como bienes de capital -consumos de energía, material de consulta, participación en sociedades científicas, material de laboratorio, prototipos, gastos de administración y servicios indirectos-.

La distribución del porcentaje sobre el total de gastos corrientes en I+D no ha sufrido cambios significativos durante el periodo analizado y el comportamiento es relativamente estable. En el año 2015, se ha producido un gasto corriente en I+D de $2.630 \cdot 10^6$ € en investigación básica -22%- , $4.950 \cdot 10^6$ € en investigación aplicada -41%- y $4.480 \cdot 10^6$ € en desarrollo tecnológico -37%-.

Gastos en I+D por sector de financiación. Gasto interno en I+D destinado a actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, realizadas dentro de la unidad o centro investigador, cualquiera que sea el origen de los fondos, incluyendo los llevados a cabo fuera del centro, pero en apoyo de tareas internas de I+D.

En el periodo de tiempo evaluado 2002-2015, en España no se observan cambios significativos, siendo los sectores que más gastos promedian en I+D la Administración Pública -47%- y el sector empresas -46%- , sin apenas contribución de fondos procedentes del extranjero e Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro -IPSFL-, con un 1% y un 6%, respectivamente.

Gastos en innovación tecnológica -IT-. Gasto destinado a la realización de actividades de innovación tecnológica, incluyendo investigación científica y desarrollo tecnológico -I+D- interna, adquisición de I+D -I+D externa-, adquisición de maquinaria, equipos y software y otros conocimientos externos, formación, introducción de innovaciones en el mercado y otros preparativos para producción y/o distribución.

Previa a la crisis económica, se observa una tendencia al alza. A partir de 2008, la totalidad de las Comunidades Autónomas reducen, algunas incluso drásticamente, los gastos en IT, representando en 2015 un 1,27% del PIB.

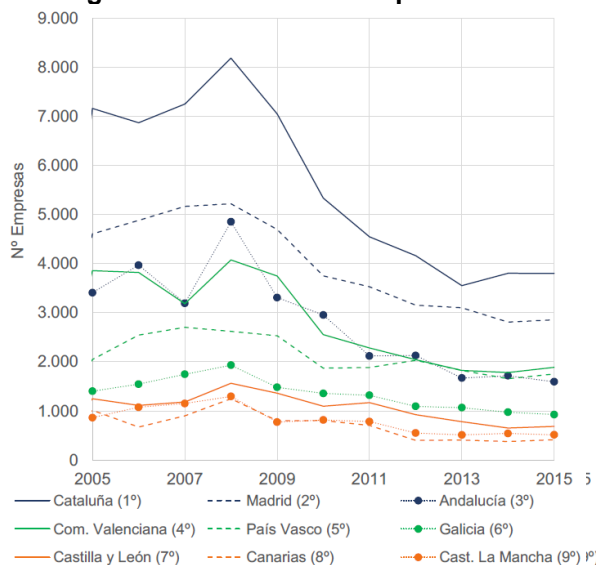
3.3. Empresas con actividades en IT

En la Figura 6 se observa una tendencia generalizada, descendente y acusada, en el número de empresas con actividades en IT (INE 2017b). En España, se acumula una reducción desde 29.770 empresas a 15.740, lo que representa un descenso de 52,6%. La influencia de la crisis financiera de 2008 ha repercutido directamente en el número de empresas con actividades de IT. Durante el año 2015, sólo el 11% del total las empresas en España han realizado actividades de IT. Respecto al número total de empresas que realizan actividades innovadoras, el 74,7% lo hacen de manera ocasional y el 25,3%, de forma continua. Un total de 7.560 empresas con actividades de IT realizan actividades de I+D -5,3% del total-. Por otro lado, a partir del año 2008 existe un descenso progresivo en el número de empresas con innovación no tecnológica -de marketing y de organización-, pasando del 20,8% al 12,8% 2015. En el caso de IT, se observa un descenso de menor intensidad, manteniéndose en un 23,7%.

3.4. Recursos humanos en I+D

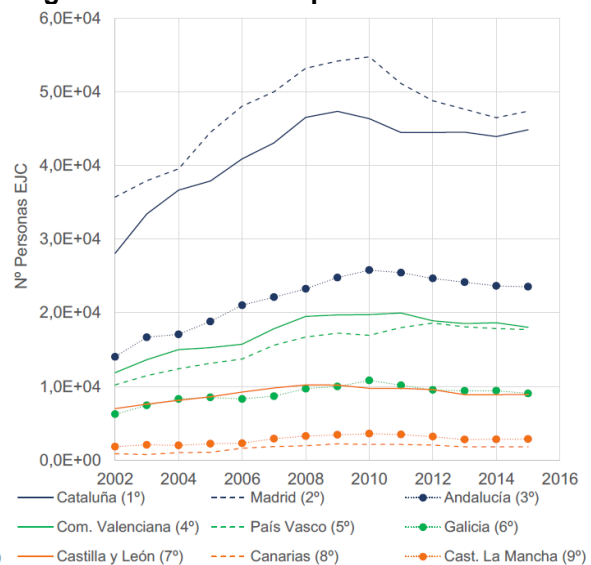
Número total de personas empleadas, directa o indirectamente, en actividades de I+D, comprendiendo personal investigador, técnico y auxiliar. En 2015, 200.870 personas han estado dedicadas a actividades I+D, en equivalencia de jornada completa -EJC-, lo que representa el 1,1% de la población total ocupada, aumentando un 0,3% respecto al año 2014. De ellos, 122.440 -0,7%- son investigadores. Por sector de ejecución, el 19,7% del personal en I+D se encuentra empleado en la Administración Pública y el 36,5% en la enseñanza superior. En la Figura 7 se muestra el desglose por comunidades.

Figura 6: Evolución Nº Empresas IT



Actualización 16/12/16. INE (FECYT 2017a)
 Criterio de ordenación: Jerarquía descendente PIB
 Alcance: Comunidades Autónomas

Figura 7: Evolución Nº personas I+D en EJC



Actualización: 24/11/16. INE (FECYT 2017a)
 Criterio de Ordenación: Jerarquía descendente PIB
 Alcance: Comunidades Autónomas

3.5. Relación Input-Output: intensidad de la innovación frente a su impacto

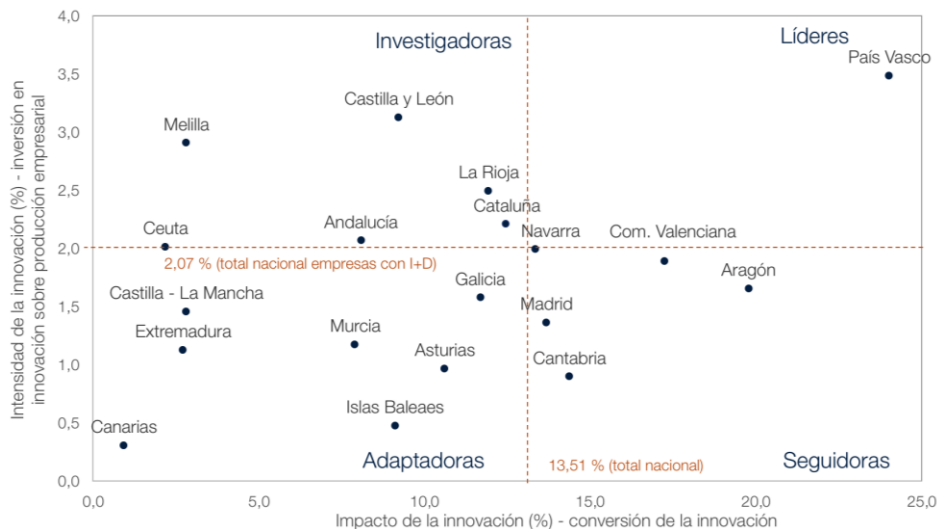
A continuación, se evalúan dos parámetros de relativa importancia en el análisis y estudio de la innovación empresarial: el impacto -%Cifra de negocio asociado a productos nuevos o mejorados- y la intensidad de innovación -%Gasto en actividades innovadoras-. Bajo el amparo de estos dos términos, los gastos en actividades innovadoras con a la producción empresarial permite, medir y evaluar el proceso de materialización de la inversión en I+D+i.

A partir de estos datos, pueden compararse ambas variables mediante un análisis no sólo de la inversión en innovación respecto de la cifra de negocios empresarial, sino la observación de la materialización de los resultados de dicho proceso. Así pueden identificarse qué Comunidades Autónomas son más intensivas en innovación y aquellas en las que el proceso innovador se refleja en mayor medida en su cifra de ventas, como muestra la Figura 8, siguiendo una metodología de análisis matricial inspirado en Boston Consulting Group (BCG 2017), vinculando cada cuadrante con un atributo asociado al análisis en conjunto del impacto e intensidad de innovación, agrupándose en las tipologías:

- Líderes: Comunidades >> intensidad >> impacto en innovación
- Seguidoras: Comunidades << intensidad >> impacto de innovación
- Adaptadoras: Comunidades << intensidad << impacto de innovación
- Investigadoras: Comunidades >> intensidad << impacto de innovación

El análisis input-output posiciona al País Vasco como la única comunidad líder empresarial, realizando una alta inversión y recibiendo en compensación un alto porcentaje de su cifra de negocios. A continuación, destacan las comunidades de Aragón, Comunidad Valenciana, Cantabria y Madrid por sus empresas seguidoras, que invierten una cantidad inferior en innovación, más orientada a estrategias de innovación en lugar de investigación, y una alta inversión de marketing y promoción de sus productos mejorados. Seguidamente, las comunidades con empresas adaptadoras, que invierten poco en innovación, y cuyo porcentaje de su cifra de negocio derivada de la venta de productos nuevos o mejorados es bajo y no adoptan la innovación como estrategia de negocio ni como elemento diferencial con respecto a sus competidoras, produciéndose la innovación por la adaptación y reingeniería de sus procesos y productos y por la demanda del mercado. En último lugar, aparecen las comunidades con empresas investigadoras, donde nuevas empresas invierten en innovación para desarrollar su cartera de productos y abrirse un hueco en el mercado, pero reciben escasos beneficios -reinvertidos en su labor investigadora-, y otras empresas presentan una estrategia inadecuada, no satisfaciendo sus nuevos productos ninguna demanda de la población y, por lo tanto, la inversión realizada no se traduce en beneficios.

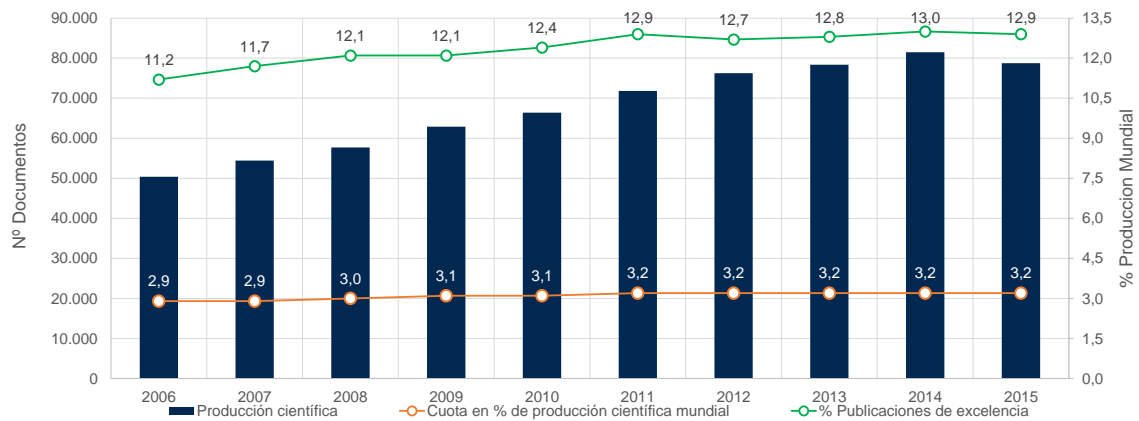
Figura 8: Intensidad frente a impacto de la innovación. Año 2015



3.6. Producción científica y de excelencia

Cuota de producción científica en España respecto al total mundial y porcentaje de publicaciones de excelencia -incluidas en el conjunto del 10 % de los artículos más citados de su área-, como indicador de calidad. Se observa una tasa creciente progresiva en el número de documentos académicos -artículos científicos y actas de congresos- entre 2006 y 2015, como muestra la Figura 9.

Figura 9. Evolución anual de la producción científica, cuota de producción y excelencia

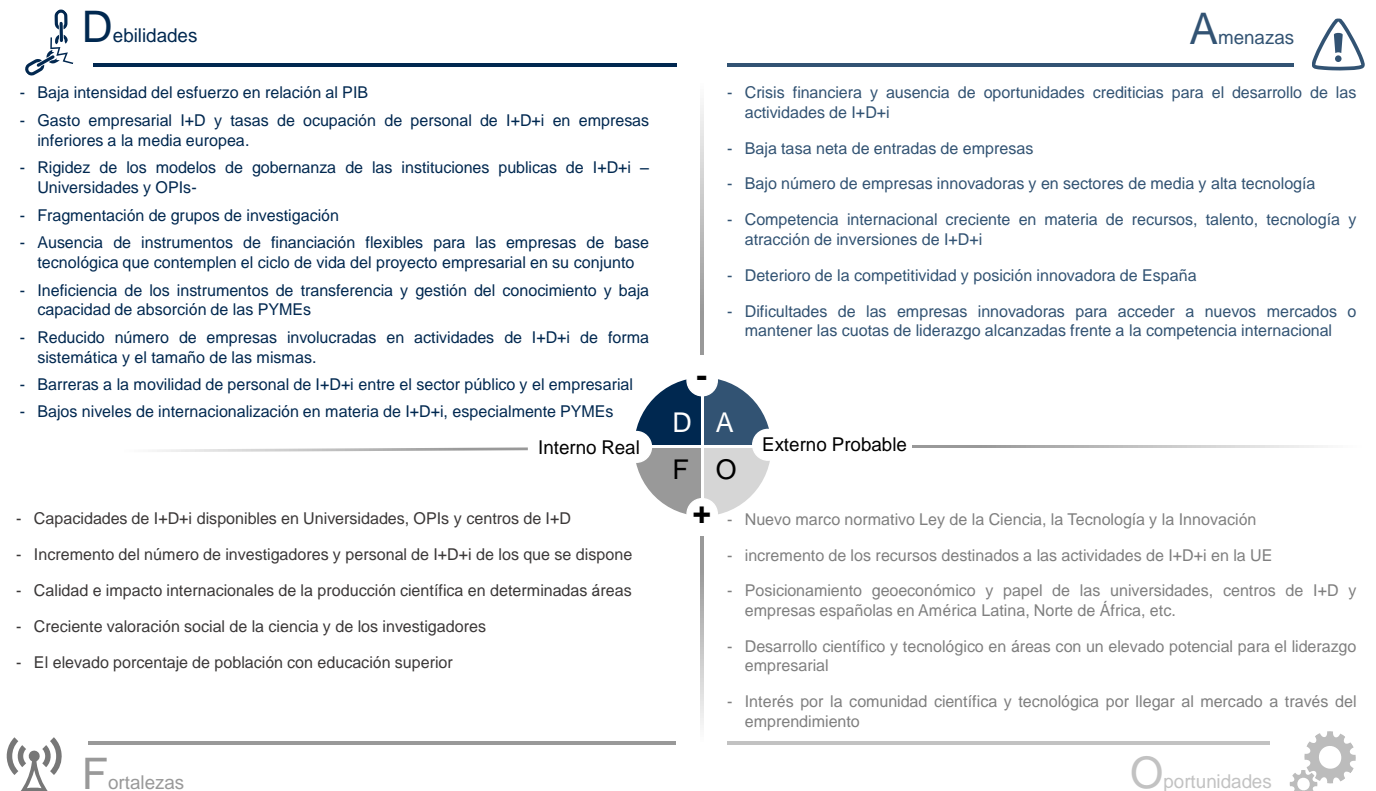


Pese al aumento en la producción científica, la cuota porcentual de producción científica mundial ha permanecido relativamente constante, comprendiendo valores entre 2,9 y 3,2 % desde 2006, lo que indica que, mundialmente, también se ha incrementado siguiendo un comportamiento similar al observado en España. En 2015, se publicaron un total de 78.740 documentos, lo que representa un 3,2% de la producción científica mundial. Asimismo, el porcentaje de publicaciones de excelencia se situó durante el año 2015 en un 13%. Por todo ello, España ocupó, en el año 2015, la posición 11 en el ranking mundial.

3.7. Análisis DAFO del sistema español de ciencia, tecnología e innovación

Las características del sistema español de ciencia, tecnología e innovación, expresadas en términos de fortalezas, debilidades, ventajas y oportunidades -DAFO-, se reflejan en la Figura 10 (MINECO 2017). A partir de estas características, se definen los objetivos y ejes prioritarios de la Estrategia española de ciencia y tecnología y de innovación.

Figura 10. Análisis DAFO del sistema español de ciencia, tecnología e innovación



4. Normalización y gestión de la I+D+i

La I+D+i es un factor fundamental para la supervivencia, competitividad y éxito sostenido de las organizaciones (Dereli, 2015), debido a los cambios tecnológicos, incremento de la competencia y globalización, fuerza motriz que impulsa a las empresas hacia sus objetivos a largo plazo, conduciendo a la renovación de las bases estructurales industriales y a la aparición de nuevos sectores económicos, por lo que es clave para alcanzar la excelencia organizacional, permitiendo adquirir ventajas competitivas sostenibles para competir en contextos económicos que cambian rápida y continuamente (Miles & Van Clieaf, 2017). La I+D+i facilita la mejora competitiva desde la renovación y ampliación de la gama de productos, servicios, mercados y métodos de producción, abastecimiento y distribución, así como desde los cambios en la gestión, organización y cualificación de los trabajadores (Villalobos, 2017). No obstante, la actividad innovadora de las empresas depende de la variedad y estructura de sus vínculos con las fuentes de información, conocimiento y tecnología. Además de los beneficios que implica para las organizaciones, estas actividades conllevan riesgos, requiriendo de inversiones que pueden generar beneficios en el futuro (Chaloti & Serfes, 2017), pero con incertidumbre en los resultados de las actividades innovadoras, tiempo a emplear y recursos necesarios, por lo que han de ser gestionadas adecuadamente para garantizarse su éxito y no desencadenar consecuencias negativas. Para garantizar el éxito de la I+D+i y minimizar riesgos inherentes, es necesario gestionar de forma óptima todos los procesos, tanto de forma individual como desde el punto de vista de sus relaciones con otros procesos y actores, internos y externos (Martín, 2015).

4.1. La normalización como respuesta a la gestión de la I+D+i

Como resume la Figura 11, la norma elaborada por el comité español AEN/CTN 166 “UNE 16002 Sistema de Gestión de I+D+i” (2014) y la europea “UNE-CEN/TS 16555-1 EX Gestión de la innovación” (2013) elaborada por el comité europeo CEN/TC 389 tienen una estructura similar, considerándose análogas. Otras normas y documentos elaborados apoyan y profundizan en aspectos precisos, si bien no son herméticos, presentando relaciones entre sí como partes integrantes en tres niveles o capas (AENOR, 2015b): operativa, resultados y estrategia, ligados a los aspectos operativos y estratégicos del sistema de gestión, que vertebran la estructura, como sintetiza la Figura 12.

Una primera capa se dedica a la generación de nuevas ideas, planificación y realización de proyectos de I+D+i, integrando las normas UNE 166001 “Requisitos de proyectos de I+D+i” (2006b) y UNE-CEN/TS 16555-3 EX “Pensamiento innovador” (2015d), enfocadas a la generación de soluciones novedosas y resolución de problemas, generalizando métodos ya utilizados exitosamente en diseño de productos, junto a las normas UNE-CEN/TS 16555-5 EX “Colaboración” (2015f) y UNE-CEN/TS 16555-6 EX “Creatividad” (2015g). El siguiente nivel está enfocado a los resultados obtenidos de las actividades y de su explotación, compuesta por las normas UNE 166008 “Transferencia de tecnología” (2012) y UNE-CEN/TS 16555-4 EX “Propiedad Intelectual” (2015e). Uno de los principios de los sistemas de gestión de la I+D+i es que todas las actividades deben estar dirigidas por una estrategia definida y coherente con las actividades de las organizaciones en las que se insertan. Por este motivo, surge el tercer nivel, relacionado con este aspecto estratégico, compuesto por las normas UNE 166006 “Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva” (2011) y UNE-CEN/TS 16555-2 “Inteligencia estratégica” (2015c), que inciden en la recopilación de la información, su tratamiento, análisis y utilización en la toma de decisiones estrategias para la organización. Un cuarto concepto adicional, con influencia sobre los demás, está centrado en la evaluación del desempeño de la innovación y su gestión, cuyo documento principal es la norma UNE-CEN/TS 16555-7 EX “Evaluación de la gestión de la innovación” (2015h), estrechamente relacionada con dos especificaciones, la EA 0043 “Joven Empresa innovadora” (2015i) y la EA 0047 “PYME Innovadora” (2015j), las cuales evalúan los requisitos para que las empresas puedan ser consideradas como innovadoras.

Figura 11. Evolución anual de la norma UNE 166002

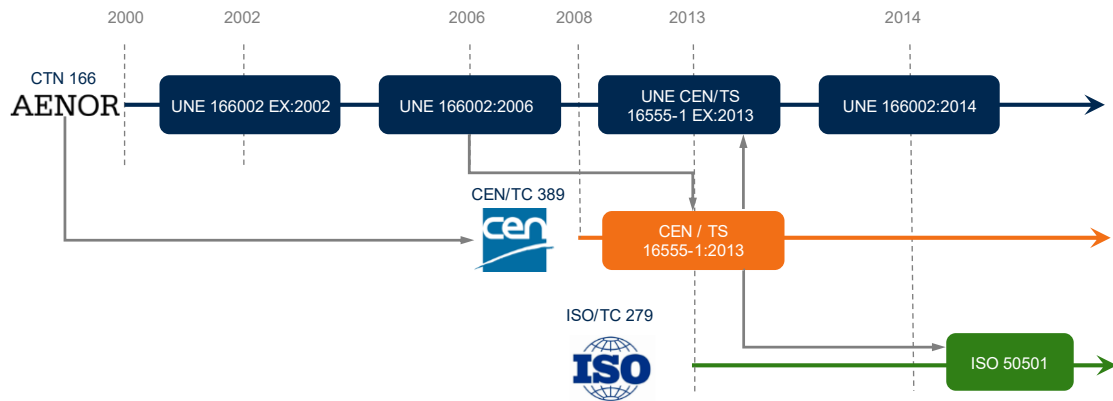
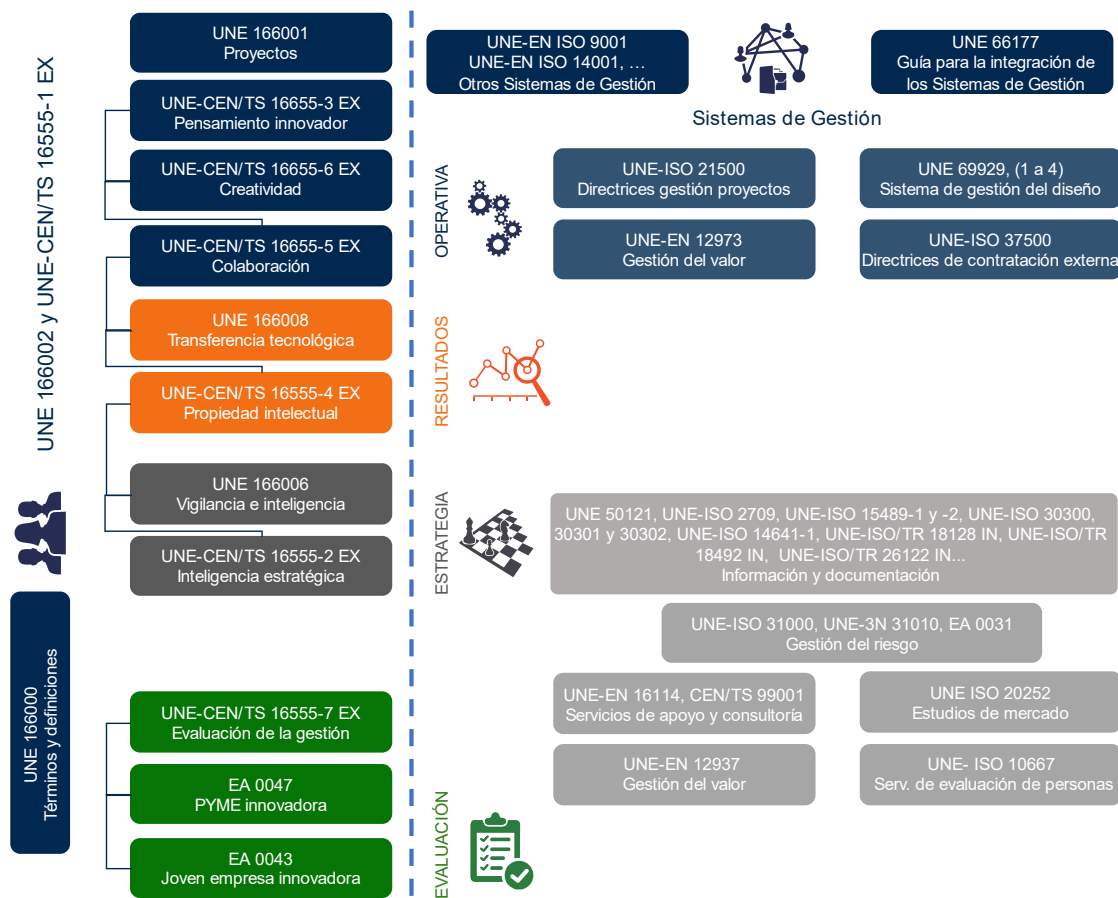


Figura 12. Estructura básica de las normas sobre gestión y sistemas de gestión de I+D+i



4.2. Ventajas de la normalización de la I+D+i

El establecimiento de un sistema de gestión de la I+D+i aporta a las organizaciones que deciden apostar por ello, las siguientes ventajas:

- Desde el punto de vista de la organización, como un todo:
 - Explora los recursos y el conocimiento eficientemente mejorando la organización
 - Logra metas y objetivos establecidos
 - Se diferencia de los competidores e incrementa la competitividad
 - Aumenta la motivación y satisfacción de los empleados
 - Se integra con otras normas

- Desde el punto de vista de gestión de la innovación:
 - Identifica, gestiona y fomenta las actividades de I+D+i
 - Proporciona directrices para organizar y gestionar eficazmente la I+D+i
 - Asegura que no se pierden actividades que generen tecnologías propias y patentes
 - Ayuda a planificar, organizar y controlar las unidades de I+D+i
 - Reconoce tecnologías emergentes o nuevas, no aplicadas en su sector, cuya asimilación y posterior desarrollo proporciona la base para potenciar las actividades de I+D+i y mejorar la competitividad

Respecto a la serie de normas de la familia UNE 166000, que proporcionan directrices para una eficaz planificación, organización, ejecución y control de las actividades de I+D+i, además de que facilitan un reconocimiento en el mercado a las organizaciones innovadoras, cada tipo de certificación aporta los siguientes beneficios:

- Certificación de proyectos de I+D+i:
 - Elimina la incertidumbre, pudiendo valorarse las inversiones necesarias
 - Reduce los riesgos asociados mediante el establecimiento de mecanismos de control
 - Elimina la pérdida de trabajo que se produce en la creación de tecnología, beneficiándose de incentivos fiscales y otras ventajas de la transferencia tecnológica
 - Aporta transparencia frente a las Administraciones Públicas, en cuanto al contenido, facilitando la evaluación por organismos públicos
 - Logra una sistematización y una gestión más eficientes
 - Facilita el análisis de información para la toma de futuras decisiones
- Certificación de sistemas de gestión:
 - Facilita la integración de la gestión de I+D+i con el resto de sistemas de gestión
 - Demuestra la importancia de la creación de valor añadido de las actividades de I+D+i
 - Controla los recursos asociados a actividades de I+D+i
 - Optimiza el “know-how”, interrelacionando la I+D+i con el resto de la empresa
 - Facilita el control y valoración de resultados de las actividades de I+D+i
 - Permite el conocimiento de nuevas tecnologías
 - Permite la creación de tecnología propia patentada
 - Identifica oportunidades de mejora gracias a la vigilancia tecnológica
 - Optimiza los recursos e incrementa la motivación de los empleados

5. Conclusiones

La I+D+i puede abordarse desde diversos puntos de vista: estratégico, legal, normativo, operativo, técnico y económico. Para su caracterización, pueden utilizarse indicadores relacionados con el gasto en I+D e IT, recursos humanos, producción científica y relación entre intensidad e impacto para ubicar su situación actual. En el contexto europeo, la decisión estratégica de España, en términos de I+D+i, como motor para mejorar la competitividad, sobre todo a partir de la última crisis económica y social -2008-2014-, no ha pasado por realizar esfuerzos presupuestarios al alza, al contrario que la tendencia generalizada en Europa. En el contexto nacional, el panorama es muy heterógeno desde las comunidades líderes como el País Vasco a las adaptadoras como Canarias.

La gestión sistemática de la I+D+i suministra a las empresas una herramienta competitiva y diferenciadora, capaz de recepcionar e integrarse con otros sistemas. Los sistemas de gestión de la I+D+i basados en la Norma UNE 166.002 contribuyen al desarrollo del capital humano y capacidades tecnológicas de las empresas. Asimismo, su implementación permite el acceso a financiación, subvenciones, concursos, ayudas fiscales y otras ventajas relacionadas –deducciones a través de impuestos y bonificaciones vinculadas-, a través de instrumentos de apoyo público, a partir de la demostración de su capacidad de innovación, además de facilitar la colaboración con universidades y centros tecnológicos.

6. Bibliografía

- AENOR (2006a-b). *UNE 16600-1:2006. Gestión de la I+D+i. Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i. Requisitos de un proyecto de I+D+i*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2011). *UNE 166006:2011. Gestión de la I+D+i. Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2012). *UNE 166008:2012. Gestión de la I+D+i. Transferencia tecnológica. Asociación Española de Normalización*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2014). *UNE 166002:2014. Gestión de la I+D+i. Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2015a). *Más allá de las normas sobre la gestión de la innovación*. AENOR 12/15. Obtenido el 15/08/2017. <http://www.aenor.com/documentos/revista/completos/310/>
- AENOR (2015b-h). *UNE-CEN/TS 16555-1/7 EX: 2015. Gestión de la innovación. Partes 1-7: Sistema de gestión de la innovación. Gestión de la inteligencia estratégica. Pensamiento innovador. Gestión de la propiedad intelectual. Gestión de la colaboración. Gestión de la creatividad. Evaluación de la gestión de la innovación*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2015i). *Especificación EA 0043:2015. Requisitos para la consideración como Joven Empresa Innovadora*. AENOR: Madrid.
- AENOR (2015j). *Especificación EA0047: 2015 Requisitos para la consideración como Pequeña o Mediana Empresa Innovadora*. AENOR: Madrid.
- Barros, M.; Retamozo, M.; González, D. (2015). Responsabilidad Social Empresarial. *Semilla Dice*, 1(1), 80-87. ISSN 2500-5995.
- Camisón, C.; Villar-López, A. (2014). Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. *Journal of Business Research*, 67(1), 2891-902. DOI: 10.1016/j.jbusres.2012.06.004.
- Chalioi, E.; Serfes, K. (2017). Strategic incentives for innovations and market competition. *International Journal of Industrial Organization*, 52(C), 427-449. DOI: 10.1016/j.ijindorg.2017.03.004.
- Dereli, D.D. (2015). Innovation Management in Global Competition and Competitive Advantage. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 195, 1365-1370. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.06.323.
- España (2014). Ley 27/2014, de 27 de noviembre, del Impuesto de Sociedades. *BOE*, 28 de noviembre de 2014, 288, 96939-97097.
- FECYT (2017a). *Indicadores e informes de ciencia, tecnología e innovación*. Obtenido el 22/07/2017. <https://icono.fecyt.es/>
- FECYT (2017b). *Análisis ICONO: Encuesta de Innovación 2015*. Obtenido el 22/07/2017. <https://icono.fecyt.es/>
- INE (2017a). *Notas de prensa. Estadística sobre actividades de I+D. Año 2015. Resultados definitivos*. Obtenido el 22/07/2017. <http://www.ine.es/prensa/np1002.pdf>
- INE (2017b). *Actividades para la innovación tecnológica 2015*. Obtenido el 31/08/2017. <http://www.ine.es/>
- Miles, S.J.; Van Clieaf, M. (2017). Strategic fit: Key to growing enterprise value through organizational capital. *Business Horizons*, 60(1), 55-65. DOI: 10.1016/j.bushor.2016.08.008.
- Martín, G. (2015). Knowledge management and innovation in knowledge-based and high-tech industrial markets: The role of openness and absorptive capacity. *Industrial Marketing Management*, 47, 143-146. DOI: 10.1016/j.indmarman.2015.02.032.
- Matriz BCG (2017). *Herramienta estratégica esencial en la empresa*. Obtenido el 15/07/2017. <http://www.matrizbcg.com/>
- MINECO (2017). *Estrategia Española de Ciencia y Tecnología 2013-2020*. Obtenido el 06/07/2017. <http://www.idi.mineco.gob.es>
- OECD (2015a). *Frascati Manual. Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. Measurement of scientific, technological and innovation activities*. OECD Publishing: Paris. DOI: 10.1787/9789264239012-en.
- OECD (2015b). *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. OECD Publishing: Paris. DOI: 10.1787/9789264013100-en.
- Villalobos, L.A. (2017). *La gestión de la innovación y las capacidades tecnológicas: Efectos y determinantes*. Tesis doctoral, Universidad de Murcia, Murcia.

Agradecimientos

Al Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Universidad de Cádiz, así como al Grupo de Investigación TEP955 – Ingeniería y Tecnología para la Prevención de Riesgos Laborales (INTELPREV).