2021 **01**

Working Paper INSTITUTO DE POLÍTICAS Y BIENES PÚBLICOS (IPP)

Las PYMES de Madrid: Grado de innovación y percepción empresarial del potencial de los Organismos Públicos de Investigación

Adelheid Holl y Ruth Rama







INSTITUTO DE POLÍTICAS Y BIENES PÚBICOS - CSIC

Copyright ©2021. Holl, A., Rama, R. All rights reserved.

Instituto de Políticas y Bienes Públicos Consejo Superior de Investigaciones Científicas C/ Albasanz, 26-28 28037 Madrid (España)

Tel: +34 91 6022300 Fax: +34 91 3045710

http://www.ipp.csic.es

How to quote or cite this document:

Holl, A., y Rama, R. (2021). Las PYMES de Madrid: Grado de innovación y percepción empresarial del potencial de los Organismos Públicos de Investigación. Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP) CSIC, Working Paper. 2021-01

Available at: digital.csic.es

Las PYMES de Madrid: Grado de innovación y percepción empresarial del potencial de los Organismos Públicos de Investigación

Adelheid Holl
Instituto de Políticas y Bienes Públicos, CSIC
adelheid.holl@cchs.csic.es

Ruth Rama
Instituto de Economía, Geografía y Demografía, CSIC
ruth.rama@cchs.csic.es

Resumen: En este trabajo se examina el panorama de la innovación en las PYMES, con especial énfasis en aquellas que operan en las cuatro Áreas de la estrategia RIS 3 de la Comunidad de Madrid. El propósito consiste en analizar las posibilidades de transferencias de conocimiento y cooperación de dichas empresas con los Organismos Públicos de Investigación (OPIS). Basándonos en datos de la encuesta de PITEC, identificamos a las PYMES madrileñas que podrían ser más proclives a mantener una relación fructífera con los OPIS, dada su experiencia previa en el uso de información científico-técnica proporcionada por éstos o la realización conjunta de cooperación para la innovación. También identificamos el uso de otras fuentes de información, como ferias y congresos, que, indirectamente podrían conducir a un acercamiento entre algunas de esas firmas y los OPIS. Además, se tienen en cuenta algunos de los obstáculos que puede encontrar la relación científico-técnica entre PYMES de la CAM y OPIS, como la carencia previa de experiencia en la realización de I+D o, simplemente, de actividades innovadoras en una elevada proporción de dichas empresas. Finalmente, más allá de dicha relación, se analiza brevemente el trasfondo de barreras estructurales que podrían obstaculizarlas, como el declive de parte de la industria manufacturera madrileña de alta tecnología, y la posición técnica rezagada de España en algunas de esas industrias.

Palabras clave: Madrid, Organismos Públicos de Investigación, innovación, cooperación en I+D, fuentes de la innovación, pequeñas y medianas empresas, Áreas RIS3.

Agradecimientos: Las autoras agradecen el apoyo del proyecto ImPrYME de la Vicepresidencia de Transferencia de Tecnología del CSIC. Comunidad Autónoma de Madrid-FEDER (Unión Europea). Agradecen, asimismo, las sugerencias y comentarios a una versión anterior de este trabajo realizados por la Vicepresidenta, Dª Ángela Ribeiro, y sus colaboradores. No obstante, la responsabilidad por el mismo es exclusivamente de las autoras y los puntos de vista expuestos no reflejan necesariamente los del CSIC.

<u>Índice</u>

1. Introducción	3
2. Estrategia RIS 3 en Madrid y sectores madrileños intensivos	en I+D 4
3. Datos	11
4. La innovación en Madrid	13
4.1. Panorama nacional e internacional	13
4.2. Panorama intra-regional del empleo y eslabonamientos pro	oductivos 15
4.3. Pequeñas y grandes empresas madrileñas	17
4.4. Concentración de las actividades de I+D	19
5. La innovación y los factores que la dificultan	20
6. Fuentes de la información y el papel de los OPIS	23
7. La cooperación para innovar y el papel de los OPIS	27
7.1. Antecedentes	27
7.2. Motivos, efectos y propensión a cooperar	28
7.3. Tipos de socios	29
7.4. Cooperación con organismos de investigación	31
8. Algunas previsiones acerca del periodo post-pandemia	33
9. Conclusiones	30
10. Bibliografía	41
11 Tablas y Apéndices	Δt

1. Introducción

El objetivo de este trabajo consiste en analizar las posibilidades que, en el marco de la Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una de Especialización Inteligente (RIS3 en su acrónimo en inglés), se presentan para las transferencias de tecnología y la cooperación entre las pequeñas y medianas empresas (PYMES) de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) y los Organismos Públicos de Investigación (OPIS). Las Áreas económicas prioritarias han sido definidas por las diversas Comunidades Autónomas (CCAA) españolas y demás regiones europeas con la orientación estratégica y los recursos financieros proporcionados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

En este trabajo analizamos los factores que pueden abrir la puerta a la relación entre las PYMES madrileñas y los OPIS, así como aquellos que podrían suponer un obstáculo. Utilizando datos de la encuesta PITEC, analizamos los elementos de índole *microeconómica* que pueden facilitar las transferencias de tecnología y los proyectos conjuntos de I+D, como por ejemplo la existencia de una experiencia previa de colaboración y una percepción positiva de los OPIS por parte del mundo de la empresa. Pero también indagamos en aspectos menos favorables, como pueden ser las debilidades de las PYMES madrileñas en materia de innovación. Sin embargo, la posible relación entre OPIS y PYMES se produce en un contexto regional y sectorial concreto. Por ello, nuestra indagación no podía omitir los aspectos *macroeconómicos*, *regionales* y sectoriales que constituyen el telón de fondo de esa relación. El análisis de fuentes secundarias, así como de estadísticas del Instituto Nacional de Industria (INE) y el Directorio Central de Empresa (DIRCE), nos permiten señalar factores favorables y desfavorables; algunos ejemplos son las tendencias de la demanda, la evolución reciente del tejido productivo madrileño y la disponibilidad o insuficiencia de determinados conocimientos científico-técnicos en el Sistema Nacional de Innovación.

El trabajo se estructura como sigue. La sección 2 contextualiza el análisis de las relaciones entre PYMES madrileñas y OPIS, presentando la evolución del tejido productivo de la región, a la vez que identifica las Áreas RIS3 y algunas de sus características. La sección 3 indica qué tipo de datos se han utilizado en este estudio y sus limitaciones. La sección 4 presenta el panorama general de la innovación en la CAM, distinguiendo entre pequeñas y grandes empresas. En la sección 5, se detallan los principales factores que dificultan la innovación en las empresas de la CAM, con especial interés en las barreras de tipo científico-técnico que encuentran las PYMES de las Áreas RIS 3. Las secciones 6 y 7 muestran el papel que

actualmente desempeñan los OPIS y otros agentes (por ej., los clientes) en tanto origen de la información utilizada por las empresas madrileñas o como socios en proyectos conjuntos. Ello nos permite identificar a algunos de los tipos de empresa que podrían ser proclives a emprender relaciones con los OPIS, al contar con alguna experiencia previa al respecto. La sección 8 comenta algunas previsiones relativas al período post Covid 19. La sección 9 ofrece las conclusiones de este estudio.

2. Estrategia RIS3 en Madrid y sectores madrileños intensivos en I+D

Para contextualizar el análisis de las políticas madrileñas hacia la innovación, conviene tener en cuenta la considerable pérdida de importancia cuantitativa de la industria manufacturera española que se acentuó a partir de la crisis global de 2008, especialmente en sectores de alta tecnología (Molero & López, 2016). Es importante determinar qué presencia tiene la industria en la región para evaluar la necesidad de transferencias de tecnología. Para que las capacidades tecnológicas repercutan sobre la competitividad y el empleo, se han de construir sobre la base del tejido productivo real. Merecen especial consideración las industrias intensivas en tecnología es decir aquellas que, según la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), son las que realizan un gasto en I+D por encima del 4% de su facturación ¹. Este enfoque ha sido adaptado por EUROSTAT y, en el Apéndice en la Tabla A1, se muestra la agregación que éste realiza de la industria manufacturera, según la intensidad tecnológica, en alta tecnología, media alta tecnología, media baja tecnología y baja tecnología. En la Tabla A2 del Apéndice se indica la agregación de los sectores de servicios, en servicios intensivos en conocimiento (KIS) y en servicios menos intensivos en conocimiento (LKIS).

Según Molero & López (2016), las industrias intensivas en tecnología tienen, a lo largo del período 1995-2014, una escasa presencia que se mantiene estable en torno al 7% del valor añadido de la industria manufacturera española. Comparando la composición en España y en la UE-27, constatan que la industria manufacturera española se ha especializado en sectores de baja tecnología y de tecnología media-baja. Se trata de una industria competitiva cuya producción se exporta en un 40%, pero que se encuentra aquejada de una baja productividad, que algunos autores atribuyen al bajo desempeño de su capital humano (por ej., insuficiente formación) y de su capital tecnológico (Myro, 2020).

_

¹La OCDE define la intensidad tecnológica de los sectores industriales por la ratio del gasto en I+D sobre el valor añadido, identificando cuatro grupos: los sectores de intensidad tecnológica alta, media-alta, media-baja y baja.

Las consecuencias de la crisis de 2008 sobre el tejido industrial español parecen haber sido especialmente severas. Un estudio basado en las afiliaciones a la Seguridad Social por sector constata que, entre el año pre crisis 2004 y el año 2016, desaparece uno de cada cinco empleos industriales españoles (del Brío Carretero & González-Rabanal, 2018). Sánchez-Moral et al (2019) analizan la evolución de los datos madrileños de empleo durante el período 2011-2016, constatando que la crisis penalizó con fuertes caídas del mismo a las industrias manufactureras intensivas en tecnología, que son las que cuentan con una mayor proporción de trabajadores cualificados. Estas industrias sufrieron fortísimas pérdidas de puestos de trabajo en el período estudiado (-17,3%), en particular la Fabricación de maquinaria y equipo (-28,7%) y la Fabricación de productos farmacéuticos (-19,3%). Pero, al mismo tiempo, dichos autores constatan, durante ese período, incrementos sustanciales del empleo en los sectores definidos, de acuerdo con EUROSTAT, como servicios intensivos en conocimientos (14,0%), siendo dichos incrementos especialmente elevados en Programación y consultoría informática (41,0%), en Otras actividades profesionales y científicas (32,9%) y en Gestión empresarial (18,2%). Todo ello apunta hacia un proceso de desindustrialización de la CAM, al menos en lo referente a sus sectores manufactureros más innovadores, concomitante con un proceso de terciarización de su economía. Como veremos a continuación, los datos del DIRCE sobre la evolución del número de empresas madrileñas corrobora el análisis anterior, confirmando el desmantelamiento de parte de la industria manufacturera y la emergencia pujante del sector terciario en la CAM.

El panel A de la tabla 1 muestra la evolución del número de empresas de la CAM en 2008-2019, distinguiendo los sectores manufactureros y de servicios. Estos datos aparecen desagregados, a su vez, por tipos de empresa (grandes, PYMES y empresas sin empleados, es decir, en su mayoría autónomos o consultores). El número de empresas manufactureras madrileñas cae en un 27% en ese período, observándose claras disminuciones en los cuatro estratos manufactureros que distingue la OCDE según intensidad tecnológica (véase nota 1). Sin embargo, es en los estratos de tecnología alta donde resulta sin duda extraordinaria la disminución del número de empresas (30,6 %). La caída del número de sociedades de dichos estratos es evidente en los tres tipos de empresa, pero resulta particularmente acusada en el de las de mayor tamaño, cuyo número se reduce en un 40%. La evolución del número de empresas en 2008-2019 pudo ser fruto, al menos en parte, de procesos de concentración del capital. Para soslayar el efecto de ese fenómeno y comprobar si existe un proceso de declive de la industria madrileña, conviene analizar también los datos regionales de producción industrial. La tabla 2 muestra la evolución del índice de producción industrial de la CAM entre

septiembre de 2008 y septiembre de 2020, por destino económico de la producción, siendo evidente una caída en todas sus categorías (consumo, bienes de capital o intermedios). Al tener el índice la base 100 en el año 2015, puede observarse que la caída no se debe exclusivamente a los efectos de la crisis de la Covid 19 en 2020. Estos datos sugieren que la reducción del número de empresas madrileñas no se debió exclusivamente a procesos de concentración, sino que se ha producido una enorme retracción de la producción industrial de la región, en particular en lo que se refiere a bienes de equipo y bienes intermedios.

Tabla 1

Tabla 2

El sector servicios es cualitativamente muy heterogéneo. Del Brío Carretero & González Rabanal (2018) observan que los subsectores de servicios con potencial para generar mayor valor añadido son los de educación; informática y consultoría; I+D; y, en menor medida, energía, agua, saneamiento y residuos. Al mismo tiempo, otros subsectores, como hostelería y servicios de transporte tienen menor potencial para producir valor añadido, aunque generen un gran número de empleos. En la tabla 1 (Panel A), observamos un incremento general del número de empresas del sector de servicios intensivos en conocimiento de la CAM (KIS). Sin embargo, lo que aumenta es, en realidad, el autoempleo mientras que el número de sociedades con empleados, sean éstas grandes o pequeñas, se mantiene con pocos cambios en el conjunto de las empresas KIS. El incremento del número de empresas se da en mayor o menor medida en todos los tipos de servicios, pero destacan por su gran crecimiento los establecimientos financieros y los dedicados a "otros" servicios. En el caso de los primeros, se reduce el número de establecimientos financieros grandes, al tiempo que aumenta el de los pequeños y unipersonales, lo que sugiere un proceso de externalización y de centralización de las empresas de mayor tamaño. Los "otros" servicios reflejan actividades económicas muy variadas, como las de las agencias inmobiliarias, la restauración y la hostelería, las agencias de viaje y otras similares que, según la clasificación de del Brío Carretero & González Rabanal (2018), son de bajo valor añadido. Estos servicios son los que más crecen en términos del número de establecimientos y su incremento se debe principalmente al autoempleo. En cuanto a los servicios de baja intensidad (Low KIS), que incluyen a los servicios postales, servicios personales y trabajo doméstico, registran un fuerte incremento en cuando a la categoría de los autónomos. Estos también son servicios de bajo valor añadido.

Las empresas de servicios de alta tecnología incluyen actividades muy variadas, como la edición de libros, que ha experimentado un fuerte declive en cuanto al número de empresas; la

edición de programas informáticos que aumenta sustancialmente; los servicios veterinarios; así como la Administración Pública, etc. Conviene agregar que las empresas españolas dedican a la I+D de edición una proporción muy superior de recursos que la media europea (Molero & López, 2018). Sin embargo, los servicios de alta tecnología aumentan en cuanto a número de empresas, pero lo hacen en mucho menor medida que los financieros u "otros". Su crecimiento está protagonizado principalmente por las PYMES y, en menor medida, por las empresas sin empleados, al mismo tiempo que las de mayor tamaño tienen una responsabilidad mínima en esa evolución. En resumen, la CAM experimenta un proceso de tercerización principalmente a cargo de los servicios financieros y "otros" cuyos agentes son, en buena medida, autónomos y consultores.

En términos generales, el análisis anterior se corresponde con el que realizan del Brío Carretero & González Rabanal (2018; p. 57) basados en las afiliaciones a la Seguridad Social y las cotizaciones correspondientes: En España se ha producido "un trasvase de puestos de trabajo de alto valor añadido de la industria y los servicios hacia otros de menor valor añadido en los servicios personales y la hostelería". Nuestro análisis del caso específico de la CAM basado en datos de empresas también concuerda con la interpretación del estudio regional de Sánchez-Moral et al (2019) basado en datos de empleo. Este es el telón de fondo nacional y regional a la puesta en práctica de las estrategias RIS3.

La enseñanza que nos dejó la crisis de 2008 respecto a la CAM es que, en la fase baja del ciclo de negocios, la inversión empresarial en I+D puede ser vulnerable, en particular la realizada por las PYMES (Holl & Rama, 2016; Cruz-Castro et al. 2018), a la vez que un nuevo peligro de desindustrialización acecha a los sectores manufactureros más innovadores. suma otro aspecto a tener en cuenta: Los efectos de la mayoría de las actividades regionales innovadoras son principalmente extra-regionales dado el alto grado más internacionalización de las industrias, aunado a la disminución de la importancia de algunos clusters regionales en las últimas décadas (Sánchez-Moral et al, 2019). De ese estudio de input-output se deduce que el efecto "tractor" de los sectores innovadores madrileños mediante eslabonamientos hacia atrás con proveedores regionales es muy limitado. Holl & Rama (2009) han analizado las redes espaciales de empresas de Madrid, Cataluña y País Vasco y destacan la participación en redes extra-regionales tanto de producción como en redes de abastecimiento de conocimiento y que su relevancia aumenta con la intensidad de I + D de la empresa. Es posible que el limitado efecto "tractor" se deba a la globalización a ultranza de los suministros. En cualquier caso, todo ello apunta hacia una fragilidad del tejido industrial madrileño en las fases bajas del ciclo económico.

Es en este contexto de la actividad económica que el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) animó a las regiones europeas a identificar y priorizar las Áreas que podían proporcionar una ventaja comparativa a los diferentes territorios según sus capacidades innovadoras. En ese marco las CCAA españolas identificaron diversas Áreas económicas prioritarias conducentes a una Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3 en su acrónimo en inglés). Esa estrategia fue elaborada en el marco de la puesta en práctica de los fondos estructurales europeos con la finalidad de enfocar el esfuerzo económico que supone la innovación. En el caso de la CAM, se distinguen cuatro Áreas prioritarias:

- Área 1: Energía, Medio Ambiente y Transporte (incluida Aeronáutica).
- Área 2: Nanotecnología, Materiales Avanzados, Tecnologías Industriales y del Espacio.
- Área 3: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Área 4: Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación.

Uno de los objetivos de las estrategias RIS3 es potenciar la transferencia de tecnología y facilitar a las PYMES el acceso a la misma. En el caso de la CAM, las ayudas consisten en subvenciones que se pueden conceder a proyectos que contemplen la puesta en práctica de nuevas tecnologías en alguna de las cuatro Áreas prioritarias, siendo su dotación de cinco millones de euros para el período 2019-2021. Los proyectos se realizarán en alguna de las localizaciones siguientes: Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Humanes de Madrid, Leganés, Móstoles, Parla, Madrid y Distrito de Villaverde ². No obstante, las empresas participantes podrán estar ubicadas en cualquier localidad de la CAM. Los beneficiarios de las ayudas han de ser personas jurídicas públicas o privadas que se constituyan con al menos tres tipos de agentes:

- Una empresa tractora, que tendrá que ser gran empresa.
- Tres PYMEs, de las que al menos una deberá cumplir con los requisitos de empresa joven e innovadora (startup).
- Un organismo de investigación y difusión de conocimientos o una Universidad. En el caso que el proyecto conste de sólo una de esas instituciones, deberá ser pública, y en caso de que participen dos o más organismos de investigación o universidades, al menos uno de ellos será público.

² https://es.fi-group.com/ayuda/nucleos-innovacion-abierta-ris3-madrid-2019/

Dados los requisitos estipulados para la obtención de las ayudas, es evidente el gran interés que reviste un mejor conocimiento de las percepciones de las empresas madrileñas, en particular de las PYMES, sobre la información que les pueden aportar las Universidades y los Organismos Públicos de Investigación (OPIS) para realizar sus propias innovaciones, así como sobre las experiencias previas de cooperación para la innovación con dichas instituciones. Evidentemente, una percepción positiva sobre la utilidad de dicha información y una experiencia previa de cooperación en materia de I+D pueden facilitar la concreción de los proyectos.

Las Áreas RIS 3 fueron catalogadas basándonos en la Clasificación Estadística de Actividades Económicas (NACE rev.2) de la Unión Europea (que es equivalente a la CNAE-2009 en España) por la "Smart Specialisation Platform". Para más detalle, véase la Tabla A3 en el Apéndice³. Sin embargo, se presentan problemas estadísticos a esa catalogación. Por ejemplo, en biotecnología coexisten actualmente diversas industrias que realizan dichas actividades, un conjunto en el que destaca la agroalimentación (Holl & Rama, 2012). Es decir que, en la CNAE, no existen datos agrupados de una "industria" de biotecnología. Otro tanto ocurre con las actividades que corresponden a la nanotecnología y el medioambiente, dispersas en diversas industrias a dos dígitos.

Las Áreas son heterogéneas en cuanto a su dinamismo. Algunas de las industrias manufactureras madrileñas que las componen están entre las que han sufrido en mayor medida el proceso de desindustrialización. El panel B de la tabla 1 muestra la evolución, en la CAM, del número de sociedades de las cuatro Áreas RIS3 en 2008-2019. Como indica el panel, se observan divergencias muy notorias entre, por un lado, las Áreas 3 y 4, que registran un fuerte crecimiento en el número de firmas, y por otro, las Áreas 1 y 2 que evidencian un claro descenso. No obstante, cabe observar que, en estas dos últimas Áreas, pese a una evolución general descendente, también existen industrias que registran un crecimiento en su número de empresas, como es el caso de las de Fabricación de otro material de transporte (Área 1) y Telecomunicaciones (Área 2).

El Área de crecimiento más dinámico en cualquiera de los tres tipos de empresa es el Área 4. El Área 3 (TIC, Servicios de Alto Valor Añadido) experimenta un fuerte crecimiento solamente en lo que se refiere al autoempleo y uno mucho más modesto en lo concerniente a

³https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/map?p p id=captargmap WAR CapTargMapportlet& captargmap WAR CapTargMapportlet non-eu-country=true& captargmap WAR CapTargMapportlet non-eu-region=true& captargmap WAR CapTargMapportlet regionids=80 Smart Specialisation Platform, noviembre de 2020.

las PYMES, al mismo tiempo que disminuyen las grandes empresas. Es posible que estas divergencias en la evolución por tamaño de planta también escondan un proceso de externalización de los servicios TIC y otros de alto valor añadido por parte de las grandes firmas, como sugieren los datos de del Brío Carretero y González Rabanal (2018) basados en el empleo. Las posibilidades de una transferencia de tecnología de los OPIS y Universidades a las PYMES dependerán, en buena medida, de la situación productiva de las Áreas. La contribución de los OPIS se podría traducir en una mayor competitividad de las PYMES madrileñas y en empleos mejor remunerados en la medida que el sector productivo crezca.

Por otra parte, en el análisis del panorama nacional conviene no dejar de lado la disponibilidad de saberes relativos a cada Área. Estos pueden medirse aproximadamente por el análisis de los gastos en I+D y de las patentes que protegen legalmente los inventos realizados por el sector privado y por las instituciones españolas, incluyendo los OPIS. Encontramos diversas combinaciones entre el panorama industrial y el panorama de las Ventajas Tecnológicas Relativas (VTR) ⁴ de España. No siempre la correspondencia entre uno y otro es exacta. Hay industrias madrileñas que crecen, al mismo tiempo que el país no tiene VTR en los correspondientes campos técnicos; y viceversa. Según un análisis de patentes de los años 2008-2019, España tiene VTR en algunas industrias que componen las cuatro Áreas (Molero & Gabaly Márquez, 2020):

Área 1. VTR en los campos técnicos de tecnología ambiental y de transporte.

Área 2. VTR en nanotecnología.

Las arriba citadas son Áreas donde, con algunas excepciones como el sector de Otro material de transporte ya mencionado, parece haber un declive de las empresas productoras. Los saberes están disponibles, al menos en teoría, pero la industria a la que se destinan pierde fuelle en la CAM. No obstante, hay excepciones. En la industria de Otro material de transporte, por ejemplo, el esfuerzo que realiza España en términos de gastos de I+D es muy superior a la media europea (Molero & López, 2018), al mismo tiempo que el número de empresas madrileñas de esta industria evoluciona con dinamismo.

Área 3. Presenciamos la situación opuesta.

En la CAM, el Área parece estar en expansión en cuanto al número de empresas y el empleo, pero la disponibilidad de conocimientos nacionales no siempre acompaña esa evolución,

_

⁴ Calculadas como VTRclase_i = (Patentes Españolasclase_i/Patentes Mundialesclase_i) / (Patentes totales Españolas/Patentes totales Mundiales). El criterio de cálculo es similar al de los índices de Bela Balassa de especialización sectorial de los diversos países en el comercio internacional.

siendo éste el caso particularmente de las TIC donde España va muy rezagada según el análisis de patentes (Molero & López, 2018). En cambio, el país presenta VTR en algunos servicios de alto valor añadido que también se clasifican en el Área 3 (por ejemplo, las ingenierías).

Área 4. El país disfruta de VTR en campos técnicos como la química alimentaria, la biotecnología, la tecnología médica, registrando valores muy cercanos a la especialización tecnológica en productos farmacéuticos. Además, las empresas españolas dedican, en proporción, muchos más recursos financieros a la I+D en farmacia que la media de UE-27 (Molero & López, 2018). Según la misma fuente, en alimentos y bebidas, España también dedica en proporción considerablemente más esfuerzo económico a la I+D que la media europea. No obstante, las industrias madrileñas a las que se aplican esos conocimientos no han corrido igual suerte. Mientras la industria alimentaria madrileña demuestra resiliencia y crecimiento, aún en las fases bajas del ciclo de negocios, la industria farmacéutica evoluciona a la baja y buena parte de la demanda ha sido suplida por importaciones. En el primer caso hay una evolución industrial y tecnológica acorde, mientras, en el segundo, los saberes nacionales están disponibles pero la industria está en declive.

Concluyendo esta sección, es en ese marco de la contracción de parte de la manufactura madrileña y de un auge del sector terciario basado en gran medida en servicios financieros y en otros servicios de bajo valor añadido, que se han de analizar con realismo las perspectivas de las estrategias RIS3, así como sus propios límites. Por otra parte, algunas industrias que crecen y tienen buenas perspectivas de ver aumentar su demanda, no parecen contar con una retaguardia científico técnica adecuada, según sugiere el análisis de patentes. Es ahí donde la contribución de los OPIS puede ser especialmente importante.

3. Datos

La mayor parte de la información utilizada en este trabajo para el análisis del grado de innovación y de la percepción empresarial del potencial de los Organismos Públicos de Investigación procede de PITEC. PITEC es la encuesta española de innovación realizada anualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INE), con un cuestionario semejante al

del Community Innovation Survey (CIS) de la Unión Europea ⁵ y a los criterios del Manual de Oslo. El marco poblacional de la muestra es el DIRCE. Asimismo, se ha incluido un registro de empresas que potencialmente realizan I+D, ya sea porque así consta en las estadísticas de años anteriores o porque han solicitado financiación pública en el año de la encuesta. La población de empresas se ha estratificado por tamaño en función del número de asalariados: de 10-49; 50-199; ≥200. Conviene observar que el intervalo de ≥200 trabajadores se ha analizado de forma exhaustiva, mientras que se ha realizado una selección aleatoria de los demás estratos. Como señala Busom (2016), existe una diferencia de muestreo, según tamaño de la empresa. La muestra de empresas grandes se considera representativas de la población de empresas con ≥ 200 trabajadores, incluyendo empresas innovadoras y no innovadoras. En cambio, en el caso de las PYMES, es decir de las empresas ≤ 200 trabajadores, la muestra integra aquellas que tienen actividades de I+D interna o externa, a las que se añade una muestra de empresas sin gastos de innovación. Por esa razón, las empresas innovadoras están sobre representadas en la población de empresas ≤200 trabajadores. Esta circunstancia se ha de tener en cuenta al interpretar los datos que proporciona PITEC. La última información disponible corresponde a la encuesta de 2016, que ofrece información sobre el período 2014-2016.

El cuestionario de PITEC pregunta a las empresas en primer lugar si han realizado innovación interna en I+D (Si/No). En segundo lugar, se les pregunta sobre la realización de I+D externa (Si/No). Las empresas también declaran si tienen gastos en innovación (Si/No). Estos comprenden los gastos internos y los gastos externos en I+D, a los que se suman diversos conceptos no contabilizados en la noción de I+D, aunque conducentes a la innovación. El gran número y la naturaleza diversa de los conceptos incluidos en los gastos de innovación recoge la metodología no restrictiva del Manual de Oslo. En ese sentido es importante recordar que *innovación* no es sinónimo de *invento* pues aquella supone la introducción en el mercado de un nuevo producto o la mejora de un producto existente, o bien la implementación de un nuevo proceso industrial o la mejora de uno ya disponible en la fábrica. La tabla A4 en el apéndice muestra la definición de estas variables.

Finalmente, el cuestionario de PITEC tiene diferentes bloques de pregunta acerca de los factores que dificultan la innovación, acerca de las fuentes de información para actividades de innovación, y acerca de la cooperación para la innovación.

⁵ PITEC se realiza anualmente mientras que CIS se efectúa cada dos años. Además, PITEC contiene un mayor número de preguntas que CIS y tiene una estructura de panel (aunque limitada). No obstante, los resultados de ambos tipos de encuestas son estadísticamente comparables.

Además de los datos a nivel de establecimiento analizados a partir de la citada encuesta, también se presenta información de 2018 de la Encuesta de Innovación proporcionada por el INE así como de EUROSTAT.

4. La innovación en Madrid

4.1. Panorama nacional e internacional

Según las estadísticas sobre empleo en sectores intensivos en tecnología y conocimiento de EUROSTAT⁶, España contaba con 732.200 empleos en 2019 en los sectores de manufactura de alta tecnología y servicios de alta tecnología intensivos en conocimiento, de los cuales el 34% (249.000 empleos) se encuentran en Madrid. A Madrid le sigue Cataluña (representando el 22% o 157.800 empleados en estos sectores). Juntas, Madrid y Cataluña albergan más de la mitad de todo el empleo de alta tecnología en España.

En términos de porcentaje del empleo total, los sectores de alta tecnología representan solamente el 3,7% en España, pero el 8% en Madrid. En Cataluña representan el 4,6% del empleo total, siendo ésta la segunda región más intensiva en empleo de alta tecnología.

La inmensa mayoría de estos empleos de alta tecnología se encuentran en los sectores de servicios de alta tecnología. Del total de 732.200 empleados de alta tecnología en España en 2019, 606.300 están en servicios de alta tecnología intensivos en conocimiento (83%). En Madrid, del total de 249.000 empleados de alta tecnología, 220.600 están en servicios (89%). En Cataluña el porcentaje es del 68%. Así, Madrid muestra una especialización notoria en servicios de alta tecnología intensivos en conocimiento, si se le compara con otras regiones españolas. La CAM es, además, la única región española que, en 2018, figuraba en la lista de las 25 regiones NUTS 2 de la Unión Europea con mayor porcentaje de recursos humanos en ciencia y tecnología en la población activa total (EUROSTAT, 2018). Cabe observar que las estadísticas europeas incluyen no sólo al personal involucrado en la I+D corporativa sino también a los recursos humanos de los Organismos Públicos de Investigación (OPIS) y demás centros científicos y tecnológicos de la región. Según el Regional Innovation Scoreboard (2019) de la UE⁷, la CAM es un "Innovador Moderado", aunque, como se verá más adelante, con sus altibajos. El Scoreboard identifica los siguientes puntos fuertes de la región en comparación tanto con la media española como con la comunitaria:

_

⁶ EUROSTAT – acceso septiembre 2020.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP 19 2991 Mayo de 2020

- ✓ Nº relativamente alto de solicitudes de marcas
- ✓ Nº relativamente alto de personas con educación universitaria
- ✓ Cifra relativamente alta del empleo en los sectores de servicios intensivos en conocimientos.
- ✓ Cifra relativamente alta del empleo en sectores manufactureros medio-altos/altos respecto al uso de I+D

Como hemos visto, sin embargo, el empleo de los sectores innovadores madrileños sufrió un deterioro con la crisis global de 2008.

El Scoreboard también identifica los puntos débiles de la CAM, tanto con respecto a la media española como a la comunitaria:

- ✓ Baja proporción de PYMES que realicen innovaciones intra-muros
- ✓ Baja inversión en innovaciones no tecnológicas
- ✓ Nº relativamente bajo de innovaciones de producto o de proceso

Los gastos en I+D interna realizados por la empresa española están concentrados en muy pocas CCAA. Las columnas 1 y 2 de la tabla 3 muestran los datos de 2018 proporcionados por el INE, desagregados por CCAA. La CAM representa más de la cuarta parte del total nacional de dichos gastos, seguida por Cataluña y, en mucho menor medida, por el País Vasco. La inversión corporativa en I+D está muy concentrada en esas tres CCAA, mientras muchas otras contribuyen con menos del 5% al total nacional (columna 2). Recientes análisis de enfoque micro han destacado que la intensidad regional de la I+D corporativa y aún más, en general, el entorno local de conocimiento influyen significativamente en los esfuerzos de innovación que desarrollan las empresas. En concreto influyen en la continuidad y persistencia de las actividades de innovación de las empresas (Cruz-Castro et al. 2018; Holl et al. 2020) y es precisamente en las PYMES donde esa influencia del entorno local sobre las actividades de innovación es mayor (Holl & Rama, 2016; Holl, 2021).

El número de personas empleadas en el campo de la ciencia y tecnología es otro indicador del desarrollo de una economía basada en el conocimiento. Las columnas 3, 4 y 5 de la tabla presentan datos del personal de las empresas involucrado en actividades de I+D en todo el país. Dicho personal fue medido en equivalencia a jornada completa (EJC)⁸ e incluye tanto al personal interno de la empresa como al personal externo, como por ejemplo los consultores,

-

⁸ De acuerdo con el cuestionario de PITEC de 2016, "la equivalencia a jornada completa (EJC) es la suma del personal que trabaja a dedicación plena con las fracciones de tiempo del personal que trabaja a dedicación parcial en actividades de I+D".

que pueden contribuir "in situ" a la realización de tareas de I+D. En ambos casos, ese personal comprende tres categorías: investigadores, técnicos y auxiliares. Como indica la tabla, el liderazgo corresponde a Cataluña mientras que la CAM se sitúa en un nivel ligeramente inferior. La comparación de ese dato con el de gastos internos en I+D indica, además, que la intensidad en personal especializado por unidad del gasto es algo mayor en Cataluña que en Madrid. También en el caso del personal en I+D interno la tercera posición corresponde al País Vasco, confirmándose la fuerte centralización de ese tipo de personal en las tres citadas CCAA.

Sin embargo, la comparación de las columnas 3 y 4 muestra que, en la CAM, la proporción de investigadores, es decir del personal que dirige, planifica y/o coordina tareas de I+D, en el total es superior a la media nacional (58% versus 52%). En Cataluña (49%), el porcentaje es inferior a la media nacional lo que indica una menor proporción del capital humano considerado clave en la economía del conocimiento, es decir de los investigadores. En resumen, los datos sugieren la presencia de personal de I+D de mayor cualificación en el caso de las empresas madrileñas.

Tabla 3

4.2. Panorama intra-regional del empleo y eslabonamientos productivos

En la CAM, las industrias con un elevado porcentaje de gastos en I+D con respecto a su facturación, es decir los sectores intensivos en I+D, representan parte sustancial del empleo, pero tienen escasos eslabonamientos intra-regionales. Un estudio reciente estima que los clusters innovadores, entre los cuales incluye a las industrias culturales y creativas, representan una cuarta parte del empleo total en la ciudad de Madrid (Sánchez-Moral et al., 2019). No obstante, según dicho estudio, una alta proporción del empleo no siempre garantiza que esas industrias tengan un potencial dinamizador intra regional. Analizando datos de la tabla regional de input-output, el trabajo identifica a las industrias de Ordenadores y precisión, así como a la de Maquinaria industrial, como los sectores innovadores capaces de generar un mayor efecto multiplicador regional por sus eslabonamientos hacia adelante con otras industrias locales por tener importantes redes de ventas en la región. En cuanto a los servicios intensivos en conocimientos, entre los cuales el de Telecomunicaciones, según dicho estudio serían "actividades fundamentales para la expansión del tejido productivo regional" porque también

presentan fuertes eslabonamientos hacia adelante, dadas sus importantes redes regionales de ventas. La adopción y uso de TICs incrementa la productividad y la capacidad de innovar de las empresas a nivel territorial (Ciarli & Rabellotti, 2007). En su análisis de un distrito industrial italiano, esos autores observan que la cercanía geográfica, que propicia la relación personal frente a frente entre el vendedor de la tecnología y la empresa adoptante, ejerce un efecto especialmente positivo sobre la innovación organizativa de esta última, así como sobre sus tecnologías industriales de proceso. Estudios referentes a otros países europeos han demostrado la importancia del diálogo entre el productor de la tecnología y el usuario de la misma favorecido por la cercanía geográfica y cultural pues la proximidad permite las consultas frecuentes y la adaptación de la tecnología a las necesidades específicas de la firma que la adquiere (Lundvall & Andersen, 1988). Los fuertes eslabonamientos hacia adelante del sector de Maquinaria industrial sugieren la presencia de un similar efecto positivo sobre la difusión de nuevas tecnologías en el tejido industrial de la CAM.

Sin embargo, muchas actividades regionales innovadoras tienen fuertes vínculos extraregionales e internacionales tanto en sus pautas de aprovisionamiento de conocimiento como
en sus cadenas de producción (Holl and Rama, 2009; Sánchez-Moral et al, 2019). China es una
fuente de importantísimas cadenas de valor de la economía mundial, como es el caso de los
sectores de Aeronáutica, Electrónica, Fabricación de productos farmacéuticos y
Telecomunicaciones que constituyen buena parte de la columna vertebral innovadora de la
CAM. El crecimiento de esos sectores madrileños podría tener el efecto de dinamizar al
proveedor chino o a la empresa multinacional con filiales en el país asiático, antes que a los
proveedores regionales que, con aranceles tan bajos como los que prevalecen actualmente, no
pueden competir en precio.

Existe un consenso generalizado entre los investigadores de la economía del cambio tecnológico en el sentido que los procesos de innovación técnica van mucho más allá del laboratorio donde se realiza formalmente I+D y pueden surgir en otros ámbitos de la empresa, como por ejemplo el taller. De ahí el interés en desarrollar una visión amplia de la innovación, como la que adoptamos en este trabajo. Para lograr realizar una innovación, la empresa debe efectuar casi siempre, diferentes tipos de gastos (por ejemplo, gastos en diseño o publicidad) que pueden facilitar la aceptación del consumidor y estimular las ventas de un producto nuevo. Diversos estudios demuestran que la empresa innovadora puede perder la oportunidad de capitalizar los frutos económicos de su esfuerzo técnico por no haber invertido, por ejemplo, en actividades destinadas a la introducción del nuevo producto en el mercado, como la publicidad (Geroski & Walters, 1995). La bibliografía especializada

muestra también que las empresas líderes de algunos mercados patentan al mismo tiempo patentes de utilidad, que protegen la propiedad intelectual del invento, y patentes de diseño, que salvaguardan, por ejemplo, a nuevos diseños del embalaje que puedan contribuir al éxito comercial del nuevo producto (Alfranca et al., 2004). La escasa inversión en innovación no técnica constituye, además, uno de los puntos que el Scoreboard de 2019 considera como una debilidad de la región madrileña. De ahí la importancia de tener en cuenta ese tipo de gastos y no sólo los de I+D.

4.3. Pequeñas y grandes empresas madrileñas

Aunque existe evidencia empírica divergente, la mayor parte de la bibliografía sobre cambio tecnológico respalda la llamada hipótesis schumpeteriana (régimen de Schumpeter Mark II o acumulación creativa). Esta señala que las grandes empresas son más innovadoras que las PYMES porque disponen en mayor medida de medios financieros y humanos para hacer I+D, además de disfrutar, en muchos otros casos, de posiciones oligopólicas o monopólicas en el mercado que les permiten capitalizar al máximo los beneficios económicos de la innovación. La tabla 4 muestra los gastos en I+D y gastos de innovación por sede y tamaño de la empresa. Las columnas 1-3 de la tabla 4 se refiere a las empresas madrileñas. respectivamente, el número de empresas, el porcentaje de las mismas en la muestra de PITEC así como el gasto medio (en 000 €) en que incurren en materia de I+D interna, en I+D externa y en otros gastos de innovación. La realización de I+D interna se considera un factor crucial para que la empresa no sólo logre generar nuevos productos y procesos sino también para que pueda aprender de otras empresas e instituciones (Cohen & Levinthal, 1990). La I+D no sólo es un importante motor de la innovación, sino que, además, incrementa la capacidad de absorción de nuevos conocimientos externos por parte de la firma. El 34,2% de las empresas madrileñas en la muestra de la encuesta PITEC de 2016 declaran realizar I+D interna pero el porcentaje va aminorándose a medida que se reduce el tamaño de planta del establecimiento encuestado. Como se señaló anteriormente, el porcentaje relativamente pequeño de PYMES que realizan I+D interna constituye una de las debilidades de la CAM en materia de innovación señaladas por el Regional Scoreboard de la UE. Los datos de la tabla 3 ratifican esa constatación. Según datos de la encuesta PITEC 2016, en el estrato de PYMES con una plantilla ≤ 50 trabajadores, sólo el 32,3% realiza I+D interna versus el 35,6% en las grandes empresas (≥200). Como veremos más adelante, resultan mucho más significativas las diferencias en los medios financieros de que disponen las empresas grandes y pequeñas para llevar a cabo actividades de I+D.

El porcentaje de empresas madrileñas que invierten en I+D externa es mucho menor que el de las que formalizan actividades de I+D interna (sólo 11,6%), mostrando a las claras que aquellas que deciden realizar esa actividad prefieren desarrollarla "in situ". Del mismo modo que en el caso de la I+D interna, también el porcentaje de las que efectúan I+D externa va disminuyendo a medida que se reduce el tamaño de planta.

Tabla 4

La columna 3 indica, como se comentó, la *magnitud* anual promedio de los diversos gastos que realizan las empresas madrileñas para innovar, observándose un desfase sustancial entre empresas de mayor y menor tamaño de planta. Las cantidades destinadas a I+D externa son inferiores a las que se canalizan hacia la I+D interna, lo que ratifica la idea de la preferencia de las empresas por la I+D intra-muros. También en ese caso se constata una gran diferencia entre los recursos financieros de la gran empresa y los de la PYME de menor tamaño de planta.

El tercer bloque de la tabla 4 se refiere a otros gastos en innovación. Una vez más se comprueba una gran diferencia entre los recursos promedio de los que disponen, respectivamente, la gran empresa y la PYME. Podemos concluir que las diferencias porcentuales entre las que realizan I+D interna en cada estrato de tamaño no son tan importantes como lo son, en cambio, los recursos financieros de que disponen unas y otras. No obstante, como ya se mencionó, la muestra de PYMES de PITEC parece estar sesgada hacia las firmas innovadoras, por lo que estos datos deben examinarse con cierta cautela.

El caso de las empresas de la CAM parece confirmar el punto de vista schumpeteriano de régimen Mark II referente a la ventaja que supone un gran tamaño de planta para la empresa que se plantea innovar. Como muestra la tabla 4, las diferencias a favor de las grandes empresas también son evidentes en las demás CCAA. Sin embargo, como se verá más adelante, el análisis de la <u>intensidad</u> innovadora muestra otro ángulo de la cuestión, identificando sectores donde las PYMES madrileñas parecen aprovechar muy bien los recursos relativamente más escasos de que disponen para hacer I+D.

4.4. Concentración de las actividades de I+D

Aunque el liderazgo de la CAM en el panorama nacional es evidente, son muy numerosas las empresas madrileñas que declaran no realizar I+D y la región dista de exhibir una distribución homogénea del esfuerzo innovador. La muestra de PITEC de 2016 consta de 1454 empresas madrileñas de las cuales 957 (65,8%) responden que no tienen gastos de I+D interna, mientras que sólo 497 (34,2%) declaran incurrir en ese tipo de gasto. La tabla 5 analiza el grado de concentración regional de dicho gasto contrastándolo con la concentración de la cifra de negocios atribuible a la venta de bienes y servicios. Para ello, se utilizan diversos criterios: Porcentaje del gasto y de la cifra de negocios representados, respectivamente, por las grandes empresas (≥200 trabajadores), por las PYMES (≤200 trabajadores) y por las diez primeras empresas. Los porcentajes correspondientes a las 10 primeras empresas de cada clasificación (columna 1 de la tabla 5) indican que, en la CAM, la concentración tecnológica es muy superior a la concentración industrial. Las 10 principales en términos de gastos en I+D contribuyen con el 47% del gasto en I+D interna que efectúan las empresas madrileñas. La concentración tecnológica es evidente también en los demás tipos de gastos. En cambio, las 10 primeras en cuanto a su cifra de negocios contribuyen con sólo el 29,1% de la facturación regional.

Tabla 5

El esfuerzo económico que hacen las empresas para financiar su I+D interna no parece aumentar a medida que crece el tamaño de planta. Las grandes empresas (≥ 200) representan un porcentaje elevadísimo tanto de la cifra de negocios como de la I+D interna total realizada por sociedades regionales, pero es interesante constatar que, en este caso, la concentración tecnológica es algo <u>inferior</u> a la concentración industrial (columna 2 de la tabla 5). Observamos el fenómeno inverso en el caso de las PYMES (≤ 200): la concentración tecnológica es superior a la concentración industrial. Dentro del grupo de las PYMES, a su vez, se observa que existe concentración tanto de la cifra de negocios como de los gastos que realizan las empresas para innovar.

Concluyendo esta sección, hemos visto que, comparativamente, la CAM cuenta con buena parte del personal empleado en el país en el campo de la ciencia y tecnología, así como con una concentración significativa de los empleos españoles en industrias y, especialmente, en servicios de alta tecnología. Ese es un marco positivo para unas relaciones fructíferas entre OPIS y PYMES. No obstante, se ha de tener en cuenta que un porcentaje sustancial de las PYMES madrileñas no tienen experiencia en la realización de actividades innovadoras y que la

concentración regional de los gastos en innovación es elevada, superior inclusive a la concentración industrial. Por otra parte, las industrias de alta tecnología parecen tener escaso efecto "tractor" para estimular a proveedores regionales, aunque no cabe duda que otras de esas industrias, como Telecomunicaciones, desempeñan un papel importante en la difusión regional de nuevas tecnologías.

5. La innovación y los factores que la dificultan

Dado el panorama que muestra la sección 4, conviene estudiar qué dificultades ponen trabas a la realización de innovaciones por parte de las PYMES madrileñas; por ejemplo, factores de coste, de mercado o de conocimiento.

En el caso de España, un reciente estudio observa que los principales obstáculos encontrados por las empresas para innovar son el coste de la innovación y los factores de conocimiento (Panagiotakopoulos et al., 2018). Pese a que las diferencias en la estructura productiva entre CCAA podrían haber afectado la percepción de las empresas, las catalanas, específicamente, declaran que esas son también sus mayores barreras para innovar (Segarra-Blasco et al., 2008).

Los factores de conocimiento, según el cuestionario de PITEC, comprenden diversos aspectos como la falta de personal cualificado, la de información sobre la tecnología o los mercados, así como dificultades para encontrar socios de cooperación para innovar. A las empresas se les preguntó qué grado de importancia revisten los diferentes factores para ellas: elevado, intermedio, reducido y no pertinente. No obstante, una limitación de la encuesta es que PITEC formula esa pregunta exclusivamente a las empresas que han innovado o han intentado hacerlo en los dos últimos años. Por lo tanto, no se cuenta con información sobre las dificultades de las firmas "jóvenes "o pequeñas que apenas emprenden la andadura de la innovación y que requerirían apoyo institucional para mejorar sus conocimientos tecnológicos.

La tabla 6 indica el porcentaje de empresas que declaran tener dificultades de grado elevado para innovar. También se indica el valor medio que señalan las empresas respecto al nivel de obstáculo que supone cada factor: la empresa declara dificultades de grado elevado (3), intermedio (2), reducido (1) o que no se ha utilizado (0). Se distinguen 11 diferentes factores de índole muy diversa: Financiera, de mercado, técnica, etc. Las preguntas de la encuesta de PITEC en este apartado son multirespuestas. La firma puede encontrar simultáneamente diversos tipos de obstáculos que ponen limitaciones a su actividad innovadora.

En términos generales, los factores que más dificultan la innovación en las PYMES madrileñas de las cuatro Áreas son de naturaleza económica: Falta de fondos de la empresa/grupo; falta de financiación externa y coste elevado de la innovación (filas 1, 2 y 3 de la tabla 6).

En segundo lugar, por orden de importancia, las empresas se refieren a las barreras que suponen los factores relacionados con el mercado. Las PYMES pueden dudar en innovar cuando esa actividad no les va a reportar un beneficio debido a que el mercado de sus productos ya está dominado por empresas establecidas (fila 8 de la tabla 6). Como ya se indicó, la economía del cambio tecnológico ha demostrado empíricamente que inventar no es suficiente: La empresa ha de disponer de "activos complementarios" para lograr obtener un beneficio económico (Teece, 1989). Esos "activos" pueden consistir en recursos para realizar publicidad, una estrategia de marketing atinada o una buena distribución del nuevo producto. Es más probable que una empresa ya establecida en el mercado disponga de ese tipo de medios que se han de sumar a la innovación para lograr el éxito comercial de un nuevo Por otra parte, una empresa establecida cuenta frecuentemente con poder oligopólico o monopólico sobre el mercado, una circunstancia favorable para ella pues le permite amortizar el coste de la innovación sobre un elevado volumen de producción. Cuando existe un monopolio/oligopolio, el mercado al que puede acceder la PYME suele ser pequeño. Siendo el volumen de ventas también pequeño, el coste unitario de cada nuevo producto que la PYME lanza al mercado es significativo y la inversión en innovación podría no amortizarse. Frente a ese panorama, a la PYME puede no compensarle invertir en innovación. De ahí que la presencia de firmas establecidas en el mercado sea un disuasorio de la innovación para un porcentaje significativo de las PYMES de todas las Áreas. Otro factor importante que pone frenos a la innovación de esas firmas es la incertidumbre respecto a la demanda que tendría un nuevo producto (fila 9 de la tabla 6).

Finalmente, las PYMES madrileñas también declaran encontrar barreras a la innovación que conciernen a algunos factores de índole técnica. En primer lugar, cabe citar la dificultad de encontrar socios para cooperar en materia de innovación. Ese problema tiene dos vertientes: *i)* la cualificación técnica del posible socio y *ii)* su fiabilidad, ya que la empresa puede ser renuente a emprender un proyecto de innovación conjunto porque teme que sus inventos sean revelados a terceros o apropiados por un socio poco escrupuloso. Ese tipo de panorama, lógicamente, le impediría recoger los frutos económicos de su esfuerzo técnico. Diversos autores consideran que ese problema llega a minimizarse en las aglomeraciones regionales

porque la cercanía geográfica y cultural permite de antemano un mayor conocimiento del perfil técnico y moral del posible socio (Cainelli et al., 2007; dei Ottati, 2003; Rama & Ferguson, 2007). En los distritos industriales y otras aglomeraciones, como puede ser el caso de la CAM, la empresa dispone de un mayor capital social en términos de contactos regionales, lo que puede disminuir su recelo a emprender proyectos conjuntos con un socio local. Como muestra la tabla, la falta de personal cualificado es otro factor técnico importante que pone barreras a la innovación, como corroboran algunos estudios que han realizado entrevistas a empresas del sector TIC español (Molero et al., 2012). Finalmente, algunas PYMES madrileñas también refieren que la falta de información sobre el mercado o sobre la tecnología les supone dificultades medias o elevadas para innovar, pero ese factor parece afectar a un porcentaje mucho menor de empresas que los factores económicos o de mercado.

La tabla A5 presenta las respuestas de las PYMES no afiliadas a un grupo de negocios. Al compararlas con las de la PYME media de la tabla 6, se observa que, con la excepción de las del Área 4, las demás no afiliadas manifiestan problemas de falta de fondos en mayor proporción que la media del Área respectiva. La carencia del respaldo de un grupo se hace sentir fundamentalmente en los problemas económicos que dificultan la innovación.

La Tabla 7 desglosa en más detalle los resultados de la encuesta referente a los obstáculos que supone la <u>falta de información acerca de la tecnología</u>, en las Áreas RIS3.

Tabla 7

En el grupo de las PYMES, las que declaran en mayor medida no experimentar la dificultad de la falta de información tecnológica son las de Energía, Medio Ambiente y Transporte (47,8%). En el resto de las Áreas, alrededor de un tercio de las PYMES declaran encontrarse también en esa situación. En el grupo de grandes empresas, las sociedades que sufren en menor medida el problema de falta de información sobre la tecnología son las del Área de las TICS y Servicios de alto valor añadido (39,8%); en todas las demás Áreas más de un tercio de las firmas también se declaran exentas de dificultades.

El bloque inferior de la tabla 7 muestra los resultados por Áreas para las empresas que hacen I+D interna. En el grupo de las PYMES (columnas 1-5) se mantiene el ranking de Áreas que se observaba en la empresa promedio de menor tamaño. Las firmas de Energía, Medio Ambiente y Transportes que hacen I+D siguen siendo las que en mayor medida declaran no experimentar problemas de falta de información. Ahora comparamos el bloque de las PYMES (bloque inferior) que hacen I+D con el del total de las PYMES (bloque superior). En

el área de Energía, Medio Ambiente y Transporte, el porcentaje de las firmas que declaran no tener problemas de falta de información es claramente superior en el total de PYMES que entre las PYMES que hacen I+D (47,8% versus 32, 4%). Sucede otro tanto en las demás Áreas. El mismo fenómeno se repite en el grupo de las empresas grandes. Este es un resultado a primera vista contra intuitivo pues cabría esperar, por el contrario, que las firmas con I+D interna declarasen en mayor medida no encontrar problemas de ese tipo. No obstante, los datos de Madrid son congruentes con los hallazgos de Segarra-Blasco et al (2008) para las empresas catalanas y con los de otros investigadores que analizan evidencia de las encuestas CIS de la UE. Esos autores argumentan que, paradójicamente, las empresas más innovadoras tienden a declarar más obstáculos de conocimientos que las menos innovadoras porque es en el proceso innovador mismo donde la firma percibe las limitaciones tecnológicas que le aquejan para lograr sus objetivos. Ello explicaría que, en las diversas Áreas, las empresas madrileñas que hacen I+D refieran menor satisfacción con el acceso a la información tecnológica que la empresa promedio del Área y que el fenómeno se observe en empresas grandes y pequeñas.

Concluyendo esta sección, observamos que el principal problema que refieren las PYMES madrileñas para la realización de innovaciones es de índole económica. Es un aspecto en el que poco pueden incidir los OPIS, si bien ese tipo de carencia suele estimular la búsqueda de socios para cooperar, con el objeto de abaratar el coste de la innovación para la empresa. No obstante, aunque secundarias en importancia, muchas de dichas firmas también refieren diversas barreras de conocimiento y es ahí donde el papel de los OPIS puede ser relevante.

6. Fuentes de la información y el papel de los OPIS

Los empresarios que tienen un buen acceso a la información están mejor situados para innovar y tienden a ser más competitivos. Como ya hemos comentado, uno de los obstáculos que encuentran las empresas españolas para innovar consiste en la falta o insuficiencia de información sobre la tecnología. Para obtenerla, acuden a una multitud de fuentes tanto internas a la propia firma (por ej. su departamento de I+D), como externas (por ej. proveedores, clientes, Universidades, OPIS). Algunos autores distinguen tres tipos de fuentes de conocimiento: las que proceden del mercado (clientes, competidores), del campo científico (Universidades y centros de investigación) y de los proveedores (incluyendo ferias y

conferencias) (Sofka & Grimpe, 2010). La empresa española, al menos en el estrato de firmas medianas y grandes, considera a sus clientes como la más valiosa fuente de información para innovar, seguida en importancia por sus fuentes internas de información (Azagra-Caro et al., 2014).

El cuestionario de PITEC pide a las empresas que valoren la utilidad que revisten diversas fuentes de información para la realización de sus propias innovaciones. Una de ellas son los OPIS. Conviene aclarar que PITEC plantea esa pregunta a las empresas que han innovado o que, al menos, lo han intentado sin éxito o sin ver aún resultados, en los dos años anteriores a la realización de la encuesta (esa es justamente la definición de empresas innovadoras para la encuesta). Esa es una limitación de PITEC para el análisis de la empresa madrileñas pues, de acuerdo con los datos anteriormente analizados (véase tabla 7), alrededor del 40% de las mismas no son innovadoras. Como demuestra un trabajo basado en una encuesta de sociedades españolas de tamaño medio y grande que formuló esa pregunta tanto a empresas innovadoras como no innovadoras, estas últimas también declaran beneficiarse de la información aportada por los OPIS, aunque su valoración sea ligeramente inferior a la que expresan las firmas innovadoras (Azagra-Caro et al., 2014).

La tabla 8 muestra las fuentes de la información que utilizan en sus actividades innovadoras las PYMES madrileñas de las cuatro Áreas RIS3. Conviene recordar que, como se indicó anteriormente, PITEC plantea esa pregunta solamente a las empresas que han realizado innovaciones de producto o de proceso, o que han abandonado o efectuado actividades de ese tipo durante los dos últimos años (o que no han tenido éxito).

En la bibliografía, suele establecerse la siguiente clasificación:

- ✓ fuentes internas de la empresa o del grupo empresarial.
- ✓ fuentes de mercado, que incluyen a los competidores, proveedores y clientes (públicos y privados).
- ✓ fuentes institucionales/científico-técnicas (consultores, laboratorios de institutos de I+D privados, Universidades, OPIS y centros tecnológicos).
- ✓ conferencias, ferias, revistas científicas y demás publicaciones, así como asociaciones profesionales y sectoriales.

En la tabla figuran 12 fuentes de información que pueden resultar de mediano o elevado interés para la PYME en el curso de sus actividades innovadoras. Las PYMES de las cuatro Áreas hacen uso de un gran número de fuentes de información, aunque éstas no sean percibidas como de valor equivalente por la firma encuestada. En todos los casos, la principal fuente de información utilizada por dichas sociedades son la propia empresa (por ejemplo, su departamento de I+D o de marketing) o su grupo de negocios. Le siguen los clientes del sector privado, aunque muy lejos en orden de importancia. Solo en el Área 1, las empresas valoran a los proveedores mejor, como fuente de información, que a los clientes. Sin embargo, en el Área 1 la muestra es considerablemente más pequeña por lo cual los resultados correspondientes deben ser valorados con cautela.

Los OPIS son catalogados como una fuente de cierta importancia por las PYMES del Área 4 y, especialmente, las del Área 2, pero las de las demás Áreas les conceden menor importancia. La valoración de otras fuentes científico-técnicas, como las Universidades, los centros tecnológicos, los consultores y laboratorios privados, así como las revistas científicas, también es superior en las PYMES de las Áreas 2 y 4 que en las demás. En las cuatro Áreas, las Universidades son mejor valoradas que los OPIS.

La tabla 9 presenta las respuestas de las empresas madrileñas en las Áreas RIS3 por tamaño de planta y grado de utilidad de la información procedente de los OPIS.

En la mayoría de ellos, un porcentaje sustancial de empresas responde que no han utilizado esa fuente de información. En el polo opuesto, son escasas las empresas madrileñas, cualquiera sea su tamaño, que declaran que la información de los OPIS les resulta de elevada utilidad. Las que declaran no utilizar esa fuente de información representan entre el 32% al 50% de las empresas grandes (columna 9). En cambio, suponen entre el 51% y 73% de las PYMES (columna 4). En el extremo opuesto, la empresa grande declara en mayor medida que la PYME que la información de los OPIS le resulta de elevado interés para desarrollar sus innovaciones (columnas 1 y 6 de la tabla 9). En general, los autores que han analizado muestras de empresas de otros países industrializados también notan que las PYMES tienden a valorar en menor medida la información procedente de los OPIS y Universidades. Algunos análisis sostienen que las grandes empresas disponen de medios para buscar la información que necesitan para innovar mientras que las PYMES carecen de ellos, lo cual explicaría que las primeras propendan a valorar mejor que las segundas dicha información. De esos trabajos, se infiere que muchas PYMES ni siquiera conocen la información procedente de los OPIS

debido a las propias insuficiencias de su sistema de búsqueda y que, por ello, su valoración de esa fuente tiende a ser inferior a la media.

Tabla 9

No obstante, se constatan diferencias de opinión entre las PYMES madrileñas de diversas Áreas (tabla 9, columnas 1-5). Nanociencia, Materiales Avanzados, Tecnologías Industriales y Espacio es el Área donde esas sociedades tienen relativamente más en consideración la información de los OPIS: el 14,2% de las PYMES del Área declaran que les resulta de elevado interés. En el Área 4 (Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación) son el 12,9%. A mismo tiempo, es pequeñísimo (0,7%) el porcentaje de las que manifiestan una valoración igualmente positiva en Energía, Medio ambiente y Transporte. En esa última Área, el 72,7% de las PYMES declara no haber utilizado esa fuente de información y ese porcentaje asciende al 65,8% entre las del Área de TIC y servicios de alto valor añadido. Como se recordará, en las TICs el rezago tecnológico español es sustancial (Molero & López, 2018), por lo que, en principio, se podría haber previsto un mayor interés de las PYMES madrileñas por las fuentes científicas. Una vez más, los datos sugieren que ha existido una escasa comunicación entre los OPIS y las PYMES regionales.

También existen diferencias en la valoración que hacen las empresas madrileñas grandes pertenecientes a diferentes Áreas (tabla 9, columnas 6-10). Como en el caso de las PYMES, Nanociencia, Materiales Avanzados, Tecnologías Industriales y Espacio es también el Área donde las grandes empresas madrileñas mejor valoran la información que obtienen de los OPIS. Un 17,2% de las empresas de mayor tamaño de planta del Área declaran que dicha fuente de información les resulta de gran utilidad en sus tareas innovadoras. En el caso del Área 4 representan el 12,9%.

La tabla A6 del Apéndice muestra las respuestas de las PYMES madrileñas independientes, ratificando la importancia de las fuentes internas en las cuatro Áreas. Una vez más, las de las Áreas 2 y 4 son las que más valoran la información proporcionada por los OPIS, si bien un mayor porcentaje de las mismas declaran valorar a la Universidad.

Si la empresa madrileña, lo mismo que la empresa española promedio, considera que uno de los problemas que encuentra para innovar consiste en la falta de información sobre la tecnología, sorprende que no acuda en mayor medida a los centros de conocimiento disponibles en la región, como es el caso de los OPIS.

Concluyendo esta sección, en todas las Áreas, la principal fuente de información que las PYMES madrileñas utilizan para innovar son las internas a la firma o al grupo de negocios, seguidas de lejos por los clientes. Los OPIS revisten una cierta importancia, aunque secundaria, sólo para las PYMES de las Áreas 2 y 4. En algunos casos, las Universidades son valoradas por un mayor número de firmas que los OPIS.

7. La cooperación para innovar y el papel de los OPIS

7.1. Antecedentes

Las empresas pueden cooperar con diversos tipos de socios. Un estudio que analiza la encuesta portuguesa para el CIS, semejante a PITEC, sugiere que las que atribuyen mayor valor a la cooperación para innovar son firmas de alta tecnología, comprometidas con la realización de I+D y que, en materia de cooperación, eligen por socios a integrantes del propio grupo o a sus proveedores (De Faria et al., 2010). Un estudio sobre el caso de Corea del Sur muestra, a su vez, que diferentes tipos de partenariados pueden tener diferente utilidad para la empresa, sugiriendo que las colaboraciones con clientes o con Universidades ejercen un papel positivo a efectos de la generación de innovaciones de producto (Kang & Kang, 2010). Diversos análisis sobre Alemania, Suecia y los Países Bajos también muestran que la cooperación con Universidades influye positivamente sobre el nivel de ventas de nuevos productos que realiza la empresa, aunque se citan diversos problemas que pueden llevar al fracaso ese tipo de colaboración (Lhuillery & Pfister, 2009). Entre estos últimos, se menciona la discrepancia entre el carácter básico de buena parte de la investigación de las Universidades/OPIS y la naturaleza aplicada de la investigación en la empresa. Otro motivo de desencuentros puede ser que el científico tenga prisa en publicar y dar a conocer lo antes posible el invento, mientras que la empresa prefiera guardar el secreto industrial, aunque ello suponga plazos más largos para generar una innovación.

Un estudio sobre el caso español observa que las firmas de industrias de menor intensidad tecnológica son más proclives que las de otras industrias a la cooperación con proveedores, clientes y competidores (Vega-Jurado et al., 2008). Al mismo tiempo, ese trabajo hace notar que, conforme aumentan las competencias tecnológicas internas de la empresa, decrece la importancia de la cooperación con agentes institucionales. Los autores argumentan que eso se debe a que, en España, las empresas no usan las fuentes científico-técnicas para fortalecer sus competencias internas, sino que las colaboraciones se refieren a meras consultorías y apoyo

técnico. La cooperación con socios de la esfera científico-técnica sólo es importante en España, indican, cuando la firma no posee capacidades internas en términos de innovación. En cambio, alegan, en el Reino Unido, la cooperación con Universidades es clave para la producción de nuevos productos, especialmente en empresas basadas en la ciencia, como las de las industrias química, farmacéutica, etc.

7.2. Motivos, efectos y propensión a cooperar

El dinamismo tecnológico de algunos sectores, la dispersión de conocimientos en diferentes campos científico-técnicos y los altos costes de la I+D han animado crecientemente a las empresas a emprender procesos de innovación abierta, tales como la subcontratación de I+D o la cooperación para innovar con diversos tipos de socios. En el caso de la empresa española, específicamente, el principal motivo para cooperar en materia de innovación es la reducción de costes (López, 2008).

Algunos estudios basados en análisis de empresas españolas o francesas, han observado que no todas las modalidades de innovación abierta tienen la misma capacidad para fomentar la transferencia de conocimientos (Beneito, 2006; Dhont-Peltrault & Pfister, 2011). empresas suelen preferir la subcontratación de I+D para la realización de tareas standard, mientras reservan la cooperación para tareas más innovadoras. Analizando datos de una encuesta española, otro trabajo llega a la conclusión que la subcontratación de I+D no tiene el efecto de mejorar la capacidad innovadora de las empresas (Vega-Jurado et al., 2009). Sin embargo, al mismo tiempo que la cooperación ofrece mayores posibilidades para transferir conocimientos entre los socios, también presenta mayores riesgos de comportamientos oportunistas por parte de alguno de ello. De ahí la reticencia de algunas empresas a emprender actividades cooperativas. Por otra parte, no todos los tipos de cooperación tienen los mismos efectos positivos sobre la capacidad de innovar de la empresa. Un análisis econométrico de una muestra de empresas españolas revela que aquellas que cooperan con socios externos a su grupo empresarial obtienen un claro beneficio, mientras que, en las que sólo cooperan intra-grupo, no se observan mejoras significativas de la capacidad de innovar (Fernández Sastre, 2012). Los beneficios de la cooperación no están limitados a las empresas de gran tamaño. Un estudio sobre las PYMES manufactureras de siete países de la UE constata que la cooperación también tiene efectos positivos sobre su capacidad de innovar y su desempeño comercial (Radicic et al., 2019).

No obstante, la cooperación para la innovación tiene muy diversos grados de popularidad entre las empresas de diferentes sectores. Se ha constatado que las que suelen usar en mayor medida esa fórmula de innovación abierta son las que operan en sectores de alta tecnología debido a la rapidez del cambio tecnológico y los elevados costes en I+D en que suelen incurrir. Ante esos problemas, la cooperación ofrece la ventaja de facilitar la división del trabajo entre socios y de permitir compartir unos gastos crecientes (Miotti & Sachwald, 2003). Un análisis confirma ese punto de vista en el caso de las empresas manufactureras españolas (Fernández Sastres, 2012). Según dicho trabajo, las empresas de alta tecnología son más proclives a cooperar para la innovación, pero lo hacen principalmente con socios localizados fuera de España. Por otra parte, el origen del capital parece influir sobre el tipo de socios buscados por las empresas. En lo que se refiere a su colaboración con socios locales, las filiales de compañías multinacionales afincadas en España eligen principalmente a sus proveedores (Holl & Rama, 2014), al mismo tiempo que tienden a colaborar menos que las empresas domésticas con Universidades españolas (Guimón & Salazar-Elena, 2015).

En el sector <u>manufacturero</u> español se ha observado que los subsidios a la I+D estimulan la cooperación para la innovación ya que muchas de las ayudas que reciben las sociedades con tal fin implican, como uno de sus condicionantes esenciales, que el solicitante forme parte de una red de cooperación (Guisado-González et al., 2016; Segarra-Blasco & Arauzo-Carod, 2008). En cuanto al sector español de <u>servicios</u>, mientras algunos autores sostienen que la cooperación es relativamente poco utilizada (Trigo & Vence, 2012), otros estiman que las empresas de servicios tendrían incluso más propensión a cooperar que las firmas manufactureras (Badillo & Moreno, 2016).

7.3. Tipos de socios

La tabla 10 presenta el porcentaje de PYMES madrileñas que cooperan con diferentes tipos de socios, tanto en el ámbito nacional como extranjero. La información cubre los años 2008-2011 (ambos inclusive) pues, para ese período, la encuesta aporta datos sobre el caso específico de colaboraciones de empresas con OPIS. Lamentablemente, a partir de esa fecha, PITEC suma en una única variable los datos correspondientes a los partenariados para la innovación con centros de investigación públicos y privados.

Los diversos tipos de socios pueden clasificarse como sigue:

✓ socios pertenecientes al mismo grupo de negocios

- ✓ socios que forman parte de la misma cadena productiva que la firma encuestada (proveedores, clientes y competidores o empresas de la misma rama de actividad)
- ✓ socios del campo científico-técnico (consultores o laboratorios comerciales; Universidades; OPIS y centros tecnológicos)

La encuesta distingue las colaboraciones nacionales e internacionales, pero no aporta información específica sobre las regionales que podrían tener lugar con socios localizados en la misma CCAA. La cooperación nacional es la que realizan las empresas con socios de cualquier tipo (otras empresas, Universidades, etc.) localizados en España. Esos socios "locales" pueden ser empresas nacionales o la filial española de una compañía multinacional, ya que PITEC no aporta información sobre el origen del capital del socio.

Un estudio sobre el caso español muestra que las firmas multinacionales se benefician más de la cooperación doméstica en términos del porcentaje de nuevos productos en las ventas, mientras que las empresas nacionales se benefician más, en ese sentido, de la cooperación internacional (Fernández Sastre, 2012). No obstante, la tabla 10 muestra la gran importancia que tienen en casi todos los casos las colaboraciones internacionales con socios de diverso tipo. En la muestra total que, como se recordará, incluye a PYMES afiliadas a un grupo empresarial (columnas 1-4 de la tabla 10), el porcentaje de empresas con colaboraciones dentro del grupo es muy superior cuando el socio está localizado en el extranjero; esto se observa en las cuatro Áreas. Ese dato sugiere que muchas de esas PYMES podrían ser, en realidad, filiales de empresas extranjeras o pequeños establecimientos pertenecientes a multinacionales españolas.

En lo que sigue, nos centramos en las PYMES <u>no afiliadas</u> (Tabla A7). Por definición, esas empresas no tienen colaboraciones dentro del grupo. En cambio, realizan cooperación para la innovación con proveedores, clientes o competidores. Las PYMES no afiliadas que están en la muestra, sin embargo, sólo interactúan con ese tipo de socios localizados en el extranjero, tratándose de un pequeño porcentaje de empresas.

En términos de socios de la esfera científico-técnica, en las cuatro Áreas, las PYMES independientes prefieren las colaboraciones con consultores o laboratorios comerciales, especialmente aquellos localizados fuera de España. El 22% en el Área 3 y el 28% en el Área 4 declara recurrir a las colaboraciones con centros tecnológicos privados ubicados en el extranjero. Las cooperaciones con Universidades, OPIS y centros tecnológicos involucran a un porcentaje pequeño de dichas PYMES, dentro y fuera de España.

7.4. Cooperación con organismos de investigación

Las empresas cooperan para innovar con diferentes tipos de socios, como clientes, proveedores, competidores, universidades y centros de investigación, combinando, a veces, relaciones cooperativas simultáneas con varios tipos de ellos en redes innovadoras complejas (Belderbos et al., 2004; García Sánchez et al., 2016). Como demuestra un estudio basado en la encuesta CIS de firmas italianas, la empresa decide cooperar cuando encuentra obstáculos para innovar, pero acude a diferentes tipos de socios según la naturaleza del obstáculo (Antonioli et al., 2017). Según el estudio antes citado, las dificultades financieras impulsan la cooperación, sea cual fuere el tipo de socio elegido, mientras que los obstáculos de conocimientos incitan a la empresa a cooperar para la innovación preferentemente con organismos de investigación que le permitan superar las carencias de preparación técnica de su personal y demás limitaciones que involucra ese tipo de barrera.

Respecto a las diferencias sectoriales, en general se observa que las empresas que operan en sectores de tecnología media y alta y en servicios intensivos en conocimiento exhiben una mayor propensión a embarcarse en este tipo de colaboraciones. Segarra-Blasco & Carod (2008) estiman que, en promedio, el 10,4% de las empresas españolas cooperan con Universidades y centros de educación superior, siendo que el porcentaje se eleva al 26,7% en las de alta tecnología y al 24,3% en las de servicios intensivos en conocimientos. Otros autores corroboran que la empresa manufacturera española de media y alta tecnología tiene mayor interés en colaborar con los OPIS que la de baja tecnología (Fernández Sastre, 2012; Guisado-González et al., 2016). Vega Jurado et al (2009) también constatan que las empresas españolas más intensivas en I+D son las más proclives a cooperar con Universidades y OPIS. En cuanto al sector servicios español, se ha observado que la categoría de firmas innovadoras intensivas en flujos de información científico-técnica tiene fuertes probabilidades de emprender colaboraciones con institutos tecnológicos y Universidades (además de proveedores) (Trigo & Vence, 2012).

PITEC define a la cooperación para actividades de innovación tecnológica como "la participación activa con otras empresas o entidades no comerciales en actividades de innovación", sin que necesariamente se obtenga un beneficio comercial. El cuestionario excluye expresamente la subcontratación de trabajos de la definición de actividades cooperativas.

La tabla 11 presenta el porcentaje de empresas pequeñas y grandes que declaran cooperar con OPIS, clasificadas por Área. Conviene notar que esos datos presentan en forma agregada la cooperación con socios localizados en España y con socios localizados en el extranjero⁹. Cabe observar que ese tipo cooperación es emprendido, en términos generales, por una proporción pequeña de las sociedades madrileñas. El porcentaje de PYMES que declaran cooperar con OPIS es aún menor que el de las de gran tamaño.

Por Áreas RIS 3, destaca una vez más como una excepción la de Nanociencia, Materiales avanzados, Tecnologías industriales y Espacio donde el 14,3% de las empresas grandes declaran cooperar con OPIS. Son las que, en mayor medida, cooperan con ese tipo de socio. La baja presencia de colaboraciones con OPIS en las demás Áreas RIS3 de la CAM, especialmente en el estrato de las PYMES, resulta cuando menos sorprendente. Aunque no se dispone de estudios sobre el caso español, los análisis europeos disponibles parecen demostrar que la cooperación con Universidades y centros de investigación beneficia tanto a empresas grandes como pequeñas (Clifton et al., 2010). Además, como ya hemos visto, la región de Madrid cuenta con una fuerte concentración de investigadores y demás personal científico-técnico por lo que, en teoría, existen los elementos necesarios para una cooperación fructífera entre centros de investigación y empresas.

Concluyendo esta sección, las empresas regionales y, en particular, las PYMES aprovechan mínimamente los recursos de que disponen los OPIS. Aunque acudan a diversos tipos de partenariados nacionales e internacionales para realizar I+D, demuestran una mayor preferencia por los clientes, proveedores e integrantes de su propio grupo. Las PYMES que declaran haber realizado colaboraciones con OPIS son muy minoritarias y, entre ellas, destacan las del Área RIS 3 de Nanociencia, Materiales avanzados, Tecnologías industriales y Espacio. Ese pequeño núcleo que ya ha realizado cooperaciones con OPIS se ha de tener en cuenta para el futuro ya que la experiencia previa obvia muchos de los costes y dificultades organizativas que entraña la innovación abierta para la empresa.

Tabla 10

Tabla 11

-

⁹ PITEC no proporciona datos de cooperación intra regional.

8. Algunas previsiones acerca del período post-pandemia

El presente trabajo está concebido en una etapa de crecimiento económico que se ha visto dramáticamente afectada por la crisis de la Covid19. Por ello, parece oportuno contextualizar su contenido señalando algunos cambios que pueden tener lugar en el período post-pandemia y que podrían afectar a los sectores intensivos en conocimiento de la CAM.

Según los últimos datos disponibles, el Fondo Monetario Internacional (FMI) estima que el desplome del Producto Interno Bruto (PIB) español ha sido del orden del 8,7% entre noviembre de 2019 y noviembre de 2020, una de las contracciones de ese indicador más severas de Europa¹⁰. En la CAM, la tasa de variación interanual en diciembre de 2020 fue del -8,1% (-2,5 % en la industria y -8,2% en los servicios)¹¹. Según la misma fuente, el paro atribuible a la Covid 19, aumentó en 21,8% con referencia a febrero de 2020. pautas del plan Next Generation de la Unión Europea, las políticas españolas prevén acelerar la transición energética; la digitalización; la ciencia y tecnología; la educación y el conocimiento, entre otras medidas prioritarias para promover la recuperación económica 12. Los fondos implicados en Next Generation EU, así como en otros planes de recuperación y reindustrialización europeos que se echan a andar en 2021, suponen, para la economía española, alrededor de 70.000 millones de € en subvenciones a ser invertidos en un plazo de 4-6 años¹³. Aunque el gobierno prevé que la inversión será canalizada a través de grandes empresas de economía mixta con la participación mayoritaria del Estado, el 40% de la misma sería subcontratado a PYMES. Dadas las carencias de éstas en materia tecnológica y la naturaleza puntera de los proyectos que se desea implementar, la puesta al día tecnológica de dichas empresas será esencial. Ese es un ámbito en el que el rol de los OPIS podría ser decisivo para que las PYMES madrileñas puedan participar en dichos proyectos.

Las previsiones disponibles de la evolución del empleo en España basados en las tablas de input-output pueden ayudarnos, hasta cierto punto, a evaluar la posible repercusión de la pandemia sobre las industrias madrileñas. Según un estudio, la crisis de la Covid 19 tendrá efectos diferentes en los diversos sectores de la economía española, como sucedió durante la

https://www.imf.org/en/News/Articles/2020/11/12/na111320-five-charts-on-spains-economy-and-response-to-covid-19, diciembre de 2020.

http://www.madrid.org/iestadis/fijas/coyuntu/economicos/descarga/cd19ind.pdf diciembre de 2020

¹² https://www.thespanisheconomy.com/stfls/tse/ficheros/2014/20201202 kingdom of spain.pdf diciembre de 2020

¹³ https://elpais.com/economia/2020-12-20/el-gobierno-se-apoya-en-la-gran-empresa-para-gastar-los-fondos-europeos.html diciembre de 2020

crisis de 2008 ¹⁴. El sector primario y la industria agroalimentaria no registrarían descensos; en algunas industrias manufactureras (textil, calzado) la demanda caería mientras que en otras se pospondría (vehículos, electrodomésticos). En cambio, se observarían aumentos de la demanda en las industrias de Productos farmacéuticos, la de Plásticos y la Química de Consumo, que son importantes en la CAM. Finalmente, se prevén fuertes caídas de la demanda de servicios. Un sector que no es citado por ese trabajo, el de las TICs, podría experimentar un significativo incremento de la demanda. El notable aumento de la digitalización de la economía y de la sociedad españolas por el auge del teletrabajo, la telemedicina, la educación "on line", el "e-commerce", así como los métodos de control y seguimiento electrónico-sanitario podrían favorecer el desarrollo del *cluste*r madrileño de las TICs. Por todo ello, las tendencias de la demanda sugieren, a primera vista, que Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación y las TICs serían Áreas regionales con buenas posibilidades de <u>crecer</u> en el período post- la crisis, aunque en el caso de las TICs la demanda está siendo cubierta cada vez más por importaciones.

Además de las tendencias de la demanda, la evolución de los sectores madrileños intensivos en conocimientos dependerá, en buena medida, de las políticas nacionales y europeas que se adopten. Tal como señala el *Investment Policy Monitor* de UNCTAD, en ocasión de la crisis causada por la pandemia, son muchos los países que están tomando nuevas medidas de política industrial y tecnológica. Algunas de ellas consisten en proyectos de I+D relacionados con la salud, nacionalización total o parcial de empresas clave, así como préstamos y garantías para proveedores nacionales cuyo objetivo es apoyar la inversión y proteger a sus industrias domesticas más críticas ¹⁵. UNCTAD estima que la pandemia tendrá efectos duraderos sobre la inversión pero que las políticas anti cíclicas pueden contribuir a paliar sus consecuencias más graves, especialmente en sectores muy afectados por la crisis como los de la salud y el automóvil. Con respecto a las PYMES y las cadenas de aprovisionamiento, se recomienda el apoyo financiero o fiscal a los proveedores locales. De hecho, las ideas de autosuficiencia y relocalización productiva comienzan a abrirse paso en Europa y en la Comisión Europea, especialmente en relación al sector salud ¹⁶. La crisis de la Covid 19 ha puesto de relieve los severos inconvenientes que suponen las cadenas de valor que nacen a miles de km de distancia

_

¹⁴ Gemma García y Esteban Sanromá, Efecto de la crisis derivada de la COVID-19 sobre el empleo de la economía española, IEB, Universidad de Barcelona, nº 34, 2020.

¹⁵ UNCTAD INVESTMENT POLICY RESPONSES TO THE COVID-19 PANDEMIC, mayo de 2020.

Thierry Breton, Comisario Europeo de Mercado Interior, se refiere a una reorientación del aparato productivo europeo que favorezca la autosuficiencia y la relocalización en el período post-pandemia. https://www.lavanguardia.com/politica/20200402/48273097721/comisario-mercado-interior-esta-crisis-debe-ser-un-catalizador-para-mejorar.html Abril de 2020

de la UE, especialmente en lo que se refiere a productos industriales estratégicos, como los que involucran a ese sector. En la UE, algunos análisis predicen para el período post-pandemia un "re-shoring" de las actividades de ciertas multinacionales europeas, así como una preferencia por el proveedor local, al menos en algunos sectores clave ¹⁷. A ello contribuye el aumento de la desconfianza respecto, en particular, a la calidad de los suministros de tipo sanitario y farmacéutico procedentes de China ¹⁸, que podría incentivar la relocalización continental o nacional de, al menos, una parte de dichas cadenas de valor ¹⁹. De hecho, el "cuello de botella" que supuso la ralentización de los suministros chinos durante la pandemia ha estimulado, aunque no se sabe por cuánto tiempo, la producción local de los inputs que necesitan las industrias madrileñas. En pocas semanas durante la pandemia hemos visto, por ejemplo, cómo PYMES del sector Defensa o de otros sectores han reconvertido parte de sus instalaciones para producir respiradores, robots para la desinfección de zonas contaminadas, antivirales²⁰, etc. ^{21 22}

Otro "stakeholder", parte interesada importantísima para predecir qué sectores madrileños podrían dinamizarse y requerir más apoyo de los OPIS, son los propios empresarios. El Foro de Empresas Innovadoras propone un nuevo marco de acuerdo preconizando la reindustrialización, la I+D y el impulso al emprendimiento innovador. Los aspectos que se aconseja priorizar corresponden, entre otros, a buena parte de los sectores innovadores de la CAM, como la Economía de la salud (incluyendo biomedicina, farmacia, equipamiento y materiales del sector sanitario); Movilidad sostenible (automoción, energías renovables e infraestructuras relacionadas, sector aeroespacial) y Construcción sostenible (transición energética del sector, energías renovables, domótica, nuevos materiales). En esa línea, el Sistema Regional de Innovación, del que forman parte los OPIS y otros centros de

_

¹⁷ Prof. Richard Portes (London School of Economics), BBC International, https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52155208 Abril de 2020.

Prof François Bourguignon, ex Economista Jefe del Banco Mundial, entrevista radiofónica en "France Culture", 21/04/2020.

¹⁸ https://www.orfonline.org/what-is-the-european-view-on-chinas-handling-of-the-covid-19-pandemic/ Observer Research Foundation, entrevista con Theresa Fallons, Directora del Centre for Russia, Europe and Asian Studies de Bruselas, abril de 2020.

¹⁹ La encuesta de abril de 2020 del Eurobarómetro, en plena crisis sanitaria en la UE, muestra que la opinión pública europea es muy favorable a la priorización de los gastos en salud y a la prevalencia de los aspectos locales sobre los globales. https://www.europarl.europa.eu/at-your-service/files/be-

heard/eurobarometer/2020/covid19/en-public-opinion-in-the-time-of-COVID19-20042020.pdf abril de 2020 abril de 2020 https://www.abc.es/sociedad/abci-pandemia-coronavirus-defensa-empieza-fabricar-paracetamol-y-antivirales-laboratorios-militares-para-evitar-desabastecimiento-

²⁰²⁰⁰³²⁴⁰¹⁵¹ noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

²¹ Debate on line del Foro de Empresas Innovadoras "Innovación abierta en tiempos de crisis", 21/04/220 https://www.youtube.com/watch?v=O ChoMHUIhM&feature=voutu.be

²² https://www.europapress.es/nacional/noticia-defensa-prueba-emision-luz-ultravioleta-desinfeccion-contra-covid-19-20200505130548.html mayo de 2020.

conocimiento está llamado a desempeñar un papel decisivo si logra superar los problemas de comunicación con la empresa que actualmente le aquejan.

Concluyendo esta sección, la contribución de los OPIS puede ser especialmente útil para la PYME madrileña en industrias y servicios donde la crisis de la Covid 19 y las nuevas políticas europeas que le están dando respuesta permiten prever un crecimiento de la demanda, así como la disponibilidad de ayudas europeas.

9. Conclusiones

Entre las PYMES de la CAM que realizan actividades de I+D hay una gran heterogeneidad. Aquellas que invierten más en I+D tienden a concentrase en los grandes estratos de tamaño de planta y en determinados sectores, en su mayoría de media/ alta tecnología.

Al mismo tiempo hay PYMES madrileñas que declaran gastos de innovación, pero sin tener gastos de I+D. Esas empresas lanzan al mercado nuevos productos, ponen en práctica nuevos procesos en su planta industrial y/o innovan en el marketing de sus productos sin por ello contar con un departamento de I+D formal. Por lo tanto, la población objetivo de los OPIS, por ejemplo, en cuanto a difusión de conocimientos, no ha de limitarse a las PYMES que realizan formalmente I+D. Otros rasgos muestran también la heterogeneidad de las PYMES madrileñas respecto a la innovación pues parecen coexistir diversos tipos de PYMES, algunas muy innovadoras mientras que otras que operan en industrias de alta tecnología serían proveedoras de grandes compañías responsables, a su vez, de la innovación en la red. Dada la referida modalidad de inversión de los fondos europeos en la que se asigna un rol a la PYME como subcontratista de grandes empresas mixtas, es importante conocer mejor la presencia de PYMES subcontratistas en el tejido productivo madrileño, su compromiso con la innovación o sus dificultades para innovar (véase nota 13). No obstante, los datos existentes no permiten establecer una tipología. Todo ello puede incidir sobre la innovación. Por ello, sería recomendable la realización de un estudio en profundidad que permita clasificar a diferentes tipos de PYMES para poder comprender cuál sería el abordaje más efectivo por parte de los OPIS. No todas tienen las mismas necesidades tecnológicas y, algunas de ellas, las tienen ya cubiertas por las grandes empresas con las que operan.

Los principales factores que dificultan la innovación en las PYMES de las Áreas RIS3 de la CAM son de tipo económico, con particular incidencia en el Área 2. Estos factores son seguidos en importancia por los de mercado y, finalmente, por los tecnológicos. En lo

referente a estos últimos, las dificultades para encontrar personal cualificado se hacen presentes especialmente en las PYMES del Área 2. Los problemas de falta de información sobre la tecnología son más severos en las Áreas 1 y 4.

En las PYMES de las cuatro Áreas la principal fuente de información para innovar es interna. Le siguen en importancia, en las Áreas 2, 3 y 4, los clientes privados y públicos. Aparentemente, el Área 1 constituye una excepción por la extraordinaria importancia que revisten los proveedores como fuentes de información, pero debe tenerse en cuenta que la muestra correspondiente es muy pequeña. En ningún caso los OPIS figuran entre las fuentes principales, pero al respecto existen diferencias de valoración entre Áreas. Por ejemplo, en la muestra de PITEC un 34% de las PYMES del Área 4 valoran con intensidad media/alta la información procedente de los OPIS versus sólo el 11,7% de las del Área 1 que opinan lo mismo.

La PYME madrileña considera que uno de los problemas que encuentra para innovar consiste en la falta de información sobre la tecnología. Por ello, sorprende que este tipo de firma no acuda en mayor medida a los centros de conocimiento disponibles en la región, como es el caso de los OPIS. Es posible que buena parte del problema radique en la falta de información sobre la oferta tecnológica de los OPIS y los mecanismos disponibles para acceder a ellos, dadas las carencias del sistema de búsqueda de las PYMES. Por ello, se recomienda a los OPIS redoblar los esfuerzos de difusión y reducir al máximo cualquier barrera burocrática que pudiese dificultar el acceso de las empresas.

Las Áreas donde esas sociedades madrileñas tienen relativamente más en consideración la información de los OPIS es Nanociencia, Materiales Avanzados, Tecnologías Industriales y Espacio, así como Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación, por lo que se ve en ambas un espacio relativamente más abonado para la difusión de información, las transferencias de tecnología y la cooperación en materia de innovación. En cambio, es reducido el porcentaje de las que manifiestan una valoración positiva de los OPIS en Energía, Medio ambiente y Transporte, lo que requerirá una sustancial labor de difusión por parte de éstos, especialmente importante en el actual contexto del Pacto Verde Europeo.

En el panorama de los países industrializados, la rapidez del cambio tecnológico en algunos sectores, la dispersión de conocimientos en diferentes campos científico-técnicos y los altos costes de la I+D han animado crecientemente a las empresas a emprender procesos de innovación abierta, tales como la subcontratación de I+D o la cooperación para innovar con diversos tipos de socios. En contraste con dicha tendencia, el porcentaje de PYMES

madrileñas que declaran cooperar con OPIS es muy pequeño. La baja presencia de colaboraciones de PYMES con OPIS resulta cuando menos sorprendente dados los beneficios que puede suponer para dichas sociedades y la fuerte concentración de investigadores y, en general, de personal científico-técnico en la región.

Concluimos que las empresas regionales y, en particular, las PYMES aprovechan mínimamente los recursos de que disponen los OPIS. Se impone, por lo tanto, una urgente labor de difusión e información. En paralelo, convendrá revisar los estímulos profesionales y económicos que, para el investigador, suponen actualmente la difusión de conocimientos, las transferencias de tecnología y las colaboraciones con empresas, emulándose en lo posible los instrumentos utilizados por los países de nuestro entorno de mayor éxito en la materia, como Alemania y Gran Bretaña.

Aparte la insuficiente comunicación con las empresas o las trabas burocrática que se han mencionados, los proyectos de transferencia de tecnología de las Universidades y OPIS pueden encontrarse con obstáculos estructurales que no dependen sólo de la voluntad de los posibles partners. La retracción de algunas industrias en la CAM o la carencia de conocimientos actualizados en ciertos campos técnicos pueden limitar las posibilidades de relaciones tecnológicas fructíferas. El Área 3 corresponde a Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) y servicios de alto valor añadido (incluyendo robótica, automatización, Inteligencia Artificial, microelectrónica, biofuncionalización, biosensores, nano-bio-ciberfísico, grafeno y materiales relacionados, tecnologías para detección de patógenos, instrumentación de diagnóstico avanzado, especialmente imagen y fotónica avanzada, TICs para la educación a distancia, TICs para la industria del automóvil). Tiene perspectivas de expansión en la medida que la digitalización constituye parte sustancial de la estrategia europea y española de los próximos años. No obstante, España está muy rezagada en lo que concierne al desarrollo tecnológico de esos campos técnicos, que tienen un crecimiento internacional muy dinámicos (Molero & López, 2018). Además, parte de la cadena de valor de las TIC se ha desplazado a otros países. La base industrial madrileña se ha contraído en los últimos años y, actualmente, muchos productos que atienden la demanda nacional son importados. El Área 4, Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación, incluye biofarmacia, farmacia, la química orgánica y de la alimentación, tecnología médica, así como equipamiento y materiales para el sector sanitario. El Área parece tener buenas perspectivas de crecimiento y, por ende, un potencial para las relaciones entre PYMES y OPIS. No obstante, debe tenerse en consideración que la base industrial del Área es muy heterogénea. En la CAM, Farmacia está en declive, pese a la disponibilidad nacional de conocimientos científico-técnicos que

evidencia el análisis de patentes. En cambio, Agroalimentación está en pleno crecimiento industrial, al mismo tiempo que España posee una especialización tecnológica interesante. Aunque con excepciones, la base industrial del Área 1, Energía, Medio Ambiente y Transporte, está en retroceso en la CAM, al tiempo que el país cuenta con ventajas tecnológicas. El panorama es semejante en el Área 2.

Los factores que más dificultan la innovación en las PYMES madrileñas de las cuatro Áreas son de índole económica: Falta de fondos de la empresa/grupo; falta de financiación externa y coste elevado de la innovación. Este último factor, que es mencionado especialmente por las PYMES de las Áreas 2 y 4, puede abrir una puerta a la cooperación de dichas empresas con OPIS dado que las sociedades acuden a la innovación abierta, entre otros motivos importantes, para abaratar los costes de la I+D. A ello se aúna, aunque mencionado en menor medida como una barrera a la innovación, el hecho que las PYMES madrileñas también tengan dificultades de encontrar socios para cooperar en materia de innovación. Este factor, no obstante, es de muy poca importancia para las del Área 1.

Entre otras, las PYMES que resultan de interés para el proyecto por no contar con una "retaguardia tecnológica" son aquellas que no están afiliadas a ningún grupo de negocios multinacional o nacional. Por ello, se estima que pueden estar abiertas, en mayor medida que otras, a recibir el apoyo que pueden proporcionar los OPIS y las Universidades. Sin embargo, la realización de I+D interna o simplemente de innovaciones, aunque la firma no cuente con un departamento de I+D, mitiga los problemas de acceso a la información sobre la tecnología, inclusive en PYMES independientes. Por el contrario, las que presentan mayores dificultades para innovar son aquellas que, sin pertenecer a un grupo empresarial, tampoco realizan I+D interna. En principio, ese tipo de PYME podría estar particularmente interesada en una posible aportación de los OPIS. A ello se suma que estas empresas son también las que declaran en mayor grado dificultades para encontrar socios para innovar.

Destaca también al respecto el grupo de las PYMES que han fracasado recientemente o que tienen actividades innovadoras aún en curso. Los OPIS pueden desempeñar un papel importante para ayudar a las PYMES a dar ese primer paso que parece indispensable para la realización de actividades innovadoras.

Las PYMES madrileñas declaran que, en cuanto a la utilidad de la información que proporcionan, las fuentes institucionales/científico-técnicas, entre las cuales los OPIS, figuran en tercer lugar de importancia. Para ellas, resulta prioritaria la información de sus fuentes internas y de sus clientes. Las fuentes científico-técnicas son más valoradas en el Área 4 y,

especialmente, en la 2, lo que sugiere que allí se presentan mayores posibilidades de influir por parte de los OPIS. Entre las PYMES independientes, las ferias, las revistas y publicaciones y las asociaciones son fuentes de información tecnológica relativamente bien consideradas, por lo que pueden constituir, en el futuro, vías de transmisión entre los OPIS/Universidades y las PYMES.

Como se ha comentado, las tendencias de la demanda sugieren un crecimiento del Área 4, que incluye Farmacia y parte de Química, así como de las TICs. Se trata de dos sectores regionales con posibilidades de crecer en lo que a la demanda se refiere en el período post- covid 19. Pero, al mismo tiempo, las cadenas globales de valor de esos sectores han sufrido disrupciones fundamentalmente a partir de la crisis de 2008 pues algunas están ahora localizadas a miles de kilómetros de distancia de la CAM. No obstante, la información disponible no permite detectar hasta qué punto las PYMES madrileñas forman parte de dichas cadenas internacionales de valor que pueden haberse visto especialmente trastornadas o de cadenas donde se haya observado la conveniencia de diversificar los proveedores internacionales o de buscar fuentes de suministro más cercanas. Todos estos aspectos influyen, desde luego, sobre la innovación. Un estudio pormenorizado proporcionaría más elementos de juicio para evaluar las necesidades tecnológicas de las empresas.

Las capacidades tecnológicas para competir se desarrollan sobre la base del tejido productivo. A su vez, la consolidación de los sectores punteros de la CAM dependerá, en buena medida, de nuevas estrategias industriales y comerciales, muchas de ellas en el nivel de la UE, más que de las políticas hacia la innovación per se.

10. Bibliografía

- Alfranca, O., Rama, R., & Von Tunzelmann, N. (2003). Competitive behaviour, design and technical innovation in food and beverage multinationals. *International Journal of Biotechnology*, 5(3–4), 222–248.
- Alfranca, O., Rama, R., & Von Tunzelmann, N. (2004). Innovation spells in the multinational agri-food sector. *Technovation*, 24(8). https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00129-3
- Antonioli, D., Marzucchi, A., & Savona, M. (2017). Pain shared, pain halved? Cooperation as a coping strategy for innovation barriers. *Journal of Technology Transfer*, 42(4), 841–864. https://doi.org/10.1007/s10961-016-9545-9
- Archibugi, D., Filippetti, A., & Frenz, M. (2013). The impact of the economic crisis on innovation: Evidence from Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1247–1260. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.005
- Arita, T., & McCann, P. (2004). A comparison of industrial location behaviour within the US and European Semicondictor Industries.
- Azagra-Caro, J. M., Pardo, R., & Rama, R. (2014). Not searching, but finding: How innovation shapes perceptions about universities and public research organisations. *Journal of Technology Transfer*, 39(3), 454–471. https://doi.org/10.1007/s10961-012-9297-0
- Badillo, E. R., & Moreno, R. (2016). What drives the choice of the type of partner in R&D cooperation? Evidence for Spanish manufactures and services. *Applied Economics*, 48(52), 5023–5044. https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1170932
- Bartel, A. P., Lach, S., & Sicherman, N. (2014). Technological change and the make-or-buy decision. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 30(1), 165–192. https://doi.org/10.1093/jleo/ews035
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477–1492. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.003
- Beneito, P. (2006). The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models. *Research Policy*, *35*(4), 502–517. https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.01.007
- Berry, A., & D, P. (1997). SME Competitiveness: The Power of Networking and Subcontracting. *Development, January*.
- Busom.I. (2016). Estudios Econométricos Pitec 2016: Inversión privada en I+D, spoyop público e innovación en los años de crisis. Ministerio de Economía y Competitividad (Gobierno de España), FECYT.
- Cainelli, G., Mancinelli, S., & Mazzanti, M. (2007). Social capital and innovation dynamics in district-based local systems. Journal of Socio-Economics, 36(6), 932–948. https://doi.org/10.1016/j.socec.2007.01.023
- Cantwell, J., & Iammarino, S. (2003). Multinational corporations and European regional systems of innovation. *Multinational Corporations and European Regional Systems of Innovation*, 1–199. https://doi.org/10.4324/9780203986714
- Ciarli, T., & Rabellotti, R. (2007). ICT in industrial districts: An empirical analysis on adoption, use and impact. *Industry and Innovation*, 14(3), 277–303. https://doi.org/10.1080/13662710701369239

- Clifton, N., Keast, R., Pickernell, D., & Senior, M. (2010). Network structure, knowledge governance, and firm performance: Evidence from innovation networks and SMEs in the UK. *Growth and Change*, 41(3), 337–373. https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2010.00529.x
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, *35*(1), 128. https://doi.org/10.2307/2393553
- Cruz-Castro, L., A. Holl, R. Rama, and L. Sanz Menéndez (2018). Economic crisis and company R&D in Spain: do regional and policy factors matter? *Industry and Innovation* 25 (8): 729-751.
- De Faria, P., Lima, F., & Santos, R. (2010). Cooperation in innovation activities: The importance of partners. Research Policy, 39(8), 1082–1092. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.003
- dei Ottati, G. D. (2003). Exit, voice and the evolution of industrial districts: the case of the jpost-World War II economic development of Prato. Cambridge Journal of Economics, 27(4), 501–522. https://doi.org/10.1093/cje/27.4.501
- del Brío Carretero, J. F., & González-Rabanal, M.-C.(2018) España, ¿Un país de servicios de bajo valor añadido con una Seguridad Social en peligro? Spain, a country of low added value services with a Social Security in danger? Revista de Humanidades, (35): 55.
- Dhont-Peltrault, E., & Pfister, E. (2011). R&D cooperation versus R&D subcontracting: Empirical evidence from french survey data. *Economics of Innovation and New Technology*, 20(4), 309–341. https://doi.org/10.1080/10438591003669743
- Díaz-Mora, C., & Triguero-Cano, A. (2012). Why do some firms contract out production? Evidence from firm-level panel data. *Applied Economics*, 44(13), 1631–1644. https://doi.org/10.1080/00036846.2010.548787
- Fernández Sastre, J. (2012). Efectos y Determinantes de la Cooperación para la Innovación Tecnológica: Un Estudio Empírico sobre un Panel de Datos de Empresas Localizadas en España. Universidad Autónoma de Madrid.
- García Sánchez, A., Molero, J., Rama, R., Sánchez1, A. G., Molero, J., & Rama, R. (2016). Are "the best" foreign subsidiaries cooperating for innovation with local partners? The case of an intermediate country. *Science and Public Policy*, *43*(4), 532–545. https://doi.org/10.1093/scipol/scv057
- Geroski, P. A., & Walters, C. F. (1995). Innovative Activity over the Business Cycle. *The Economic Journal*, 105(431), 916. https://doi.org/10.2307/2235158
- Guimón, J., & Salazar-Elena, J. C. (2015). Collaboration in Innovation Between Foreign Subsidiaries and Local Universities: Evidence from Spain. *Industry and Innovation*, 22(6), 445–466. https://doi.org/10.1080/13662716.2015.1089034
- Guisado-González, M., Ferro-Soto, C., & Guisado-Tato, M. (2016). Assessing the influence of differentiation strategy and R&D subsidies on R&D cooperation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 28(7), 857–868. https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1180352
- Hervas-Oliver, J. L., Albors Garrigos, J., & Gil-Pechuan, I. (2011). Making sense of innovation by R&D and non-R&D innovators in low technology contexts: A forgotten lesson for policymakers. Technovation, 31(9), 427–446. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.06.006

- Hervas-Oliver, J. L., Sempere-Ripoll, F., Boronat-Moll, C., & Estelles-Miguel, S. (2020). SME open innovation for process development: Understanding process-dedicated external knowledge sourcing. *Journal of Small Business Management*, 58(2), 409–445. https://doi.org/10.1080/00472778.2019.1680072
- Holl, A. (2021). The regional environment and firms' commitment to innovation: empirical evidence from Spain. *Economics of Innovation and New Technology*, próxima aparición.
- Holl, A., Peters, B., & Rammer, C. (2020). Local knowledge spillovers and innovation persistence of firms. ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper, (20-005).
- Holl, A., & Rama, R. (2009). The spatial patterns of networks, hierarchies and subsidiaries. *European Planning Studies*, 17(9), 1261–1281. https://doi.org/10.1080/09654310903053414
- Holl, A., & Rama, R. (2012). Technology sourcing: Are biotechnology firms different? An exploratory study of the Spanish case. *Science and Public Policy*, 39(3).
- Holl, A., & Rama, R. (2014). Foreign Subsidiaries and Technology Sourcing in Spain. *Industry and Innovation*, 21(1), 43–64. https://doi.org/10.1080/13662716.2014.879254
- Holl, A., & Rama, R. (2016). Persistence of innovative activities in times of crisis: the case of the Basque Country. *European Planning Studies*, 24(10), 1863–1883. https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1204426
- Kang, K. H., & Kang, J. (2010). Does partner type matter in R&D collaboration for product innovation? Technology Analysis and Strategic Management, 22(8), 945–959. https://doi.org/10.1080/09537325.2010.520473
- Lhuillery, S., & Pfister, E. (2009). R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data. Research Policy, 38(1), 45–57. https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.09.002
- López, A. (2008). Determinants of R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms. *International Journal of Industrial Organization*, 26(1), 113–136. https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2006.09.006
- Lundvall, B. A., & Andersen, E. S. (1988). Small national innovation systems facing technological revolutions: an analytical framework. In C. Freeman & B. A. Lundvall (Eds.), *Small Countries Facing the Technological Revolution* (pp. 9–36). Pinter Publishers.
- Maietta, O. W. (2015). Determinants of university-firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, 44(7), 1341–1359. https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.03.006
- Mate-Sanchez-Val, M., & Harris, R. (2014). Differential empirical innovation factors for Spain and the UK. Research Policy, 43(2), 451–463. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.013
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481–1499. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00159-2
- Molero, J., & García, A. (2008). The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach. *Technovation*, 28(11), 739–757.
- Molero, J., Rama, R., & Torrecillas, C. (2012). La internacionalización del sector de las

- tecnologías de la información y comunicación, AMETIC-Universidad Complutense de Madrid; Madrid (informe).
- Molero, J., & López, S. (2016) La Industria Española en las Últimas Cuatro Décadas: Cambio Estructural e Innovación Tecnológica. Revista de Economía ICE, (889–890): 121–138.
- Molero, J., & López, S. (2018) El Patrón de Especialización Revelado por las Ventajas Tecnológicas. La Evolución de la Industria Española Comparada. *Econ Ind Democr*, 1(15): 45–58.
- Molero, J., & Gabaly Márquez, S. (2020) Especialización tecnológica en España: clases tecnológicas y sectores de actividad. CESIN-Foro de Empresas Innovadoras, WP01/2020, Madrid.
- Montresor, S., & Marzetti, G. V. (2010). Outsourcing and structural change. Application to a set of OECD countries. *International Review of Applied Economics*, 24(6), 731–752. https://doi.org/10.1080/02692171.2010.512147
- Myro, R. (2020). Spanish manufacturing in the wake of COVID-19. Funcas SEFO, 9(4): 49–59.
- Panagiotakopoulos, K., Fernandez-Crehuet, J. M., & Molero Zayas, J. (2018). Public Finance of R&D and the Obstacles to Innovation: The Case of Spain. *International Journal of Social Science Studies*, 6(12), 1. https://doi.org/10.11114/ijsss.v6i12.3459
- Patel, P., & Vega, M. (1999). Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages 1. In *Research Policy* (Vol. 28).
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373. https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0
- Radicic, D., Douglas, D., Pugh, G., & Jackson, I. (2019). Cooperation for innovation and its impact on technological and non-technological innovations: empirical evidence for European SMEs in traditional manufacturing industries. *International Journal of Innovation Management*, 23(5). https://doi.org/10.1142/S1363919619500464
- Rama, R., & Ferguson, D. (2007). Emerging districts facing structural reform: The Madrid electronics district and the reshaping of the Spanish telecom monopoly. *Environment and Planning A*, 39(9). https://doi.org/10.1068/a38270
- Rama, R., & Ferguson, D. (2007). Emerging districts facing structural reform: The Madrid electronics district and the reshaping of the Spanish telecom monopoly. Environment and Planning A, 39(9). https://doi.org/10.1068/a38270
- Rama, R., & Wilkinson, J. (2019). Innovation and disruptive technologies in the Brazilian agrofood sector. *Systèmes Alimentaires/Food Systems*, 4. https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/ciencia-tecnologia-e-
- Rama, R., & Martínez, C. (2013). The changing structure of the global agribusiness sector. In F. Giarratani, J. D. Hewings, & P. McCann (Eds.), Handbook of Industry Studies and Economic Geography (pp. 305–340). Edwardd Elgar. https://doi.org/10.4337/9781782549000.00021
- Sánchez-Moral, S., Díez-Pisonero, R., Gago-García, C., Arellano-Espinar, A., Sánchez Moral, S., Díez-Pisonero, R., Gago-García, C., & Arellano-Espinar, A. (2019). Sectores Estratégicos en la Economía del Conocimiento y Desarrollo en la Ciudad de Madrid y su Región. Revista de Estudios Andaluces, 38, 144–161. https://doi.org/10.12795/rea.2019.i38.08

- Segarra-Blasco, A., & Arauzo-Carod, J. M. (2008). Sources of innovation and industry-university interaction: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*, *37*(8), 1283–1295. https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.05.003
- Segarra-Blasco, A., Garcia-Quevedo, J., & Teruel-Carrizosa, M. (2008). Barriers to innovation and public policy in Catalonia. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 4(4), 431–451. https://doi.org/10.1007/s11365-008-0086-z
- Sofka, W., & Grimpe, C. (2010). Specialized search and innovation performance evidence across Europe. R and D Management, 40(3), 310–323. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00592.x
- Tamayo, M. P., & Huergo, E. (2017). Determinants of internal and external R&D offshoring: evidence from Spanish firms. *Industry and Innovation*, 24(2), 143–164. https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1216394
- Teece, D. J. (1989). Inter-Organizational Requirements of the Innovation Process. In Managerial and Decision Economics (Vol. 10).
- Trigo, A., & Vence, X. (2012). Scope and patterns of innovation cooperation in Spanish service enterprises. *Research Policy*, 41(3), 602–613. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.006
- Vega-Jurado, J., Gutiérrez-Gracia, A., & Fernández-De-Lucio, I. (2009). Does external knowledge sourcing matter for innovation? Evidence from the Spanish manufacturing industry. *Industrial and Corporate Change*, 18(4), 637–670. https://doi.org/10.1093/icc/dtp023
- Vega-Jurado, J., Gutiérrez-Gracia, A., Fernández-de-Lucio, I., & Manjarrés-Henríquez, L. (2008). The effect of external and internal factors on firms' product innovation. Research Policy, 37(4), 616–632. https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.001
- Zouaghi, F., Sánchez, M., & Martínez, M. G. (2018). Did the global financial crisis impact firms' innovation performance? The role of internal and external knowledge capabilities in high and low tech industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 132(February), 92–104. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.011

11. Tablas y Apéndices

Tabla 1. Número de empresas activas en la CAM: 2008-2019

											les (>=	
	Todas las e	mpresas		Sin emple	eados		PYMES (1-1	199 empl	eados)	emp	s)	
			%			%			%			%
Panel A:	2008	2019	cambio	2008	2019	cambio	2008	2019	cambio	2008	2019	cambio
Manufactura	24687	18029	-27,0	9527	7132	-25,1	14926	10722	-28,2	234	175	-25,2
High-tech	915	635	-30,6	345	255	-26,1	525	353	-32,8	45	27	-40,0
Medium high-tech	2532	2289	-9,6	871	805	-7,6	1602	1437	-10,3	59	47	-20,3
Medium low-tech	8582	5867	-31,6	3069	2091	-31,9	5436	3727	-31,4	77	49	-36,4
Low-tech	12658	9238	-27,0	5242	3981	-24,1	7363	5205	-29,3	53	52	-1,9
KIS servicios	407986	459615	12,7	229880	277398	20,7	176653	180754	2,3	1453	1463	0,7
High-tech KIS	16049	18517	15,4	10370	11653	12,4	5529	6714	21,4	150	150	0,0
KIS market	88204	93592	6,1	60287	63383	5,1	27642	29953	8,4	275	256	-6,9
KIS finance	11050	14722	33,2	7330	10806	47,4	3604	3833	6,4	116	83	-28,4
KIS other	52626	75805	44,0	32094	50789	58,3	20291	24701	21,7	241	315	30,7
Low KIS	240057	256979	7,0	119799	140767	17,5	119587	115553	-3,4	671	659	-1,8
Panel B: Áreas RIS 3												
RIS3 Área 1	34457	27656	-19,7	22330	17363	-22,2	12038	10221	-15,1	89	72	-19,1
RIS3 Área 2	5294	4155	-21,5	3874	2738	-29,3	1386	1390	0,3	34	27	-20,6
RIS3 Área 3	16874	21268	26,0	9608	13452	40,0	7084	7654	8,0	182	162	-11,0
RIS3 Área 4	34713	48612	40,0	24679	35343	43,2	9947	13141	32,1	87	128	47,1

Notas: RIS3 área 1: Energía, Medio Ambiente, Transporte; RIS3 área 2: Nanociencia, Materiales Avanzados; RIS3 área 3: TIC, Servicio de alto Valor Añadido; RIS3 Área 4: Salud, Biotecnología, agua y agroalimentación (DIRCE no incluye las empresas de agricultura).

Fuente: DIRCE

Tabla 2. Índice de producción industrial septiembre de 2008-septiempre de 2020 *, Comunidad de Madrid (Base 100 = 2015)

	Septiembre de 2008	Septiembre de 2020
Índice general	143,8	99,4
Bienes de consumo	126,8	98,6
Bienes de equipo	126,5	95,4
Bienes intermedios	179,7	88,3

Nota: * Media de lo que va del año

Fuente: INE

Tabla 3. Gasto y personal en I+D interna por comunidades autónomas: Estadística de I+D 2018 (empresas)

	Gastos internos (miles de euros)	Gastos internos (%)	Personal en EJC: Total personal	Investigadores en EJC: Total personal	% personal en EJC
Total	8.445.362	100,0	104.474,1	54.359,8	100,0
Andalucía	549.298	6,5	7.934,5	3.505,3	7,6
Aragón	189.379	2,2	2.703,6	1.337,1	2,6
Asturias, Principado de	113.363	1,3	1.379,1	806,6	1,3
Balears, Illes	43.802	0,5	681,5	267,6	0,7
Canarias	43.146	0,5	730,3	361,9	0,7
Cantabria	46.700	0,6	653,4	316,7	0,6
Castilla y León	499.868	5,9	4.295,9	2.086,4	4,1
Castilla - La Mancha	129.542	1,5	1.498,4	581,1	1,4
Cataluña	2.146.070	25,4	26.758,0	13.172,9	25,6
Comunidad Valenciana	535.262	6,3	8.043,3	4.056,5	7,7
Extremadura	30.449	0,4	596,8	276,0	0,6
Galicia	296.149	3,5	4.791,2	2.616,8	4,6
Madrid, Comunidad de	2.305.794	27,3	25.128,0	14.019,4	24,1
Murcia, Región de	144.574	1,7	2.266,1	882,7	2,2
Navarra, Comunidad Foral de	233.160	2,8	2.641,3	1.213,0	2,5
País Vasco	1.104.332	13,1	13.842,8	8.649,3	13,2
Rioja, La	33.163	0,4	528,0	208,9	0,5

Fuente: INE

Tabla 4. Gastos en I+D y gastos de innovación por sede y tamaño de la empresa, 2016

	Madrid no.	Madrid	Madrid	Cataluña no.	Cataluña	Cataluña	Andalucía no.	Andalucía	Andalucía	Resto no.	Resto	Resto
	empresas con I+D	% de empresas	Gasto medio si idin==1 (.000)	empresas con I+D	% de empresas	Gasto medio si idin==1 (.000)	empresas con I+D	% de empresas	Gasto medio si idin==1 (.000)	empresas con I+D	% de empresas	Gasto medio si idin==1 (.000)
I+D interna: idin												
total empresas	497	34,2	40,2	833	44,7	12,3	154	30,9	8,0	1545	40,0	11,5
Grandes>=200	232	35,6	75,1	212	43,7	34,8	48	32,0	12,6	362	43,5	28,9
Pymes<200	265	33,0	9,7	621	45,1	4,7	106	30,4	5,9	1183	39,0	6,2
Pymes<100	214	33,5	6,6	470	41,8	3,7	78	27,1	3,9	933	36,6	4,3
Pymes<50	160	32,3	3,8	303	36,7	2,6	58	25,4	4,1	638	32,7	2,7
I+D externo: idex												
total empresas	168	11,6	14,0	244	13,1	7,0	44	8,8	1	559	14,5	1,9
Grandes>=200	98	15,0	29,2	97	20,0	25,2	16	10,7	2,5	180	21,6	5,2
Pymes<200	70	8,7	0,7	147	10,7	0,8	28	8	0,4	379	12,5	0,8
Pymes<100	58	9,1	0,4	103	9,2	0,4	20	6,9	0,3	267	10,5	0,7
Pymes<50	40	8,1	0,2	51	6,2	0,3	16	7	0,3	170	8,7	0,8
Gastos de innovac I+D)	ión (incluye					Gasto	medio si gti	inn>0				
total empresas	628	43,2	28,8	988	53	11,1	187	37,5	3	1822	47,1	8,4
Grandes>=200	311	47,7	57	267	55,1	33,4	62	41,3	5,3	480	54	27,7
Pymes<200	317	39,5	5,8	721	52,3	3,2	125	35,8	2	1372	45,3	3,1
Pymes<100	250	39,1	2,7	550	48,9	2,4	96	33,3	1,2	1085	42,6	2,1
Pymes<50	188	37,9	1,5	360	43,6	1,5	71	31,1	1,2	749	38,4	1,3

Fuente: Elaboración propia con datos de PITEC 2016

Tabla 5. Concentración de la cifra de negocios y de los gastos tecnológicos, por tamaño de planta y *ranking*.

(en porcentajes)

Clasificaciones	Total	Grandes	PYMES	PYMES
	440	empresas	200≤	≤200
	(10 primeras)	≥200 ⁽¹⁾	(1)	10+ (2)
Cifra de negocios	29,1	92	8	55,2
Gastos totales en innovación	47	88,9	11,1	66
Gastos internos en I+D	47	87,1	12,9	55,5
Gastos externos	73	97,3	2,7	81,9
en I+D				
Otros gastos de Innovación	75,9	87,1	12,9	9,5

Fuentes: Elaboración propia con base en PITEC 2016

Nota: (1) Porcentajes respecto a la muestra de PITEC para la CAM

(2) Porcentaje de las 10 primeras empresas en cada uno de los conceptos de gasto sobre el total de PYMES de la CAM

Tabla 6. Factores que dificultan las actividades de innovación en las PYMES de Madrid, por Áreas RIS3. 2013-2016

	Área	1	Áre	ea 2	Área	13	Área 4		
		Valoración		Valoración		Valoración	Valoración		
	% elevado	media	% elevado	media	% elevado	media	% elevado	media	
Falta de fondos empresa/grupo	30.8	1,4	41.4	1,9	38,3	1,8	36,3	1,7	
Falta de financiación externa	15.4	1,2	31.0	1,8	33,8	1,7	34.0	1,7	
Coste demasiado elevado	21.2	1,3	35.9	1,8	36,2	1,8	31.0	1,7	
Falta de personal cualificado	11.5	1,1	10.3	1,3	8,8	1,1	4.6	1.0	
Falta de info. sobre tecnología	5.8	1.0	2.1	1.0	3,2	0,9	4.6	1.0	
Falta de info. sobre mercados	11.5	1.1	3.5	1,1	5,3	1,1	7.6	1,0	
Dificultad de encontrar socios de cooperación	3.9	0.7	11,7	1,3	11,7	1,1	11,2	1,1	
Mercado dominado por empresas establecidas	19.2	1,2	22.8	1,6	21,5	1,5	17.5	1,3	
Incertidumbre demanda de innovación	15.4	1,2	24.8	1,7	25,3	1,6	18.2	1,3	
No es necesario debido a inno. anterior	7.7	0,8	2.8	0,6	5,6	0,7	560	0,9	
No es necesario: no demanda	15.4	0,9	4.1	0,8	7,5	0,8	10,9	0,8	

Nota: Valoración media: Elevado=3; Intermedio=2; reducido=1; no se ha utilizado=0

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC 2015, 2016.

Tabla 7. Falta de información sobre la tecnología en la empresa madrileña y en empresas con I+D interna, por Áreas y tamaño de planta (% de empresas)

	Madrid -	Pymes <200				Madrid - Gra	andes>=200			
	elevado	intermedio	reducido	no pert	inente	elevado	intermedio	reducido	no pert	inente
					No.					No.
	%	%	%	%	empresas	%	%	%	%	empresas
Áreas										
1 Energía, Medio Ambiente, Transporte	3,8	21,8	26,6	47,8	339	4,4	18,4	41,5	35,8	690
2 Nanociencia, materiales avanzados, Tec. Industriales y Espacio	2,9	23,8	44,5	28,8	836	1,5	8,7	52,6	37,2	196
3 TIC y servicios de alto valor añadido	3,7	20,1	43,8	32,4	2170	2,1	12,2	45,9	39,8	862
4 Salud, Biotecnología, agua y agroalimentación	5,2	21,1	38,9	34,8	1791	3,8	14,3	46,5	35,4	790
Empresas con I+D interna: idin==1										
1 Energía, Medio Ambiente, Transporte	1,4	26,8	39,4	32,4	71	4,1	20,9	54,1	20,9	344
2 Nanociencia, materiales avanzados, Tec. Industriales y Espacio	2,2	24	49	24,9	643	1,4	11,2	58,7	28,7	143
3 TIC y servicios de alto valor añadido	2,6	22,6	53,3	21,4	1176	1,4	14	60,1	24,5	371
4 Salud, Biotecnología, agua y agroalimentación	6,1	22,3	46,1	25,6	926	3,9	19,3	60,6	16,3	363

Fuente: Elaboración propia con base en PITEC.

Tabla 8. PYMES de Madrid - Fuentes de Información para actividades de innovación tecnológicas en el periodo 2009-2016: por Áreas

	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4	
		Valoración		Valoración		Valoración		Valoración
	% elevado	media						
Propia empresa/grupo	69.6	2,4	70.7	2,6	71.0	2,5	65.6	2,4
Proveedores	34.8	1.7	15.8	1,5	16.5	1,4	13.3	1,3
Clientes	13.0	1.4	35.2	1,9	37.1	1,9	28.2	1,6
Competidores	17.4	1,1	12.5	1,3	14.5	1,3	10.3	1,2
Consultores, laboratorios, institutos de I+D								
privados	8.7	0.8	10.6	0.9	6.2	0,8	10.9	1,0
Universidades	4.4	0,5	20.5	1,1	10.6	0,8	18.6	1,1
OPIS – org. públicos de inv.	•	0,3	16.9	0,9	5.1	0,5	15.0	1.0
Centros tecnológicos	•	0,5	8.8	0,7	3,5	0,4	7.9	0.8
Conferencias, ferias, exposiciones	2.7	0.7	14.3	1,3	10.5	1,1	15.2	1,3
Revistas científicas y publicaciones	,	0.6	13.2	1,3	6.2	1,1	16.7	1,3
Asociaciones profesionales y sectoriales	•	0,6	3.3	0.8	4.4	0,8	3.6	0.9
Número de observaciones	46		273		593		468	

Nota: Valoración media: Elevado=3; Intermedio=2; reducido=1; no se ha utilizado=0; Nota: ´ indica que no hay observaciones para esa pregunta.

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC – 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016

Tabla 9. Fuentes de la información. Organismos públicos de investigación

(por Áreas, grado de utilidad de la información y tamaño de planta)

		Madrid - Pymes <200 Fuente de información: organismos públicos de investigación					Madrid - Grandes >=2000 Fuente de información: organismos públicos de investigación					
		elevado	intermedio	reducido	no se ha utilizado	no. empresas	elevado	intermedio	reducido	no se ha utilizado	no. empresas	
		%	%	%	%		%	%	%	%		
Áreas												
1	Energía, Medio Ambiente, Transporte Nanociencia, materiales avanzados, Tec.	0,7	11	15,6	72,7	154	8,8	20,5	20,3	50,3	443	
2	Industriales y Espacio	14,2	16,2	15,9	53,7	661	17,2	24,5	26,5	31,8	151	
3	TIC y servicios de alto valor añadido	5,5	11	17,8	65,8	1467	7,3	18,9	23,7	50,1	545	
4	Salud, Biotecnología, agua y agroalimentación	12,9	21,1	14,8	51,2	1170	12,9	18,6	22,9	45,7	490	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de PITEC (varios años)

Tabla 10. PYMES de Madrid: Cooperación para actividades de innovación, por Áreas. 2006-2011

	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4	_
	% que	% que	% que	% que	% que	% que	% que	% que
	coopera	coopera	coopera	coopera	coopera	coopera	coopera	coopera
	domestico	extranjero	domestico	extranjero	domestico	extranjero	domestico	extranjero
Otras empresas de su mismo grupo	9.0	0 12.0	7.	3 30.1	6,	8 19,4	1 6,	5 27,3
Proveedores de equipos, material, componentes o								
software	3.0	3.0	3.	6 10.1	1,9	9 5,7	7 1,	4 6,2
Clientes		,	['] 2.	1 4.4	0,	8 1,7	7 0,	7 3,7
Competidores u otras empresas de su misma rama de								
actividad		3.0	1.	3 4.4	0,	6 1,4	1 0,	3 2,5
Consultores o laboratorios comerciales	15.0	0 12.0) 14.	8 33,8	11,	5 23,8	3 9,	2 30,8
Universidades u otros centros de enseñanza superior	5.0	0	´ 6.	7.8	4,	1 5,3	1 3,	4 5,4
Organismos públicos de investigación		•	1.	8 1,8	1,	6 0,9	9 2,	1 1,4
Centros tecnológicos		4.0) 1.	8 1,2	0,	8 1,3	L 0,	7 1,1

Nota: ´ indica que no hay observaciones para esa pregunta

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC 2008-2011 (a partir de 2012 PITEC junta centros de investigación públicos o privados en una sola variable)

Tabla 11. Cooperación con OPIS de las empresas madrileñas. Porcentaje y número de empresas que cooperan: Por Área y tamaño de planta.

Coope	ración: organismos públicos de investigación	Pymes < 200		Grandes>=	200
		Madrid		Madrid	
		%	Nο	%	Nο
Áreas					
1	Energía, Medio Ambiente, Transporte	0	0	1,45	10
2	Nanociencia, Materiales avanzados, Tec. Industriales y Espacio	1,67	14	14,3	28
3	TIC y servicios de alto valor añadido	0,83	18	3,02	26
4	Salud, Biotecnología, Agua y Agroalimentación	1,23	22	1,52	12

Nota: 2008-2011, último año para el que está disponible la información.

Fuente: Elaboración propia con datos de PITEC

Apéndice Tabla A1. EUROSTAT: Clasificación de alta tecnología de industrias manufactureras según NACE Rev. 2

High-technology:

- Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations (21);
- Manufacture of computer, electronic and optical products (26);
- Manufacture of air and spacecraft and related machinery (30.3)
- Medium-high-technology:
 - Manufacture of chemicals and chemical products (20);
 - Manufacture of weapons and ammunition (25.4);
 - Manufacture of electrical equipment (27);
 - Manufacture of machinery and equipment n.e.c. (28);
 - Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers (29);
 - Manufacture of other transport equipment (30) excluding Building of ships and boats (30.1) and excluding Manufacture of air and spacecraft and related machinery (30.3);
 - Manufacture of medical and dental instruments and supplies (32.5)

Medium-low-technology:

- Reproduction of recorded media (18.2);
- Manufacture of coke and refined petroleum products (19);
- Manufacture of rubber and plastic products (22);
- Manufacture of other non-metallic mineral products (23);
- Manufacture of basic metals (24);
- Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment (25) excluding Manufacture of weapons and ammunition (25.4);
- Building of ships and boats (30.1);
- Repair and installation of machinery and equipment (33)

Low-technology:

- Manufacture of food products (10);
- Manufacture of beverages (11);
- Manufacture of tobacco products (12);
- Manufacture of textiles (13);
- Manufacture of wearing apparel (14);
- Manufacture of leather and related products (15);
- Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials (16);
- Manufacture of paper and paper products (17);
- Printing and reproduction of recorded media (18) excluding Reproduction of recorded media (18.2);
- Manufacture of furniture (31);
- Other manufacturing (32) excluding Manufacture of medical and dental instruments and supplies (32.5)

Apéndice Tabla A2. EUROSTAT: Clasificación de servicios intensivos en conocimiento (KIS) según NACE Rev. 2

High-tech knowledge-intensive services (KIS):

- Motion picture, video and television production, sound recording, music publishing (59);
- Programming and broadcasting activities (60);
- Telecommunications (61);
- Computer programming, consultancy and related activities (62);
- Information service activities (63);
- Scientific research and development (72)

Knowledge-intensive market services (excluding financial intermediation and high-tech services):

- Water transport (50);
- Air transport (51);
- Legal and accounting activities (69);
- Activities of head offices; management consultancy activities (70);
- Architectural and engineering activities; technical testing and analysis (71);
- Advertising and market research (73);
- Other professional, scientific and technical activities (74);
- Employment activities (78);
- Security and investigation activities (80)

Knowledge-intensive financial services:

- Financial service activities, except insurance and pension funding (64);
- Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security (65);
- Activities auxiliary to financial services and insurance activities (66)

Other knowledge-intensive services:

- Publishing activities (58);
- Veterinary activities (75);
- Public administration and defence; compulsory social security (84);
- Education (85);
- Human health activities (86);
- Residential care activities (87);
- Social work activities without accommodation (88);
- Creative, arts and entertainment activities (90);
- Libraries, archives, museums and other cultural activities (91);
- Gambling and betting activities (92);
- Sports activities and amusement and recreation activities (93)

Less knowledge intensive services (LIKS)

45 to 47 Wholesale and retail trade; Repair of motor vehicles and motorcycles (section G); 49 Land transport and transport via pipelines; 52 to 53 Warehousing and support activities for transportation; Postal and courier activities;

55 to 56 Accommodation and food service activities (section I); 68 Real estate activities (section L); 77 Rental and leasing activities; 79 Travel agency, tour operator reservation service and related activities; 81 Services to buildings and landscape activities; 82 Office administrative, office support and other business support activities; 94 to 96 Activities of membership organisation; Repair of computers and personal and household goods; Other personal service activities (section S); 97 to 99 Activities of households as employers of domestic personnel; Undifferentiated goods-and services-producing activities of private households for own use (section T); Activities of extraterritorial organisations and bodies (section U).

Apéndice Tabla A3. Áreas RIS3 y CNAE-2009

AREA 1: Energía, Medio ambiente y transporte (incluida aeronáutica)

35. Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire

Energía

acondicionado

Medio ambiente, agua y

gestión de residuos

36. Captación, depuración y distribución de agua

37. Recogida y tratamiento de aguas residuales

38. Recogida, tratamiento y eliminación de residuos; valorización 39. Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión

de residuos

20. Fabricación de vehículos de motor, remolques y

Transporte

semirremolques

30. Fabricación de otro material de transporte

49. Transporte terrestre y por

tubería

51. Transporte aéreo

AREA 2: Nano-ciencia, materiales avanzados, tecnologías industriales y del espacio

26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

61. Telecomunicaciones

72. Investigación y desarrollo

AREA 3: Tecnologías de la información y las comunicaciones y servicios de alto valor añadido

26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

58. Edición

59. Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de

televisión

60. Actividades de programación y emisión de radio y televisión

61. Telecomunicaciones

62. Programación, consultoría y otras actividades relacionadas

con la informática

63. Servicios de información

Área 4: Salud, biotecnología, agua y agroalimentación

Salud - Ingeniería biomédica 72. Investigación y desarrollo

86. Actividades sanitarias

Biotecnología y agroalimentación

1. Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados con las

mismas

2. Silvicultura y explotación

forestal

10. Industria de la alimentación72. Investigación y desarrollo

74. Otras actividades profesionales, científicas y técnicas

Fuente: Smart Specialisation Platform

https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/map?p_p_id=captargmap_WAR_CapTargMapportlet&_ca

ptargmap WAR CapTargMapportlet non-eu-

<u>country=true& captargmap WAR CapTargMapportlet non-eu-region=true& captargmap WAR CapTargMapportlet regionids=80</u>

Apéndice Tabla A4. Definición de las variables

Nombre de la variable	Definición
Innovación interna en I+D	Conjunto de las actividades novedosas, creativas aunque de incierto resultado final que se llevan a cabo al interior del
	establecimiento para incrementar el volumen de conocimientos y su empleo para idear productos nuevos o mejorados.
Innovación externa en I+D	Comprende las mismas actividades que la innovación interna en I+D, con la diferencia que éstas son realizadas por otras organizaciones, incluidos otros establecimientos del mismo grupo de negocios, otras empresas no pertenecientes al
	grupo u organismos públicos o privados de investigación.
Gastos totales en innovación	Comprenden:
	✓ innovación interna
	✓ innovación externa en I+D y los siguientes conceptos no contabilizados en la I+D:
	✓ adquisición de maquinaria, equipos, hardware o software avanzados y edificios destinados a la producción de productos o procesos nuevos o mejorados de manera significativa
	 ✓ adquisición de otros conocimientos externos para innovación como la compra o uso, bajo licencia, de patentes o de invenciones no patentadas y conocimientos técnicos o
	de otro tipo, de otras empresas u organizaciones que se destinan a ser utilizados en las actividades innovadoras del establecimiento
	✓ formación interna o externa del personal de la empresa, destinada específicamente al desarrollo o introducción
	de productos o procesos nuevos o mejorados de manera significativa
	✓ actividades realizadas por la empresa o externalizadas, para la introducción en el mercado de bienes o servicios
	nuevos o mejorados de manera significativa, incluidas la prospección del mercado y la publicidad de
	lanzamiento.
	✓ otros procedimientos y preparativos técnicos para realizar productos o procesos nuevos o mejorados de manera
	significativa, no incluidos en otros apartados; por ejemplo, pruebas y estudios de viabilidad, desarrollo de
	software rutinario, diseño y puesta en marcha de centros de producción destinados al desarrollo o introducción

	de innovaciones de producto o proceso.					
Gastos en actividades de I+D interna	Comprenden:					
	 ✓ Retribuciones a investigadores, becarios, técnicos y auxiliares ✓ otros gastos corrientes (contratación de personal externo trabajando "in situ", contratación de servicios de apoyo a la I+D interna, adquisición de materiales para la realización de I+D) ✓ equipos e instrumentos terrenos y edificios ✓ software ✓ productos de propiedad intelectual. 					
Gastos de I+D externa	Compras de I+D en España y en el extranjero (sin IVA)					
Innovación de producto	Introducción en el mercado de bienes o servicios nuevos o mejorados de manera significativa					
Innovación de proceso	Implantación de procesos de producción, métodos de distribución o actividades de apoyo a sus bienes y servicios que sean nuevos u aporten una mejora significativa.					
Innovación de marketing	Innovación de comercialización (diseño, canales de promoción, marcas nuevas)					

Fuente: PITEC.

Apéndice Tabla A5. Factores que dificultan las actividades de innovación en las PYMES de Madrid que no pertenecen a un grupo: 2013-2016

	Área	1	Áre	Área 2		Área 3		Área 4	
		Valoración	Valoración		Valoración		Valoració		
	% elevado	media	% elevado	media	% elevado	media	% elevado	media	
Falta de fondos empresa/grupo	33.3	1,6	44.6	2.0	42.1	1,9	36,3	1,7	
Falta de financiación externa	19.1	1,1	32.6	1,7	37.0	1,8	36,9	1,8	
Coste demasiado elevado	19.1	1,2	33.7	1,8	36,6	1,8	34,6	1,7	
Falta de personal cualificado	14.3	1,0	12.0	1,3	9.8	1,2	6,2	0,9	
Falta de info. sobre tecnología	14.3	1.2	3.3	0.9	3,4	0,9	5,0	0,9	
Falta de info. sobre mercados	-	1.0	3.3	1,0	6.0	1,1	8,9	1,0	
Dificultad de encontrar socios de cooperación	-	0.6	10.9	1,1	15.3	1,2	11,7	1,1	
Mercado dominado por empresas establecidas	19.1	1,0	28.3	1,7	28.5	1,6	19,0	1,3	
Incertidumbre demanda de innovación	14.3	0.9	28.3	1,8	28.5	1,7	20,7	1,4	
No es necesario debido a inno. anterior	4.8	0,7	3.3	0,7	5,5	0,8	5,0	0,7	
No es necesario: no hay demanda	9.5	1.0	4.4	0,8	8.1	0,8	10,1	0,9	

Nota: Valoración media: Elevado=3; Intermedio=2; reducido=1; no se ha utilizado=0

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC 2015, 2016.

Apéndice Tabla A6. PYMES de Madrid que no pertenecen a un grupo - Fuentes de Información para actividades de innovación tecnológicas en el periodo 2009-2016

	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4	
		Valoración		Valoración		Valoración		Valoración
	% elevado	media						
Propia empresa/grupo	68.8	2,6	69.0	2,5	67.8	2,5	69.8	2,5
Proveedores	43.8	1.9	12.6	1,4	14.3	1,4	13.7	1,3
Clientes	,	0.8	28.7	1,7	35.3	1,9	26.6	1,5
Competidores	6.3	0.7	9.2	1,1	10.9	1,2	8.6	1,0
Consultores, laboratórios os institutos de I+D								
privados	18.8	0.9	8.6	0.8	6.5	0,8	11.9	1,0
Universidades	12.5	0,8	20.7	1,0	8.1	0,7	22.3	1,2
OPIS – org. Públicos de inv.	,	0,3	17.8	0,9	4.2	0,5	17.3	1.1
Centros tecnológicos	,	0,4	8.1	0,6	4.2	0,5	6.1	0.8
Conferencias, ferias, exposiciones	,	0.6	10.3	1,3	9.4	1,1	14.0	1,3
Revistas científicas y publicaciones	,	0.5	12.7	1,4	5.2	1,1	14.8	1,2
Asociaciones profesionales y sectoriales	,	0,8	4.0	0.7	5.5	0,8	3.6	0.9
Número de observaciones	16		174		385		278	

Nota: Valoración media: Elevado=3; Intermedio=2; reducido=1; no se ha utilizado=0; Nota: ´ indica que no hay observaciones para esa pregunta.

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC – 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016

Apéndice Tabla A7. PYMES de Madrid que no pertenecen a un grupo: Cooperación para actividades de innovación: 2006-2011

	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4	
	% que	% que	% que coopera					
	coopera	opera coopera c						
	Domestico	extranjero	domestico	extranjero	domestico	extranjero	domestico	extranjero
Proveedores de equipos, material, componentes o								
software		, 6.4	1	, 6,3		, 4,8	3	, 5,3
Clientes		,	,	, 2.4		, 1,2	<u> </u>	, 2,5
Competidores u otras empresas de su misma rama de								
actividad		,	,	, 2,4		, 1,4		, 1,5
Consultores o laboratorios comerciales	12.8	3 17.0	12.3	3 28.2	10,5	5 22,1	. 8,9	9 28,2
Universidades u otros centros de enseñanza superior	4,3	3	, 2.4	4,4	3,2	L 4,3	3 2,8	8 4,4
Organismos públicos de investigación		,	, 0.4	1 2.0	1,5	5,0,3	3 1,!	5 1,7
Centros tecnológicos		, 1,1	1	, ,	0,6	5 1,2	<u> </u>	, 1,1

Nota: 'indica que no hay observaciones para esa pregunta

Fuente: Elaboración propia con datos PITEC 2008-2011 (a partir de 2012 PITEC junta los datos de centros de investigación públicos y privados en una variable)