ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FACULTADES
Y ESCUELAS DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN
Organismo de Cooperación y Estudio de la Unión
de Universidades de América Latina y el Caribe

XV Asamblea General

25 al 28 octubre del 2016
en la Ciudad de Medellín Colombia,
siendo sede la Universidad EAFIT bajo las siguientes:

Gestión de la tecnología e innovación en las empresas de energías alternativas: Caso español

Gestión de la tecnología e innovación en las empresas de energías alternativas: Caso español

ÁREA TEMÁTICA
Administración

SUB ÁREA TEMÁTICA
Gestión de empresas

AUTOR (ES)
Juan Óscar Ollivier Fierro
Luis Raúl Sánchez Acosta
Mauro Alberto Flores García

INSTITUCIÓN
Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Contaduría y Administración
Campus 2, CP 31125
Chihuahua, Chih.
México

TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO
(614) 4 42 00 65 y 4 12 63 23
jollivier@uach.mx

DOMICILIO
Sierra del Nido 4448
Col. Rinconadas de la Sierra
Chihuahua, Chih. CP 31124
México

Gestión de la tecnología e innovación en las empresas de energías alternativas: Caso español

RESUMEN

Las empresas dedicadas a las tecnologías emergentes, como son las de energías alternativas que han tenido un crecimiento de dos dígitos en la última década, ocupan un papel cada vez más importante en las economías modernas. El objetivo general del proyecto fue el de analizar las principales características del sistema de gestión de la tecnología e innovación en las empresas de energías alternativas, sus principales resultados y efectos económicos en el caso de España. Se propone una investigación aplicada, esencialmente documental, con enfoque cuantitativo, en el periodo de los años 2000 al 2013, empleando información de bases de datos empíricas de fuentes oficiales españolas e internacionales. Se encontraron correlaciones positivas significativas en el encadenamiento entre el gasto en innovación en la industria y el número de patentes, igualmente, se encontraron correlaciones positivas significativas entre las patentes con las exportaciones, el empleo y su contribución al PIB de esta industria. La aportación principal del presente estudio es mostrar a través del caso de la industria de las empresas de energías alternativas en España, como a partir de políticas públicas que inducen estrategias empresariales en materia de gestión de tecnología e innovación, es posible impulsar el desarrollo y crecimiento de una industria con capacidad de satisfacer su mercado interno y competir a nivel global con éxito.

Palabras clave: Energías alternativas, Gestión de la tecnología e innovación, Políticas en ciencia y tecnología, Energías renovables en España, Patentes,

INTRODUCCIÓN

No cabe duda que adicionalmente al prestigio que otorgan los descubrimientos científicos, la mayor motivación por la que se dedican los esfuerzos en ciencia y tecnología en los países desarrollados es de naturaleza esencialmente económica, para incrementar la competitividad de las empresas a través del fortalecimiento de su capacidad de innovación, como uno de los factores clave de su crecimiento económico (Gazni *et al*, 2012, Tejinder, 2010).

Las teorías sobre la innovación en las empresas y sus efectos económicos, parten en la era moderna de los estudios de Joseph Schumpeter (1934), el cual establece las bases y define el concepto de innovación que ha sido retomado y conservado por los diferentes autores sobre este tema, hasta la fecha. La esencia de este concepto reside en considerar una innovación hasta que el producto objeto de la misma, se encuentra en el mercado en su fase de comercialización.

En congruencia con el concepto de Schumpeter antes mencionado, el Manual de Oslo de la OCDE (1997), señala que en la mayoría de los casos se percibe como una innovación tecnológica:

> "Las innovaciones tecnológicas de productos y procesos incluyen la implementación tecnológica de nuevos productos y procesos y mejoras tecnológicas significativas en productos y procesos. Una innovación ha sido implementada si ya ha sido introducida al mercado (innovación de producto) o usada dentro de un proceso de producción (innovación de proceso)."

Igualmente, se considera útil concepto de innovación definido por los investigadores mexicanos Corona y Jasso (2005), refiriéndose a las empresas abarca tanto novedades como adaptaciones, simples y complejas, de productos o ideas que se dirigen a un nuevo mercado.

Durante la mayor parte del siglo pasado, se consideró la innovación, tanto de productos como de procesos, una actividad casi exclusiva de las grandes empresas, fruto de los esfuerzos en materia de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) (Schumpeter, 1934 y Galbraith 1956). Sin embargo en la actualidad, bajo el nuevo contexto económico, los estudios empíricos han demostrado que las pequeñas y medianas empresas, han hecho contribuciones importantes al proceso de innovación general (Rothwell y Zegveld, 1982; Pavitt *et al.* 1987).

En la literatura sobre el tema de innovación, muestra una relación positiva entre las innovaciones tecnológicas, el crecimiento económico y el incremento en el empleo de un país (Vivarelli, 2014, Laal, 2013). La estrategia generalmente empleada para el fomento de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en los países avanzados, ha sido el fortalecimiento de sus capacidades en ciencia y tecnología a través de los Sistemas Nacionales o Regionales de Innovación, generalmente bajo un modelo en el cual concurren de manera coordinada por los gobiernos, las empresas, las instituciones de educación superior y centros de investigación[1] (Freeman y Soete, 1997, Cheng *et al*, 2013, Dejo, 2003).

Las políticas públicas orientadas a la coordinación de esta vinculación, ofrecen por parte de los diferentes niveles de los gobiernos, apoyos financieros para la I+D+i a empresas, universidades y centros de investigación, a través de subvenciones, estímulos fiscales (Fernández *et al*, 2013), créditos blandos y a través de las compras de gobierno a las empresas (Drucker, 1984).

Dentro de esta dinámica del proceso de innovación en las empresas, ha surgido en este siglo XXI el nuevo paradigma de la innovación abierta (del inglés *open innovation*), formulado por primera vez por Henry W. Chesbrough (2003), que considera que las empresas pueden y deben usar las ideas externas tanto como las internas, orientándose al mercado al tiempo que procuran avances en su tecnología. Una ventaja adicional de la innovación abierta es que fortalece el capital social de las empresas al establecerse lazos de comunicación y confianza entre las empresas. La idea central es que en un mundo donde el conocimiento se encuentra ampliamente distribuido, las compañías no pueden apoyarse sólo en su propia tecnología (Escorsa y Valls, 2009).

Los esquemas anteriores orientados al fortalecimiento de las capacidades de I+D+i e incrementar la competitividad de las empresas, forman parte de las estrategias seguidas en los países avanzados, principalmente para el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a mercados emergentes, promisorios, como es el caso de la industria de las energías alternativas o renovables (Niosi, 2010).

En términos generales, la industria de las energías renovables es una industria estratégica en los países desarrollados, los cuales han diseñado planes a largo plazo con el objetivo de reemplazar a las tecnologías de energías tradicionales basadas en combustibles fósiles, contaminantes y no renovables, por tecnologías amigables con el medio ambiente y prácticamente inagotables. Es por ello, que en el mundo se invierten recursos considerables para el desarrollo de estas tecnologías, del orden de 765 millones de USD por año, durante los últimos 25 años, orientados básicamente a lograr su viabilidad económica en relación a las convencionales (Ollivier, 2013).

El crecimiento de la industria de estas fuentes de energía renovable que ha sido de dos dígitos en los últimos años, está generando un impacto favorable en su economía, en la creación de empresas y desarrollo de las existentes en la industria, con su consecuente generación de empleo y riqueza (Worldwatch Institute, 2008).

[1] Este modelo es también denominado de la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff , 1998), mismo que mediante adecuaciones locales, ha demostrado su éxito en los países avanzados.

A pesar de que España no se encuentra dentro de los países líderes en el gasto en investigación y desarrollo (GIDE) expresado como porcentaje del PIB, destaca en el concierto de los países avanzados en algunas industrias en las que tiene un reconocido liderazgo tecnológico a nivel mundial, como es el caso de la industria de las energías alternativas o renovables, particularmente en la solar térmica y eólica, en las cuales las empresas de este país además de satisfacer su mercado interno, se encuentran presentes en una gran cantidad de países, particularmente en la última década (COTEC, 2015).

En 2010, la potencia instalada en energía eólica en España sólo era superada por los Estados Unidos, Alemania y China, y en solar fotovoltaica era el segundo país por detrás de Alemania. La potencia instalada en energías renovables por habitante en España es de las más altas del mundo del orden de 0.7 KW per cápita (Montoya *et al*, 2014).

El origen de las políticas en ciencia y tecnología favorables a las energías renovables en España, proviene de la década de los 90´s, debido a la preocupación mundial por los problemas medioambientales manifestados en la Cumbre de Rio de 1992 y los compromisos contraídos en el Protocolo de Kioto en 1997 con el fin de limitar la emisión de los gases de efecto invernadero, creando con ello un mercado de derechos de emisión de CO_2 (Quintanilla y Maltrás,1992). Posteriormente con la aprobación del libro blanco, se genera una estrategia de acción a nivel de la Comunidad Europea, la cual da pie a la adopción de las Directivas 2001/77/CE y 2009/28/CE, ambas emitidas por esta comunidad, sobre energías renovables (Sevilla *et al*, 2013).

A nivel local, con el impulso de los compromisos mundiales y europeos, mediante el Decreto Real 2818/1998, se estableció una política de retribución para las diferentes tecnologías renovables, consistente en una prima sobre el precio del mercado de energía eléctrica, lo cual fue plasmado en el Plan de Fomento de Energías Renovables (PFER). La esencia de estas políticas de fomento, fueron los subsidios y las primas otorgadas a esta industria, mismas que permitieron su desarrollo tecnológico y fuerte crecimiento de sus empresas en el mercado nacional y de exportación. Se estima que la tasa de crecimiento de esta industria fue en el periodo 2000 – 2012, del orden de 19% anual (Sevilla *et al*, 2013).

Adicionalmente a las ventajas ambientales, desde el punto de vista económico las energías renovables ofrecen las siguientes cuatro grandes ventajas:

- Son intensivas en mano de obra, al crear más trabajos por cada Euro o Dólar invertido, comparado con las energías tradicionales.
- El uso de fuentes energéticas propias, hace que las inversiones quedan en el lugar donde se ubican las instalaciones.
- Contribuyen al progreso de la industria nacional, incrementando la competitividad y abriendo mercados de exportación de productos con alto valor agregado.
- Estimula la creación de empresas y el empleo en el medio rural, particularmente para la producción de la materia prima para la biomasa y biocombustibles.

Cabe destacar el impacto macroeconómico y las grandes externalidades positivas que ha propiciado en los últimos años en España. Por ejemplo en el año 2014 tuvo: una contribución al PIB de 7,387 millones de euros (M€) y una reducción a la balanza comercial debido a sus exportaciones en 2.316 M€. Adicionalmente, el sector de las energías renovables evitó en ese año en este país, la importación de 20.6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) de combustibles fósiles, generando con ello un ahorro de 8,469 M€ y evitando la emisión de 54.4 millones de toneladas de CO_2, valoradas en 325 M€ (APPA, 2015).

Los logros anteriores se obtuvieron en buena medida gracias a la investigación y desarrollo de esta industria, que en 2014 destinó en actividades de I+D+i 216 M€, que representó 3.52% de su contribución al PIB, cuando la media de la economía española fue de 1,24% del PIB y la europea de 2.2%, lo cual pone de manifiesto una estrategia en mantenerse a la vanguardia en esta tecnología de la energías renovables (FECYT, 2015).

Por otra parte, se observa una convergencia de las políticas europeas en energías renovables, particularmente con la política del FIT[2] (del inglés "Feed-in Tariffs"), para la retribución de la energía fotovoltaica en el modelo de autoconsumo (Gallego, 2015, Jacobs, 2012).

Algunos conceptos clave en este campo de las energías alternativas o renovables, de acuerdo a las definiciones de los organismos internacionales como la Agencia Internacional de Energía[3] (IEA), se consideran como *energías no renovables*, las tradicionales basadas en los hidrocarburos, como son: el petróleo; el gas asociado al mismo, el carbón y la energía nuclear. Por otra parte, como *energías renovables*: la solar; la eólica; la geotérmica; los biocombustibles; las marinas, la combustión de biomasa y la hidráulica. A excepción de las dos últimas, que han sido empleadas tradicionalmente, las otras energías renovables son relativamente nuevas y por lo mismo se les denomina también energías alternativas (Worldwatch Institute, 2007).

De acuerdo a su ciclo de vida, las tecnologías energías alternativas o renovables se pueden clasificar en las siguientes tres: 1) de la primera generación, la hidráulica, la combustión de biomasa y la geotérmica; 2) de la segunda generación, la eólica, la bioenergía, la solar térmica y fotovoltaica y 3) de la tercera generación, concentración de energía solar, las energías del océano, sistemas geotérmicos avanzados y los sistemas integrados de bioenergía (IEA, 2007).

En cuanto a su tendencia, el crecimiento previstos para el periodo 2005-2030, considerando el escenario APS[4] (del inglés Alternative Policy Scenario) por la IEA, las tres primeras energías de mayor crecimiento son: la solar fotovoltaica de 60 veces; las oceánicas 46 veces; y la eólica 18 veces (IEA, 2007), lo cual muestra un fuerte crecimiento a futuro, debido principalmente a la etapa temprana en la que actualmente se encuentran estas tecnologías en su ciclo de vida.

Cabe mencionar, que para los fines del presente estudio, se considera como industria de las energías alternativas o renovables el conjunto de ellas, que aun cuando son de distinta naturaleza, todas ellas son utilizadas para fines energéticos, pudiéndose clasificar en las siguientes tres clases de acuerdo a su objetivo: 1) generación de energía eléctrica; 2) generación de energía térmica; y 3) generación de biocarburantes (APPA, 2015).

Problema de investigación

Como antes se mencionó, se considera que la importancia de los sistemas de gestión de la tecnología e innovación en el desarrollo de las empresas de la industria de las energías renovables, no ha sido suficientemente analizado y valorado en la literatura, de ahí que el problema de investigación, enunciado de manera genérica, fue falta de conocimiento sobre la influencia que puede ejercer la gestión de la tecnología e innovación en el desarrollo de las empresas de la industria de las energías renovables. Para ello, se ha seleccionado como caso de estudio la industria de las energías renovables en

[2] La política FIT consiste en el pago a una tarifa preferencial por el suministro de energía que hace un particular a la red eléctrica.

[3] Los países miembros de la IEA son: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Corea del Sur, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelandia, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Turquía, El Reino Unido y los Estados Unidos.

[4] APS es el escenario que considera que la mayor parte de los países van a fomentar las energías renovables por razones estratégicas, económicas y ambientales.

España en lo que va del presente siglo XXI, periodo marcado por el florecimiento y exportaciones de esta industria, de donde surgen las siguientes preguntas de investigación relativas a esta industria,

- ¿Hasta qué punto han sido determinantes los financiamientos en ciencia y tecnología en los resultados del sistema de innovación de las empresas de energías alternativas?
- ¿Hasta qué punto han sido determinantes los resultados del sistema de innovación de las empresas de la industria de energías alternativas en su desarrollo económico?

Objetivos

El objetivo general del proyecto fue el de identificar y analizar las principales características del sistema de gestión de la tecnología e innovación de las empresas de energías alternativas, su financiamiento, principales resultados y efectos económicos en esta industria en el caso de España en lo que va del presente siglo, de donde se derivan los siguientes objetivos específicos,

1. Analizar las principales características del sistema de gestión de la tecnología e innovación de la industria y sus resultados.
2. Identificar la relación entre el financiamiento en I+D y el registro de patentes por las empresas de esta industria.
3. Analizar la relación entre las patentes y el desarrollo económico de las empresas de esta industria.

Hipótesis

Para la formulación de hipótesis se considera como indicador representante del insumo de entrada (input), el gasto en investigación y desarrollo ejecutado en las empresas, de la misma forma se considera las patentes como un indicador representante de los resultados (output), de la innovación. Con base a las preguntas y objetivos anteriores, se plantean las siguientes hipótesis, considerando la industria de energías alternativas en España en el presente siglo.

H1: El gasto en investigación y desarrollo en las empresas de la industria de energías alternativas se encuentra estrechamente correlacionado con el registro de sus patentes.
H2: Las patentes de las empresas de la industria de energías alternativas se encuentran estrechamente correlacionadas con su desarrollo económico.

Las variables y sus dimensiones consideradas en estas hipótesis, son las siguientes.

- "Gasto en investigación y desarrollo en las empresas de la industria de energías alternativas", gasto anual en I+D, en millones de Euros.
- "Registro de patentes", por las industria de energías alternativas, en cantidad de patentes registradas, en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) o en la Oficina Europea de Patentes (del inglés EPO).
- "Desarrollo económico", medido por la aportación al Producto Interior Bruto del país por esta industria, en millones de Euros.

Justificación

Los resultados de la presente investigación deberán ser aplicables y útiles para el desarrollo de políticas de gestión de la tecnología e innovación en las empresas en la industria de energías renovables en diferentes regiones de países en desarrollo y específicamente para Latinoamérica.
Igualmente estos resultados, deberán aportar elementos teóricos para una mejor comprensión del

efecto de los sistemas gestión de la innovación en el desarrollo económico en las sociedades modernas, tanto de países avanzados como en desarrollo.

Adicionalmente, el enriquecimiento del conocimiento sobre el tema en los cursos y en la dirección de tesis de alumnos de posgrado en las facultades de contaduría y administración de universidades latinoamericanas.

Supuestos

Esta investigación parte de las siguientes premisas,

- Las políticas y programas de ciencia y tecnología pueden tener una influencia en el desarrollo económico y social de las empresas.
- España ha tenido un desarrollo importante en las empresas de la industria de las energías alternativas en este siglo.
- Las energías alternativas permiten disminuir la contaminación ambiental, particularmente la emisión de gases de efecto invernadero.

MÉTODO

Diseño

Se propone una investigación aplicada, esencialmente documental, de tipo no experimental, con enfoque cuantitativo, que considera el periodo de los años 2000 al 2013 el caso de las empresas en la industria de las energías alternativas españolas. Parte de un método hipotético deductivo, empleando información de bases de datos de fuentes oficiales españolas e internacionales, sobre indicadores de ciencia y tecnología, partiendo del gasto en investigación y desarrollo en la industria de las energías alternativas, para analizar su efecto sobre indicadores de innovación, así como su posible efecto en el desarrollo económico de esta industria.

Sujetos

La unidad de análisis, es esencialmente las empresas de la industria de energías alternativas en España, desde el punto de vista de la gestión de las actividades de gestión de la investigación, desarrollo e innovación, en los años 2000-2013. Aun cuando se considera el sector de la industria de energías alternativas o renovables en su conjunto para los fines de este estudio, cabe mencionar, que este sector está a su vez conformado por los siguientes subsectores: Biocarburantes, Biomasa para generación Eléctrica y Térmica, Eólica, Geotermia, Marina, Minihidráulica, Solar Fotovoltaica y Solar Térmica.

Variables a nivel de la industria de energías alternativas

Las principales variables consideradas son, tanto de entrada, como de salida del proceso de gestión de la I+D+i en la industria de energías renovables, así como de carácter económico, fueron los siguientes indicadores:

- El gasto anual en I+D+i por las empresas en Euros y % de las ventas
- La cantidad de personal dedicado a la I+D+i,
- La cantidad de artículos científicos publicados anualmente,

- La cantidad anual de patentes por residentes en España, Europa e internacionales (PCT[5]),
- La cantidad anual de modelos de utilidad,
- Las ventas de la industria,
- Las exportaciones de la industria,
- La evolución del empleo y aportación al PIB nacional,

Alcance y limitaciones

El alcance y capacidad de generalizar los resultados del estudio será sólo a la industria de las energías alternativas en España en el periodo 2000 – 2013. Su extrapolación o aplicación a otras regiones o industrias dependerá de la similitud de sus características en materia de políticas de ciencia y tecnología, económicas y sociales.

La limitación principal es la veracidad y accesibilidad de bases de datos relativas a las actividades de ciencia, tecnología e innovación consultadas, tanto a nivel del país como de la industria de energías renovables en el mismo.

RESULTADOS

La estrategia de análisis consistió primeramente en presentar un breve panorama descriptivo del peso de la industria en el contexto del país. En segundo lugar observar la evolución de las variables gráficamente en series de tiempo para identificar de acuerdo a su secuencia lógica las correlaciones entre variables, en cada uno de los siguientes dos pasos:

- Entre los flujos de fondos (inputs) y los resultados (outputs) del proceso de gestión de la I+D+i en la industria de energías renovables. Se consideran como resultados de este proceso, las patentes relacionadas a esta industria registradas en España y en Europa ambas por las empresas españolas.
- Entre los resultados gestión de la I+D+i en la industria de las energías renovables, la generación de empleo y sus ventas, medidas por su contribución al PIB.

Importancia de la industria de energías alternativas

La energía producida y consumida en un país, se puede clasificar en tres tipos, eléctrica, térmica y carburantes para vehículos. De la totalidad de la energía eléctrica generada en España en 2014, el 42.8%, que correspondió a una potencia instalada de 32,850 MW, fue generada por las siguientes tecnologías de energías alternativas: Eólica 47.4%; Hidráulica 36.2%; Solar fotovoltaica 7.2%; Solar Térmica 4.7%: y Térmica renovable 4.4%.

La energía térmica generada en ese año por las energías renovables fue de 4,365 Ktep[6], distribuida de la siguiente forma: Biomasa 92.7%; Solar térmica 5.9%; Biogas 1%; y Geotérmica 0.5%. En cuanto a los biocarburantes, tuvieron de cada uno de sus mercados las siguientes cuotas: el Biogasóleo 4.2%; Bioetanol 4.1%; Biodiesel 3.9% (APPA, 2015).

Relación entre el gasto en I+D+i y sus resultados

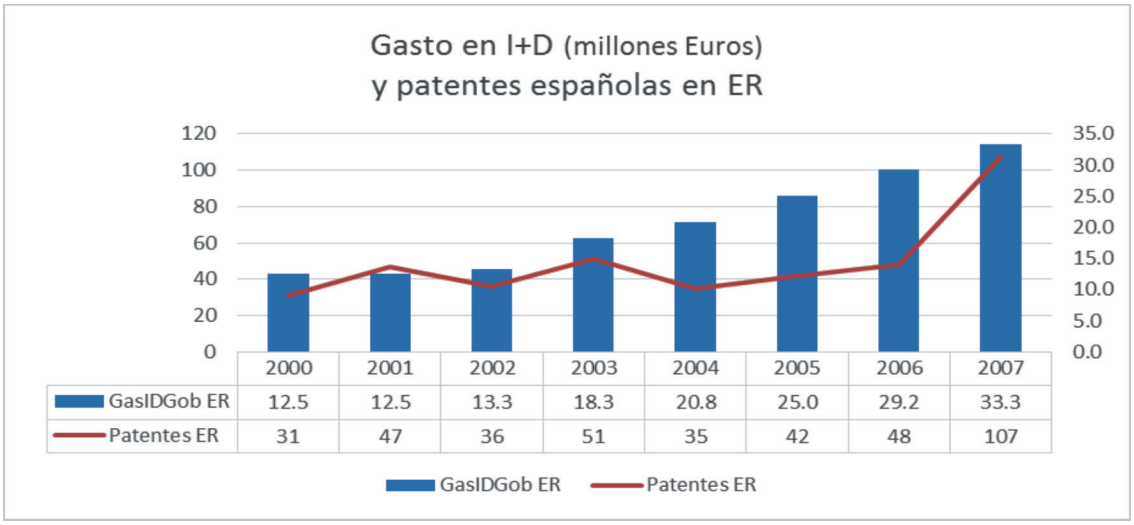
Referente a la evolución del gasto gubernamental en I+D+i en la industria de las energías alternativas (inputs) y las patentes, como resultados (outputs) de este proceso, se muestra a continuación en

[5] El Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) fue concertado en 1970 y modificado en 2001, está abierto a los Estados parte en el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, administrado por la OMPI.

[6] Ktep, equivale a miles de toneladas equivalentes de petróleo.

la Fig. 1. Se consideran como resultados de este proceso, las patentes relacionadas a esta industria registradas en España y en Europa, ambas por españoles (OCDE/IEA, 2009).

Figura 1. Evolución del gasto en I+D+i y patentes en la industria de energías renovables (ER) en España en 2000 a 2007



Fuente: Elaboración de los autores con datos de la OCDE/IEA, 2009

Se observa una evolución prácticamente paralela entre el gasto en la I+D+i y el registro de patentes en España en la industria de energías renovables.

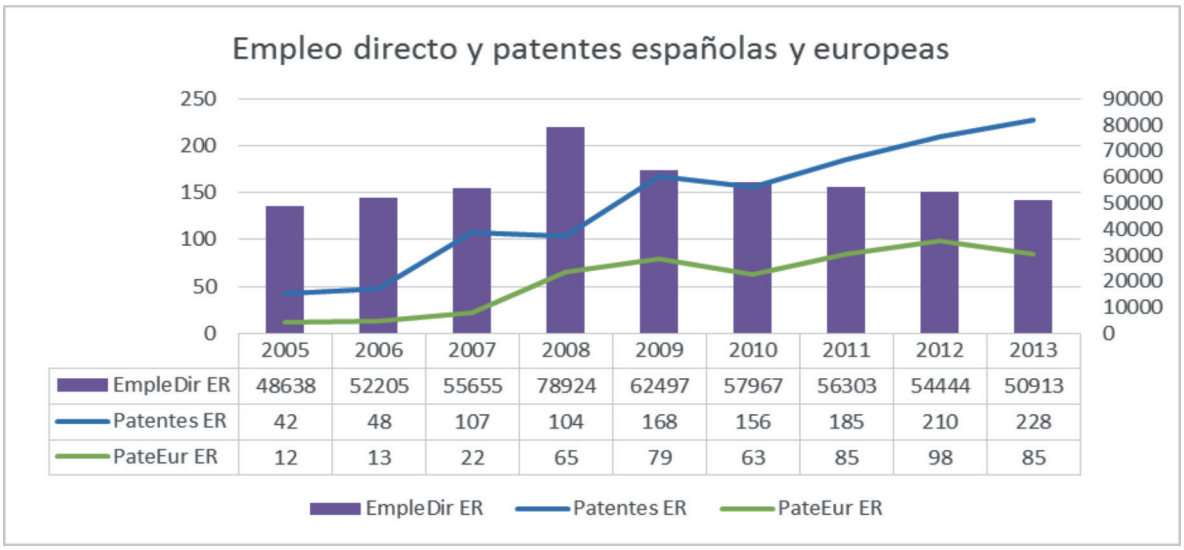
En cuanto al empleo directo generado por esta industria de las energías alternativas o renovables, el Cuadro 1 y la Fig. 2, muestran su evolución, así como el número de patentes registradas en España y Europa por españoles relacionadas a esta industria.

Cuadro 1. Empleo directo y número de patentes españolas y europeas registradas por empresas españolas en la industria de las energías alternativas

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Número de trabajadores (miles)	48.63	52.2	55.65	78.92	62.5	57.96	56.3	54.44	50.91
Patentes españolas	42	48	107	104	168	156	185	210	228
Patentes europeas	12	13	22	65	79	63	85	98	85

Fuente: Elaboración de los autores con datos de la APPA, 2015

Figura 2. Evolución del empleo directo y patentes en la industria de las energías renovables en España y europeas de origen español.



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EmpleDir ER	48638	52205	55655	78924	62497	57967	56303	54444	50913
Patentes ER	42	48	107	104	168	156	185	210	228
PateEur ER	12	13	22	65	79	63	85	98	85

Fuente: Elaboración de los autores con datos de la APPA, 2015

Se observa un crecimiento del empleo directo en la industria de energías renovables en España hasta 2008, que alcanza 78,924 trabajadores, empezando a decrecer a partir de este año, debido esencialmente a la crisis mundial y los cambios en las políticas energéticas, cabe mencionar que incluyendo el empleo indirecto, esta cifra alcanzó en ese año 136,160 personas.

Como antes se mencionó, además del efecto de la crisis económica mundial a partir del 2009, en el caso de la industria en energías renovables se enfrenta desde el 2011 con prácticamente la supresión de los subsidios y primas de los que gozaba esta industria, lo cual explica la disminución del empleo en ella (Gil, 2013).

Sin embargo, a pesar de lo anterior, en cuanto al registro de patentes en España y en Europa por españoles, continuó incrementándose, particularmente las primeras, alcanzando 228 en 2013, sugiriendo que esto es debido principalmente a la inercia y fortaleza de la gestión de la tecnología e innovación en las empresas de la industria (Lee *et al*, 2013).

A fin de dar respuesta a la primera pregunta de investigación, se encontraron los coeficientes de correlaciones de Pearson entre las variables, "Gasto gubernamental en I+D+i en la industria en energías renovables" y el "registro de patentes en España" de 0.954 ($P<0.001$) y con el "registro de patentes europeas" de 0.991 ($P<0.001$). Considerando que las patentes es uno de los resultados (output) del proceso de innovación reconocido por la literatura internacional, estas altas correlaciones sugieren la efectividad del gasto en I+D+i en las empresas de esta industria.

Relativo al tipo de contratación del personal contratado por estas empresas, en promedio el 81.3% fue indefinido y el 18.7% fue por duración determinada. Este porcentaje del tipo de contratación por tiempo indefinido, contrasta con la media de las empresas españolas, que es de 69.1%, lo cual se puede explicar debido a la demanda de esta industria de personal con altos niveles de calificación. La proporción del personal empleado en esta industria según su categoría es: 32.3% profesionistas; 18.4% técnicos; 36.6% encargados y oficiales y 12.7% auxiliares (Nieto, 2008).

Relación entre las patentes y el crecimiento de la industria

Referente al desarrollo económico de esta industria de las energías renovables, en la relación entre el registro de patentes europeas relacionadas a esta industria y sus ventas, medidas a través de la contribución que hace esta industria al PIB, se encontró entre ellas con el coeficiente de Pearson una correlación positiva significativa de 0.905 (P=0.005), lo cual sugiere la importancia del impacto de la gestión de la I+D+i de esta industria en su desarrollo económico y en el del país.

La industria de las energías renovables española se ha caracterizado por ser altamente exportadora en el presente siglo, a continuación el Cuadro 2 muestra la evolución del monto de las exportaciones.

Cuadro 2. Exportaciones y contribución al PIB español
de la industria de las energías renovables (millones de Euros)

Variable	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Contribución al PIB	5,561	8,136	9,588	10,135	10,325	10,535	9,497
Exportaciones	3,433	3,853	3,165	3,331	3,340	3,067	3,393
Exportaciones / contribución al PIB (%)	61.7	47.3	33.0	32.9	32.3	29.1	35.7

Fuente: Elaboración de los autores con datos de la APPA, 2015

Se observa un crecimiento sostenido de la contribución al PIB de la industria de las energías renovables hasta 2012 y un nivel de exportaciones que se ha mantenido prácticamente estable. Cabe observar que las exportaciones representan un porcentaje relativamente alto de las ventas de esta industria, que varía en el rango del 60 al 30% en este periodo, lo cual revela la competitividad y capacidad exportadora de esta industria a nivel global.

En cuanto al impacto de las exportaciones en el empleo directo en esta industria, se encontró con el coeficiente de Pearson una correlación positiva significativa entre estas variables, de 0.814 (P=0.014), lo cual sugiere la aportación que hace al empleo y a la economía española esta industria (López y Edgerton, 2011).

Discusión

En el análisis de las empresas de la industria de las energías alternativas o renovables, se mostró la correlación positiva significativa entre el gasto en actividades de I+D+i en la industria y los principales resultados de estas actividades, como son el registro de patentes, tanto españolas como europeas, lo cual permite probar la primera hipótesis, *H1: El gasto en investigación y desarrollo en la industria de energías alternativas se encuentra estrechamente correlacionado con el registro de patentes en ella*.

El coeficiente de Pearson de la correlación positivas significativas entre la variable "Gasto en I+D+i en la industria en energías renovables" y el registro de patentes españolas fue de r = 0.954 y europeas de r = 0.991, ambas correlaciones con probabilidad mayor de 99% (P<0.01).

Dicho resultado es congruente con el estudio de Sevilla, Golf y Driha (2013), en el que se menciona que España se encuentra entre los países del mundo con mayor propensión a patentar en energías renovables, situándose en el lugar número dos en el caso de la eólica, cuarto en solar y quinto en geotermia y maremotriz.

Igualmente, se mostró la correlación entre las patentes europeas de la industria de las energías renovables con su desarrollo económico, medido por la contribución que hace esta industria al PIB del país, lo cual permite probar la segunda hipótesis *H2: Las patentes de la industria de energías renovables se encuentran estrechamente correlacionadas con su desarrollo económico.*

Esta hipótesis H2 se comprueba con los resultados que muestran una alta correlación positiva significativas entre la variable "Contribución de la industria en energías renovables al PIB del país" y el registro de patentes europeas ($r = 0.905$), con probabilidad mayor de 99% ($P<0.01$). Esta situación se refuerza con la correlación positiva significativa ($r = 0.81$), entre el empleo directo en esta industria de las energías renovables y las exportaciones por esta misma industria, con una probabilidad de 95% ($P<0.05$).

El resultado anterior, se puede contrastar de manera congruente con el encontrado en la literatura, en que solamente en el año 2008 el sector de las energías renovables tuvo un crecimiento económico de 37.3%, cuando el país creció sólo 3% (INE, 2015), es decir más de doce veces

CONCLUSIONES

En función de los resultados anteriores, se pueden inferir las siguientes conclusiones relativas a la gestión de la tecnología e innovación en la industria de las energías alternativas en España:

1. Se encontraron correlaciones positivas significativas en el encadenamiento entre el gasto en I+D+i esta industria y sus principales resultados, número de patentes y artículos científicos, lo cual permitió probar la hipótesis *H1*
2. Igualmente, se encontraron correlaciones positivas significativas en el encadenamiento entre los principales resultados del sistema de innovación, particularmente de las patentes con las exportaciones, el empleo en esta industria y su contribución al PIB, lo cual permitió probar la hipótesis *H2*

Conclusión general

La aportación principal del presente estudio es mostrar a través del caso de la industria de las empresas de energías alternativas en España, como a partir de políticas públicas y estrategias empresariales orientadas a la gestión de tecnología e innovación, es posible impulsar el desarrollo y crecimiento de una industria con capacidad de satisfacer su mercado interno y competir a nivel global con éxito.

Para ello es importante considerar, que no obstante que España no se encuentra entre los países líderes del mundo que invierten más recursos en ciencia y tecnología en términos del GIDE como % del PIB, como antes se expuso, si se puede considerar actualmente líder en algunas tecnologías de energías renovables (principalmente solar térmica y eólica), debido principalmente a las políticas públicas diseñadas en este campo hace un par de décadas, que han orientado en las empresas estrategias en materia de gestión de tecnología e innovación.

Recomendaciones

Dado que todos los países requieren energía para su desarrollo y particularmente para el crecimiento de su economía, de manera general, se recomienda a los países en desarrollo en general y a los latinoamericanos en particular (Echeverría, 2013, Salami y Soltanzadeh, 2012), desplegar políticas en ciencia y tecnología para fomentar las tecnologías emergentes, como es el caso de las energías renovables, principalmente por las siguientes importantes razones:

1. Son indispensables y pieza clave para su desarrollo económico y proporcionales al mismo.
2. Son generadoras de empleo calificado.
3. Estratégicamente, les permiten disminuir su dependencia de fuentes externas de energía.
4. Disminuyen los efectos dañinos al medio ambiente, como puede ser los gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPA, (2015). *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables 2014*. Madrid. Asociación de empresas de energías renovables de España.

Corona, L y J Jasso, (2005). Enfoques y características de la sociedad del conocimiento. Evolución y perspectivas para México. En *Innovación en la sociedad del conocimiento*, Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

COTEC, (2015). *Informe COTEC 2015. Tecnología e innovación*. Madrid. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.

Cheng, Ch., Lin Y. y Chu P. (2013), Facilitators of national innovation policy in a SME-dominated country: A case study of Taiwan *Innovation: Management, policy & practice* 15(4): 405–415.

Chesbrough, Henry William (2003). *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press.

Drucker, P, (1984), *Innovation and Entrepreneurship. Practice and Principles*, New York.

Escorsa P., Valls, P. (2009). "Tecnología e innovación en la empresa", Barcelona Ediciones UPC.

Dejo, F. (2003), Cómo desarrollar la ciencia y la tecnología en los países atrasados: Una mirada en prospectiva. *esan-cuadernos de difusión,* Año 8, n.º 15, diciembre de 2003

Echeverría, J. (2013).Evaluar las innovaciones y su difusión social. ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política. N.º 48, pp. 173-184, doi: 10.3989/isegoria.2013.048.09

Etzkowitz, H., y Leydesdorff L. (1998). The endless transition: A 'triple helix' of universityindustry-government relations. *Minerva* 36(3): 203–208

FECYT, (2015). *Indicadores del sistema español de ciencia tecnología e innovación 2014*. Madrid. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Fernández, P., Ortiz E., Bernat J. (2013). The deployment of electricity generation from renewable energies in German and Spain: A comparative analysis base don a simple model. Energy Ploicy, Vol. 57 p552-562, DOI: 10.1016/.enpol2013.02.027.

Freeman, C., y Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*. Psychology Press.

Galbraith, J. K. (1956). *The affluent Society*. Boston: Houghton Mifflin.

Gallego, C., Victoria M. (2015). Cost-free fee-in tariffs for renewable energy deployment in Spain. *Renewable Energy: An International Journal*. Vol 81, p411-420. DOI: 10.1016/j.renene.2015.03.052.

Gazni, A., Sugimoto, C.R., y Didegah, F. (2012).Mapping world scientific collaboration: Authors,institutions, and countries. *Journal of the American*
Society for Information Science and Technology, 63(2), 323–335. DOI: 10.1002/asi.21688.

Gil, F. (2013). Energías Renovables en España. *Revista de obras públicas.* Vol 160, Issue 3548, p43-52.

IEA, (2007). "Renewables in Global Energy Supply an IEA fact sheet", International Energy Agency (IEA), OCDE, Paris.

___, (2009). *Spain 2009 Review.* International Energy Agency. Paris. OCDE/IEA.

INE, (2015). *Estadísticas en Ciencia y Tecnología 2015*. Madrid. Instituto Nacional de Estadísticas.

Jacobs, D. (2012). *Renewable Energy Policy Convergence in the EU: The Evolution of Feed-in Tariffs in Germany, Spain and France*. Farnham, Ashgate.

Laal, M., (2013), Lifelong Learning and technology. Procedia - Social and Behavioral Sciences 83 pp. 980 – 984

Lee, K., Kim J., Oh J. y Park K. (2013), Economics of Intellectual Property in the Context of a Shifting Innovation Paradigm: A Review from the Perspective of Developing Countries. Global Economic Review, Vol. 42, No. 1, pp. 29-42, doi.org/10.1080/1226508X.2013.769801.

López, S. y Edgerton D. (2011). Las relaciones entre los investigadores científicos y la actividad económica. *Revista ArtefaCToS*, Vol 4, No 1, pp. 3-17.

Montoya, F., Aguilera M. y Manzano F. (2014). Renewable energy production in Spain: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Vol 33,

p509-531. DOI: 10.1016/j.rser.2014.01.091.

Nieto, J. (2008), "Estimación del empleo en energías renovables 2007", *Instituto Sindical del Trabajo, Ambiente y Salud*, ISTAS, CCOO, España.

Niosi, J. (2010), Rethinking science, technology and innovation (STI) institutions in developing countries. *Innovation: Management, policy & practice* 12: 250–268.

OECD, (1997). *Proponed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual*, Paris: OECD

Ollivier, J. (2013). Impacto económico en la creación de empresas y empleo de la industria de energías renovables: Caso español, en *Organización, desarrollo regional y sustentabilidad.* México, Ed. Gasca.

Pavitt, K, M Robson y J Towsend (1987). The size of the innovating firms in the UK: 1945-1983, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 55, pp. 297-316.

Quintanilla, M. y Maltrás B. (1992). La estructura de la producción científica en España (1981-1989) y las prioridades del plan nacional. *Revista Arbor*, No 554-555, tomo CXLI, pp. 107-130.

Rothwell, R y W Zegveld (1982). *Innovation and Small and Medium Sized Enterprises*. London, Pinter.

Salami, R. y Soltanzadeh J. (2012), Comparative Analysis for Science, Technology and Innovation Policy; Lessons Learned from Some Selected Countries (Brazil, India, China, South Korea and South Africa) for Other LdCs Like Iran. Journal of Technolgy Management & Innovation, Vol. 7, Issue 1.

Schumpeter, J, (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA, Cambridge University Press.

Sevilla, M., Golf E. y Driha O. (2013). Las energías renovables en España. *Estudios de Economía Aplicada*, Vol 31-1, pp 35-80.

Tejinder, S., (2010). Innovations and development. Role of innovation In growth of countries. *Perspectives of Innovations, Economics & Business,* Vol.4, Issue 1, pp. 15-17.

Vivarelli, M., (2014). Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of Economic Literature. *Journal of Economic Issues*, Vol. XLVIII No. 1, DOI 10.2753/JEI0021-3624480106.

Worldwatch Institute, (2007), "Vital Signs. The trends that are Shaping the Future", W.W. Norton & Company, New York.