

---

# HACIA UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA ECO-INNOVACIÓN COMO MOTOR DE LA COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE

**CARRILLO-HERMOSILLA, JAVIER**

Universidad de Alcalá (UAH)

**DEL RÍO GONZÁLEZ, PABLO**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
(CSIC)

**KIEFER, CHRISTOPH P.**

**CALLEALTA BARROSO, FRANCISCO JAVIER**

Universidad de Alcalá (UAH)

Las eco-innovaciones, definidas como aquellas innovaciones que generan mejoras en la gestión de los impactos ambientales de las actividades de producción y consumo, se han mostrado como pieza clave para mitigar la tradicional dicotomía entre competitividad y sostenibilidad (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010; Kemp y Pearson 2007; Rennings 2000; Ekins 2010; OECD 2012; Kiefer *et al.*, 2015).

Sin embargo, el término «eco-innovación» se ha usado profusamente en diversos contextos y con diferentes connotaciones, lo que podría reducir su valor práctico. Frente a esta complejidad, su política y su gestión puede beneficiarse sobremanera de un análisis empírico que aborde en profundidad sus características fundamentales, y que permita comprender mejor los determinantes de su desarrollo, adopción y difusión. A pesar de los abundantes estudios en el campo, sigue siendo escaso un conocimiento más preciso sobre tales características, en buena medida por el carácter mayoritariamente cualitativo de dichos estudios, o si son cuantitativos por su elaboración a partir de datos secundarios sobre innovación, que por su carácter general son muy poco enfocados (si lo son) en la eco-innovación.

Tales estudios han tratado la radicalidad/novedad de la eco-innovación (Kemp y Foxon 2007a; Christensen 1997; Bartolomeo *et al.*, 2003), el grado de compatibilidad con los sistemas industriales y los mo-

delos de negocio establecidos (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010; OECD 2012; Bocken *et al.*, 2014; Braungart *et al.*, 2007), así como el impacto ecológico generado (Hofstra y Huisingsh 2014; Horbach *et al.*, 2012; Frondel *et al.*, 2004). Este por su parte puede ser no intencional (Kemp y Pearson 2007). Se consideran los impactos de las eco-innovaciones sobre los procesos de la creación conjunta de valor (externo) (p. ej. Howells 2006; Linton *et al.*, 2007; De Marchi 2012; Mancinelli y Mazzanti 2008), cambios en procesos productivos, estructuras organizativas, modelos de negocio o estrategias de *marketing* (interno) (Cainelli *et al.*, 2015).

Debido a la relevancia teórico-práctica que en los últimos años ha tomado el concepto de eco-innovación, a la abundancia de aproximaciones al mismo, y a la falta de precisión en su definición, nuestro artículo Carrillo-Hermosilla *et al.* (2010) intentó contribuir a la delimitación de sus términos. Con base en una extensa revisión de la literatura y en estu-

dios cualitativos sobre una serie de casos de diferentes eco-innovaciones, en distintas empresas, sectores y países, propusimos un marco conceptual conformado por distintas dimensiones de la eco-innovación, en concreto las de diseño, usuario, producto-servicio y gobernanza. Nuestros resultados sugieren que la capacidad de eco-innovar para crear nuevas oportunidades de negocio y contribuir a la transformación hacia una sociedad sostenible depende de una interrelación entre esas dimensiones y el compromiso de los grupos de interés clave (*stakeholders*) en el proceso de innovación.

De entre las diferentes dimensiones analizadas en Carrillo-Hermosilla *et al.* (2010), la del diseño caracteriza de manera muy principal a la eco-innovación, por su posición central en el proceso de cambio. En ella, se recogen los aspectos tecnológicos de la innovación (avance frente a soluciones ya existentes) y los impactos sobre estructuras empresariales e industriales establecidos (impactos generados). La etapa de diseño de productos y desarrollo de procesos, que se considera clave para determinar sus costes y rentabilidad, es también una inmejorable oportunidad para fijar objetivos ambientales. Durante esta temprana fase, las decisiones sobre los materiales más importantes, los procesos y las fuentes de energía determinan en gran medida los impactos medioambientales que tendrá un producto o servicio durante todo su ciclo de vida (Carrillo-Hermosilla *et al.* 2009). Así, la eco-innovación en el diseño permite contemplar simultáneamente las perspectivas económica y ecológica del cambio. Claramente, estas dos perspectivas están muy relacionadas. Su consideración mutua puede facilitar una mejor comprensión del fenómeno de la eco-innovación.

En Carrillo-Hermosilla *et al.* (2010) se propone y desarrolla un marco conceptual con base en esas dos perspectivas, que permite identificar tres niveles de eco-innovación dentro de su dimensión de diseño (ver Figura 1):

- Las soluciones de «final de tubería» (*end-of-pipe*, EOP), añaden componentes adicionales a los sistemas productivos existentes. Pretenden minimizar y reparar los impactos negativos sin cambiar el proceso y el sistema que produce el problema. En la medida que se trata de un componente adicional al sistema, este tipo de tecnologías introducen nuevos costes en los procesos, en la mayor parte de los casos sin añadir valor a los bienes y servicios producidos. Desde comienzos de los años 1960, la instalación de estas tecnologías ha producido importantes mejoras en la calidad del aire y del agua, especialmente en las economías avanzadas; existen oportunidades similares en numerosas economías en desarrollo. Sin embargo, en la medida que las tecnologías EOP no cambian el proceso fundamental, tan sólo solucionan parcialmente el problema ambiental.
- Las soluciones eco-eficientes y la optimización de subsistemas reducen los impactos negativos de la

actividad productiva mediante la creación de una mayor cantidad de bienes y servicios a partir de un uso inferior de recursos, generando menores residuos y contaminación. El término eco-eficiencia fue acuñado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en su publicación «Changing Course» (Schmidheiny, 1992). Desde entonces, los mercados y prácticas eco-eficientes se han desarrollado con rapidez y sus beneficios han sido probados por miles de empresas. La eco-eficiencia aspira a hacer menos destructivos los antiguos sistemas, pero su objetivo, aunque admirable, es limitado. Reducción, reutilización y reciclaje disminuyen los niveles de contaminación y de agotamiento de recursos, aplazando el problema pero no resolviéndolo. Por otra parte, en muy pocas ocasiones esas mejoras incrementales añaden un valor visible a los bienes producidos y, por lo tanto, difícilmente aportan una ventaja competitiva a las empresas que los comercializan.

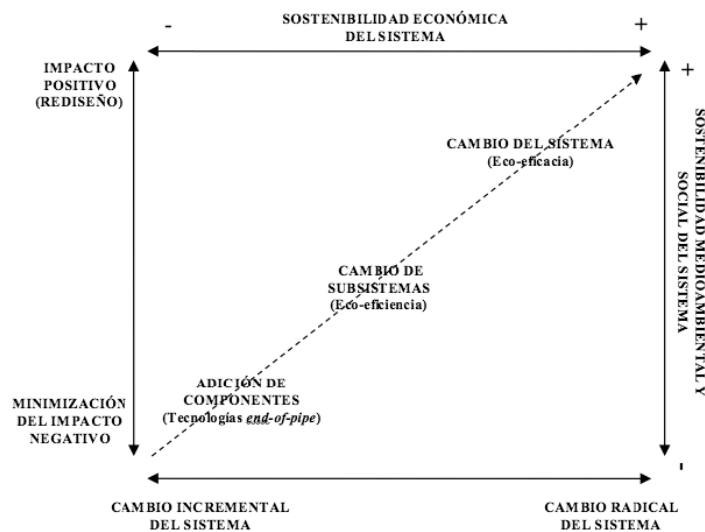
- Las soluciones eco-eficaces y el rediseño de sistemas maximizan la sostenibilidad ambiental y al tiempo el servicio producido. Este enfoque se basa en la analogía entre sistemas naturales y artificiales que ha desarrollado la ecología industrial (1), y estudia cómo deberían los sistemas industriales incorporar los principios propios de ecosistemas naturales y cómo cambiar de sistemas lineales (de ciclo abierto), en los que el consumo de recursos y las inversiones atraviesan el sistema y se convierten en residuos, a otros procesos de ciclo cerrado en los que los residuos se convierten en insumos para otros procesos. La eco-eficacia permite responder con mayor eficacia a las apremiantes exigencias del desarrollo sostenible al tiempo que fomenta en mayor medida la competitividad de las empresas.

Siguiendo esta tipología basada en tres niveles de eco-innovación, resulta sencillo entender que el tránsito desde las soluciones tecnológicas «de final de tubería» y eco-eficientes hacia las soluciones eco-eficaces provee a la industria y las naciones de mayores oportunidades de mejora, impulsando a un tiempo su competitividad y sostenibilidad. En Carrillo-Hermosilla *et al.* (2009 y 2010) se desarrollan sus características principales y se plantean numerosos ejemplos.

En este artículo pretendemos explorar la estructura subyacente del concepto de eco-innovación, avanzando en la cuantificación de aquel marco conceptual cualitativo previo (Carrillo-Hermosilla *et al.* 2010), particularmente en la dimensión del diseño de la eco-innovación, mediante la obtención y explotación estadística de datos primarios.

En consecuencia, el presente artículo está estructurado de la siguiente manera: tras esta introducción en la que se resume nuestra aproximación a la dimensión del diseño de la eco-innovación desarrollada en Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010, en la sección 2 se describe la metodología utilizada para la

**FIGURA 1**  
**MARCO CONCEPTUAL PARA EL DISEÑO EN LA ECO-INNOVACIÓN CON BASE EN LOS CAMBIOS INCREMENTALES Y RADICALES, Y EN LOS IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE**  
 LA MÁXIMA SOSTENIBILIDAD Y COMPETITIVIDAD SERÁ MÁS PROBABLE EN LA ESQUINA SUPERIOR DERECHA DEL CUADRO



FUENTE: Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010

cuantificación de aquel marco conceptual cualitativo previo. La discusión e implicaciones de los análisis se razonan en la sección 3. El artículo se cierra con unas conclusiones, situando los resultados en un contexto más amplio y ofreciendo perspectivas para la investigación futura.

## METODOLOGÍA, DATOS Y ANÁLISIS

Con el fin de identificar y agregar el conocimiento existente acerca de la dimensión del diseño de la eco-innovación, se ha realizado una extensa revisión de la literatura en torno a los términos y expresiones clave «eco-innovación», «innovación ecológica», «innovación sostenible», «innovación ambiental» e «innovación verde», todas ellas consideradas como relativas al mismo fenómeno (Hojnik y Ruzzier 2015; Schiederig *et al.*, 2012). Como resultado de esa búsqueda se ha llegado a la identificación de diez características o aspectos fundamentales de la dimensión del diseño de la eco-innovación. La mayor parte de la literatura revisada presenta análisis teóricos, y cuando se trata de estudios empíricos son en su mayor parte de carácter cualitativo. Los estudios cuantitativos son muy escasos, una carencia que intenta cubrir este artículo.

Para la subsiguiente realización de un análisis cuantitativo, ha sido necesario traducir las características y aspectos cualitativos identificados en la literatura en forma de variables cuantificables. Para cada variable se ha creado una pregunta específica dentro del cuestionario descrito más adelante. Con el objetivo de garantizar que las preguntas fueran concretas, claras, inequívocas y fáciles de comprender por los encuestados, así como para asegurar una máxima validez de su

contenido, se ha realizado una encuesta piloto con una docena de expertos académicos y profesionales. Con base en sus opiniones y recomendaciones, se realizaron algunos cambios en el cuestionario.

El cuestionario final (2) incluyó, entre otras, diez preguntas relativas a la dimensión del diseño de las eco-innovaciones. Las respuestas, basadas en la percepción de las personas encuestadas, se recogieron mediante escalas de Likert, desde el 1 hasta el 5 (nada, poco, algo, bastante, mucho), ofreciendo también la opción de no responder.

Mediante Análisis Factoriales basados en la solución de Componentes Principales, se busca investigar si algunas de esas características y aspectos se comportan de forma similar. En este caso, sería posible reducir el conjunto de variables a un número más pequeño de factores que permitan revelar la estructura subyacente de la dimensión del diseño de la eco-innovación, y así identificar si apoyan nuestro marco conceptual cualitativo previo (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010).

## Revisión de la literatura y definición de las variables del estudio

A continuación se presentan las variables de este estudio y su apoyo en la literatura revisada:

*Variable 1: Ahorro en el uso de materiales, energía, agua y tierra*

La eco-innovación en el diseño puede llevar a una reducción de la intensidad de *inputs* o «desmaterialización», manteniendo o incrementando el nivel de

*outputs*; esto es, un incremento en la eficiencia de los *inputs* por cada unidad económica producida y entregada. Pueden ser objeto de la eco-innovación tanto los productos o servicios en sí (incremento de eficiencia durante su uso), como los procesos de su fabricación y entrega (mejora del ratio *input-output*) (Rennings *et al.*, 2006; Klewitz *et al.*, 2012; Braungart *et al.*, 2007; Kemp y Pearson 2007).

*Variable 2: Reducción de la toxicidad del producto o servicio*

En muchas industrias, las cargas tóxicas de productos y servicios son considerables y están sujetas a regulaciones estrictas. Las cargas tóxicas pueden surgir por el uso de *inputs* tóxicos en la elaboración o fabricación, por la liberación de sustancias tóxicas durante el uso del producto o servicio a lo largo de su vida útil, y por los procesos de desecho al final de esta vida útil (Kammerer 2009; Braungart *et al.*, 2007). El World Business Council for Sustainable Development (2000) identifica la reducción de la dispersión de sustancias tóxicas como parte de las «prácticas verdes» y objeto de la eco-innovación.

*Variable 3: Aumento de la posibilidad de reciclaje*

A diferencia de los modelos de producción y consumo tradicionales, en los que el flujo de recursos es unidireccional y finaliza en forma de desecho, en los modelos más recientes de ciclo cerrado se considera que cada recurso, material y energía puede mantenerse de manera útil en los procesos de producción y consumo indefinidamente (Hofstra y Huisingh 2014; Braungart *et al.*, 2007; Kemp y Foxon 2007b). El aumento de las posibilidades de reciclaje en el diseño de los productos constituye un primer e importante paso hacia esos modelos de ciclo cerrado, posibilitado mediante determinadas eco-innovaciones (Braungart *et al.*, 2007; Horbach *et al.*, 2012; Kammerer 2008).

*Variable 4: Aumento del ciclo de vida del producto o servicio*

Las eco-innovaciones en el diseño de productos y servicios pueden llevar a un incremento en su durabilidad y calidad, aumentando así sus ciclos de vida. La consecuente reducción del ritmo de reemplazo o reparación se traduce en una reducción de los correspondientes niveles de consumo de todo tipo de recursos que provienen directa o indirectamente del entorno ecológico (OECD 2012; Bocken *et al.*, 2014; Kemp y Foxon 2007b).

*Variable 5: Reducción de emisiones en aire, agua o reducción de residuos*

La actividad económica puede generar emisiones y vertidos de residuos en el entorno ecológico. Tales emisiones constituyen el punto final de los recursos en el que no resulta rentable reutilizarlos. Mayoritariamente, esas emisiones no son deseadas y se persiguen eco-innovaciones con el fin de detener o reducir su libera-

ción (Braungart *et al.*, 2007; Frondel *et al.*, 2004; Demirel y Kesidou 2011).

*Variable 6: Aumento del uso de recursos renovables*

Las eco-innovaciones basadas en la utilización de energías renovables en los procesos de producción y consumo suponen un alivio ecológico considerable frente a soluciones tradicionales (Kemp y Foxon 2007a; Horbach 2014). Por otra parte, aquellas eco-innovaciones que faciliten el uso de materiales y recursos físicos renovables también pueden reducir considerablemente el impacto ambiental de la producción y el consumo (Bocken *et al.*, 2014; Hart 1995; Kemp y Foxon 2007a).

*Variable 7: Sustitución de recursos y materiales por otros más sostenibles*

Aparte de las eco-innovaciones que facilitan el aumento de materiales y recursos sostenibles en el producto o servicio final (ver punto anterior), existen eco-innovaciones que reemplazan por completo los materiales y recursos no sostenibles, muchas veces mediante el rediseño de los sistemas de producto y servicio (Hart 1995; Braungart *et al.*, 2007; Bocken *et al.*, 2014; Klewitz y Hansen 2013).

*Variable 8: Ruptura con los procesos anteriores de producción de productos o entrega de servicios hacia soluciones más sostenibles*

Las eco-innovaciones tienen el potencial de mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos, de modo que los impactos negativos sobre el entorno ecológico se reducen o se producen impactos positivos (Kemp y Pearson 2007; Kemp y Foxon 2007b; Rennings 2000; OECD/Eurostat 2005; Rehfeld *et al.*, 2007; Russo y Fouts 1997).

*Variable 9: Ruptura con los procesos anteriores de gestión de la empresa*

Las mejoras en los procesos de gestión pueden llevar directa o indirectamente a mejoras ecológicas. Muchas veces, las eco-innovaciones en los procesos de gestión van de la mano con otras eco-innovaciones de producto, servicio, proceso productivo (ver arriba) o modelos de negocio (ver a continuación), y de hecho se condicionan mutuamente (Kemp y Pearson 2007; Kemp y Foxon 2007b; Christensen 1999; Darnall *et al.*, 2010).

*Variable 10: Redefinición del modelo de negocio de su empresa (total o parcialmente)*

El concepto de modelo de negocio (ver p.ej. Wirtz *et al.*, 2016) ha recibido últimamente una creciente atención en la investigación sobre la eco-innovación, y ha sido identificado como *driver* y potenciador clave para las eco-innovaciones (OECD 2012; Bocken *et al.* 2014; Bohnsack *et al.*, 2014; Cluzel *et al.*, 2014; Williams 2007).

## Datos

Los datos para el estudio se han recogido mediante una encuesta realizada específicamente con dicho objetivo. Es destacable la escasez de estudios previos sobre la eco-innovación basados en datos primarios. La mayoría se basa en datos secundarios públicos o de paneles gubernamentales de innovación, mucho menos precisos y generalmente poco o nada enfocados en la eco-innovación.

Este estudio se ha realizado sobre un universo objetivo que contiene 2.821 pequeñas y medianas empresas (PYMEs) españolas del sector industrial, con entre 50 y 249 trabajadores en uno de los años 2012 y 2013, a partir de datos obtenidos del Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI).

El caso de España agrupa una serie de características distintivas que lo hacen particularmente interesante para los objetivos de esta investigación: es un país con un sistema nacional de innovación relativamente menos fuerte que los países de su entorno (OECD 2012); presenta un nivel más bajo de rigor en cuanto a la aplicación de las regulaciones ecológicas (Johnstone *et al.*, 2010); es relativamente menos industrial (UNECE 2012); y sus consumidores tienen una menor disposición a pagar por soluciones más sostenibles (EC 2011). Además, y vinculado con el segundo criterio utilizado, la presencia de PYMEs es comparativamente más importante en la estructura productiva de España, y estas empresas perciben menos los beneficios de una gestión ecológica que las empresas más grandes (del Río González 2005). Por último, hay pocos estudios sobre la eco-innovación realizados en países al sur de Europa, siendo los resultados obtenidos en otros países difícilmente extrapolables a España (Del Río *et al.*, 2015).

Con respecto al criterio de tamaño empresarial, las PYMEs son de especial interés en la investigación de la eco-innovación (Coad *et al.*, 2016; Triguero *et al.*, 2015) por su habitual relevancia en la estructura productiva de las distintas economías. Pueden ser además importantes en el desarrollo y la difusión de eco-innovaciones porque poseen características particulares como una alta flexibilidad, estructuras sencillas y procesos de comunicación informal (Keskin *et al.*, 2013). Enfrentan además singulares desafíos en el proceso de creación de valor basada en la eco-innovación, debido a sus habituales límites en cuanto a disponibilidad de recursos en forma de personal, conocimiento y capital financiero (Klewitz *et al.*, 2012).

Por último, en cuanto al criterio sectorial, el estudio se basa en el sector industrial por su evidente mayor intensidad en el consumo de recursos y su impacto ecológico (IEA 2015), siendo así de especial interés en la transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles. Numerosos estudios hacen hincapié en la necesidad de resolver los desafíos ecológicos en los diferentes sectores de la industria (p. ej. Franceschini y Pansera 2015; Mazzanti y Zoboli 2005; De Marchi 2012). Adicionalmente, la industria es una fuente im-

portante de eco-innovaciones, tanto de producto como de servicio y proceso (Machiba 2010; Cheng *et al.*, 2014; Kemp y Foxon 2007b).

Los autores consideraron esencial para el buen fin de esta investigación que la encuesta fuera respondida por personas que poseyeran el mejor conocimiento dentro de cada empresa sobre una eco-innovación concreta desarrollada o adoptada por la misma en los últimos dos años, así como sobre los procesos empresariales que habían llevado a ella. El perfil medio del encuestado es el de «responsable técnico» o gerente de la empresa. Para que el estudio fuera consistente eran necesarias al menos 338 respuestas válidas al cuestionario (3). Contando con que la tasa de respuesta habitual para este tipo de estudios es aproximadamente del 25%, necesitábamos obtener un total de 1.352 datos de contacto válidos de «responsables técnicos». Siguiendo un muestreo estratificado, con el fin de asegurar que las respuestas representan la distribución de la población, se establecieron y consiguieron los contactos mínimos necesarios en cuatro estratos de acuerdo con el tamaño empresarial, medido en número de empleados (ver Cuadro 1, en la página siguiente). Todos los contactos así obtenidos recibieron un primer correo electrónico con una invitación para participar en el estudio, y posteriormente dos recordatorios con diez días de intervalo. En total, 639 personas accedieron a la encuesta. 321 encuestados constataron el desarrollo o la adopción de una eco-innovación (4) en el período de observación, lo cual es equivalente al 50,2%. De ellos, 197 cumplimentaron la encuesta hasta el final (5).

El Cuadro 2, en la página siguiente, recoge los principales descriptivos de la muestra de empresas.

## Análisis

Los datos obtenidos (6) se han sometido a un Análisis Factorial obtenido a partir de la solución de Componentes Principales. Este tipo de análisis permite identificar comportamientos similares de variables pudiendo así reducir el número de variables a un número menor de factores, manteniendo el grado informativo de las variables originales. La técnica está en definitiva en línea con el objetivo principal de esta investigación.

El Análisis Factorial se ha realizado en dos etapas: primero se investiga el número adecuado de factores a retener, y una vez establecido éste, se realiza el análisis definitivo. Así, el Análisis Factorial inicial se lleva a cabo sobre las diez variables descritas anteriormente para caracterizar la dimensión del diseño de la eco-innovación, analizándose las comunalidades de las variables, la varianza reproducida por cada factor extraído y la matriz de componentes de la solución. Como consecuencia, se identifica que una variable presenta estructuras complejas (cargas muy altas en más de un factor), por lo que se aparta del análisis definitivo. Éste se lleva a cabo por tanto con nueve varia-

**CUADRO 1**  
**UNIVERSO, CONTACTOS Y RESPUESTAS (NÚMEROS Y RATIOS)**

Tamaño empresarial	Universo objetivo: PYMES españolas en el sector industrial según SABI	Mínimo de contactos necesarios	Personas de contacto identificada (= muestra)	Accesos a la encuesta	Encuestas completadas	% de encuestas completadas / universo objetivo	% de encuestas completadas / muestra	Eco-innovación realizada	% de eco-innovación / universo objetivo	% de eco-innovación / muestra
Estrato 150- 99	1872	897	1538	412	276	14,7	18,0	117	6,25	7,61
Estrato 2 100-149	556	266	417	123	76	13,7	18,2	37	6,66	8,87
Estrato 3 150-199	252	121	154	59	44	17,5	29,0	24	9,52	15,58
Estrato 4 200-249	141	68	97	45	34	24,1	35,1	19	13,48	19,59
Universo objetivo Σ	2821	1352	2206	639	429	15,2	19,5	197	6,98	8,93

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 2**  
**CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS ECO-INNOVADORAS DE LA MUESTRA**

<b>Mercado objetivo</b>	<b>%</b>
B2B	67,0
B2C	4,6
Ambos mercados por igual	27,9
<b>Actividad económica exterior</b>	<b>%</b>
Exportación e Importación	71,6
Exportación	13,6
Importación	4,6
No se realiza actividad exterior	10,2
<b>Antigüedad (Año base 2013)</b>	<b>Años</b>
Promedio	29,96
Mediana	28
<b>Número de empleados</b>	<b>Número</b>
Promedio	106,5
Mediana	89
<b>Forma jurídica</b>	<b>%</b>
Sociedad Anónima	59,9
De éstas, comercializadas en bolsa públicamente	0,0
Sociedad Limitada	39,6
Cooperativas	0,5

FUENTE: Elaboración propia.

bles, mientras que la variable apartada se mantiene individualmente como un quinto factor.

A priori, no se conoce el comportamiento de las características y los factores. Partiendo de la literatura previa, se considera que pueden estar interrelacionadas. Por eso, se usa la rotación oblicua; más específicamente la rotación *direct oblimin*. La adecuación muestral de las variables incorporadas finalmente al Análisis Factorial se estudia a partir del test de esfericidad de Bartlett, de las correlaciones parciales presentes en la matriz anti-imagen, de las medidas de adecuación muestral particularizadas para cada variable (MSA) y de la medida de adecuación muestral global de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). En concreto, la medida KMO global es 0,797 (0,8 es «meritorio» según Hutcheson y Sofroniou, 1999) y todos los valores de MSA son mayores que 0,642, muy por encima del límite de aceptación de 0,5 (Field 2013). Los resultados del Análisis Factorial sugieren mantener cuatro factores que en combinación explican un 74,1% de la varianza. El Cuadro 3, en la página siguiente, muestra sus cargas factoriales después de la rotación. Se ha evaluado la fiabilidad de la escala a través del coeficiente del Alfa de Cronbach para cada factor. En todos los casos es-

tá conforme con los estándares generales y aceptados (ver por ejemplo Nunnally, 1978), indicando una alta fiabilidad.

## DISCUSIÓN †

### Factor 1:

Las variables que se agrupan en el factor 1 representan el impacto de la eco-innovación sobre la composición material del producto o servicio. Incluye la sustitución de recursos y materiales en favor de alternativas más sostenibles (carga factorial 0,788). Asimismo, el factor 1 contempla el incremento en el uso de recursos y materiales sostenibles ya en uso en la empresa (0,943). También incluye el impacto de la eco-innovación hacia el aumento en la posibilidad de reciclaje (0,502), así como en la prolongación del ciclo de vida útil del producto o servicio (0,697).

En términos de lo discutido en la introducción de este artículo, la separación y preeminencia de este primer factor en la caracterización por parte de las empresas encuestadas de su esfuerzo eco-innovador reafirmaría cuantitativamente la consistencia empírica del segun-

CUADRO 3  
LAS CARGAS FACTORIALES DESPUÉS DE LA ROTACIÓN

Dimensión de Diseño	N	Promedio	Desviación estándar	Factor				Comunalidad
				1	2	3	4	
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Ahorro en el uso de materiales, energía, agua y tierra	196	2,43	1,215			0,932		0,902
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Aumento de la posibilidad de reciclaje	193	3,192	1,4859	0,502				0,574
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Aumento del ciclo de vida del producto o servicio	196	3,78	1,358	0,697				0,579
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Reducción de emisiones en aire, agua o reducción de residuos	195	2,3179	1,2849				1,005	0,989
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Aumento del uso de materiales renovables	194	3,75	1,324	0,943				0,795
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Abandono de recursos y materiales a cambio de recursos y materiales más sostenibles	195	3,6103	1,38173	0,788				0,638
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Ruptura con los procesos anteriores de elaboración de productos o entrega de servicios hacia soluciones más sostenibles	196	3,6837	1,3481		0,861			0,684
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Ruptura con los procesos anteriores de gestión de su empresa	196	4,13	1,083		0,853			0,768
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Redefinición del modelo de negocio de su empresa (total o parcialmente)	196	4,31	1,038		0,814			0,739
¿Cuál ha sido el nivel de impacto de esa eco-innovación en -Reducción de la toxicidad del producto o servicio	195	3,497	1,4866					
Autovalor				3,568	1,338	0,933	0,830	
% de la varianza				39,641	14,869	10,363	9,225	
Alfa de Cronbach (*)				0,771	0,800			

Notas: Escala desde 1-nada hasta 5-mucho. Análisis Factorial basado en la solución de Componentes Principales con rotación Direct Oblimin. Cargas menores que 0,4 no se indican. Total de la varianza explicada = 74,099 por cien; KMO = 0,797; test de esteridad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado = 517,185, df = 36; p = 0,000.

(\*) Alfa de Cronbach calculada para la escala de Likert definida por los ítems que cargan principalmente sobre cada factor.

FUENTE: Elaboración propia.

do nivel de nuestro marco conceptual cualitativo previo (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010), es decir, la eco-eficiencia (7): innovación en un punto intermedio entre la innovación incremental y radical en el uso de nuevos componentes y/o en una nueva configuración de los componentes (sub-sistémica) para la mayor reciclabilidad o para una más prolongada vida útil del producto.

En este segundo nivel de eco-innovación, también intermedio en cuanto a su contribución a la compatibilidad entre el sistema ecológico y el económico (ver Figura 1), el beneficio en términos de sostenibilidad ambiental se obtendría con el aumento en la sostenibilidad de los inputs y en el uso o reutilización del producto, mientras que el beneficio económico llegaría a través del mayor valor percibido por parte del usuario o consumidor.

#### Factor 2:

El factor 2 representa el impacto que tiene la eco-innovación sobre los procesos empresariales, incluyendo la ruptura con los procesos anteriores de elaboración de productos o entrega de servicios hacia soluciones más sostenibles (carga factorial 0,861), la ruptura con los procesos administrativos y de gestión (0,853) y la redefinición al menos parcial del modelo de negocio de la empresa (0,814).

De nuevo en términos de lo expuesto en la introducción, la separación de este factor en el análisis de las respuestas confirma la consistencia empírica del tercer nivel de nuestro marco cualitativo (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010), o eco-eficacia: innovaciones radicales por ruptu-

ra con los procesos de producción y/o gestión anteriores, o cambio en el modelo de negocio (sistémica). Este factor alude tanto a los requerimientos previos a nivel de empresa que son necesarios para que se aplique una filosofía de gestión que favorezca la implantación de la eco-eficacia como a los propios cambios hacia procesos, productos o servicios más sostenibles. Dicho de otra forma, este factor enfatiza los cambios organizacionales y de gestión necesarios para lograr los cambios compatibles con un enfoque de eco-eficacia, además de los cambios de los procesos y productos que reducen los impactos ambientales de dichos procesos y productos de forma muy significativa, como establece la eco-eficacia (ver Figura 1).

En este tercer nivel de eco-innovación, que contribuye de modo más elevado a la compatibilidad entre el sistema ecológico y el económico (ver Figura 1), el beneficio ambiental se recogería en forma de un giro ascendente o *upwards shift* hacia procesos productivos y de gestión más sostenibles, en tanto que el beneficio económico provendría de la puesta en marcha de nuevos modelos de entrega y captura de valor.

#### Factor 3:

El factor 3 representa los ahorros directos que pueden resultar de la eco-innovación. Estos ahorros se derivan de la reducción en el consumo de materiales físicos, así como en términos de energía, agua u ocupación espacial (carga factorial 0,932).

Este factor 3 complementaría al factor 1 en la caracterización de las eco-innovaciones eco-eficientes, de acuerdo con nuestro marco cualitativo (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010) y con la definición de Schmidheiny (1992). Es decir, recogería la definición más tradicional de eco-eficiencia (la relación *input-output*). El ahorro en *inputs* se deriva de una innovación incremental en la eficiencia en el uso de componentes actuales.

El beneficio ambiental, más modesto que en el nivel de la eco-eficacia, se produce por la menor intensidad material y/o energética en cada unidad de valor entregada. El beneficio económico llega directamente por tales ahorros, es decir, supone un ahorro de costes para la empresa; pero, como se argumentaba en la introducción, no aumenta el valor percibido por el usuario o cliente (ver Figura 1).

#### Factor 4:

El factor 4 representa el impacto de la eco-innovación en la reducción de emisiones. Se incluyen emisiones en aire, agua y la emisión de residuos o sustancias dañinas (carga factorial 1,005, debido a la rotación oblicua).

La separación de este factor en las respuestas alude claramente al primer nivel de nuestro marco cualitativo (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010): típicamente aquellas eco-innovaciones que se caractericen fundamentalmente por su contribución a la reducción de emisiones y residuos pueden ser consideradas como simples filtros al «final de la tubería» (EOP).

Las emisiones o residuos son desechos de los procesos productivos o del uso de productos y servicios. Salen del sistema económico porque no se consideran rentables como *inputs* en procesos posteriores. Por esa razón, su valor y su contribución a la sostenibilidad económica son nulos. Introducidas en el sistema ecológico, estas sustancias residuales son dañinas en su primer impacto y/o en su acumulación, contribuyendo a la insostenibilidad ambiental (ver Figura 1).

#### Factor 5:

El factor 5 está constituido por la variable relativa a la reducción de la toxicidad del producto o servicio, inicialmente apartada del análisis por la presencia de cargas altas en más de un factor en los análisis. Cabe interpretar que la reducción de la toxicidad del producto o servicio puede estar relacionada con todos los factores 1 a 4: con el factor 1 porque el cambio en la composición material del producto o servicio puede comprender una reducción en el uso de materiales tóxicos; con el factor 2 debido a que una redefinición de los procesos productivos puede comprender un cambio en la toxicidad emitida durante los mismos; con el factor 3 porque el ahorro directo en materiales puede incluir el ahorro en el uso de materiales tóxicos; y con el factor 4 porque una reducción de distintos tipos de emisiones puede claramente incluir una reducción de diferentes tipos de toxicidad. Obsérvese que la toxicidad es un aspecto dentro del concepto amplio de eco-eficiencia propuesto por Schmidheiny (1992).

Por lo tanto, este último factor se situaría de modo transversal a los diferentes niveles representados en nuestro marco conceptual (Figura 1). En cuanto a la compatibilidad entre el sistema económico y el ecológico, la reducción de la toxicidad afectará en sus distintos grados a la sostenibilidad ambiental a través de una reducción del daño causado al sistema ecológico, evidentemente más cuanto mayor sea aquella reducción. Resulta más difícil caracterizar su contribución a la sostenibilidad económica, si bien es posible hablar de la elusión de costes por incumplimiento o penalizaciones, frente a los reguladores o incluso frente a los consumidores.

## CONCLUSIONES

La eco-innovación, o innovación que reduce el impacto ambiental de las actividades de producción y consumo, se considera un elemento clave en la transición hacia economías y sociedades más sostenibles. Se ha mostrado como fundamental para mitigar la dicotomía tradicional entre la competitividad y la sostenibilidad. Sin embargo, a pesar de la abundante atención y literatura sobre la eco-innovación, no existe todavía un concepto claramente definido ni una comprensión universal del fenómeno. Esta investigación ha tratado de contribuir al análisis de la estructura subyacente del concepto de eco-innovación, avanzando en la cuantificación del marco conceptual cualitativo previo definido por los autores (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010), particularmente en la dimensión del diseño de la eco-



innovación, a través de la obtención y explotación estadística de datos primarios mediante un Análisis Factorial.

Los resultados del análisis muestran que las percepciones de las empresas encuestadas en cuanto a la dimensión del diseño de la eco-innovación se agrupan en torno a cinco factores. Cuatro de ellas encajan en las tres subdimensiones de nuestro trabajo previo (Carrillo *et al.*, 2010): adición de componentes o tecnologías de final de tubería (factor 4), cambio de subsistemas o eco-eficiencia (factor 1 y 3) y cambio del sistema o eco-eficacia (factor 2). Un quinto factor adicional (toxicidad) es transversal a todas las dimensiones. Este resultado confirmaría cuantitativamente la consistencia empírica de nuestro marco conceptual cualitativo previo en su dimensión de diseño.

Nuestros resultados podrían ser útiles para los decisores públicos y privados. Para los primeros, identificar las principales características de la dimensión del diseño puede ser la base para el mejor desarrollo de políticas públicas de apoyo a la eco-innovación. Así, los resultados apuntan qué características de la dimensión del diseño deberían ser el foco de atención de dichos decisores públicos. Investigaciones futuras deberían identificar qué instrumentos podrían ser más eficaces para estimular las diferentes subdimensiones de la eco-innovación, activando una determinada característica. Para los gestores empresariales que deseen involucrarse en la eco-innovación, nuestros resultados pueden ser interesantes en la medida en que ilustran cuál es la relación entre una determinada característica y su efecto en el impacto ambiental de la empresa, su estructura y sus procesos de gestión. En el futuro, podrían dedicarse esfuerzos de investigación a analizar los factores internos a la empresa que influyen en las diferentes características de la eco-innovación.

**(\*) Este trabajo ha contado con el apoyo de la Cátedra de Responsabilidad Corporativa de la Universidad de Alcalá.**

**NOTAS †**

- [1] <http://www.is4ie.org/>
- [2] Disponible previa solicitud a los autores.
- [3] Como es sabido, la fórmula empleada para el cálculo del tamaño mínimo de muestra necesaria para estimar una proporción cuando se emplea un procedimiento de muestreo aleatorio simple es:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{\left[ e^2 * (N-1) \right] + \left[ Z^2 * p * q \right]}$$

siendo *n* el tamaño de la muestra necesario, *N* el tamaño del universo finito, *Z* el valor crítico correspondiente al grado de confianza deseado, *p* la proporción de la población que posee una cierta característica (p.ej. eco-innovación), *q* la proporción de la población que no posee dicha característica, y *e* el máximo error deseado.

Concretamente en nuestro caso, *N* = 2.821; *Z* = 1,96 para el nivel de confianza del 95%; *p* y *q* se desconocen por la falta

de estudios cuantitativos parecidos previos, por lo que se emplean los valores más conservadores de *p* = 50% y *q* = 50%; y *e* = 5 puntos de porcentaje; resultando en *n* = 338.

En todo caso, como la población y la muestra están estratificadas (en 4 estratos según el tamaño de las empresas), hemos calculado también las observaciones necesarias en cada uno de dichos estratos para un procedimiento de muestreo estratificado con afijación proporcional, manteniendo las mismas condiciones de estimación (nivel de confianza del 95% y error de estimación de 5 puntos de porcentaje). Como resultado, se requieren 225, 67, 30 y 17 observaciones respectivamente en cada estrato. Como muestra el Cuadro 1, las observaciones finalmente obtenidas en cada estrato (276, 76, 44 y 34 respectivamente) satisfacen suficientemente estos requisitos de muestra.

- [4] Específicamente, la exposición de la pregunta en el cuestionario fue la siguiente: "A efectos de este cuestionario, consideramos una eco-innovación como la introducción de nuevos productos (bienes o servicios) y/o procesos significativamente mejorados que reduzcan el uso de los recursos naturales (materiales, energía, agua y tierra) y/o que disminuyan la emisión de sustancias contaminantes. ¿Ha introducido su empresa una eco-innovación en la propia empresa o en el mercado en los últimos dos años?".
- [5] La tasa de respuesta es buena en comparación con otros estudios no obligatorios en condiciones similares (por ejemplo, Sánchez-Fernández *et al.* 2009; Huselid 1995; Covin *et al.* 2001).
- [6] En los datos obtenidos había algunos valores vacíos debido a preguntas concretas no contestadas por los encuestados. Para evitar una inconveniente pérdida de casos para el Análisis Factorial, se ha procedido a realizar para ellos algunas imputaciones. En escalas multinomiales reemplazarlos con la moda es un procedimiento adecuado. Para garantizar un mínimo impacto de las imputaciones sobre los resultados de los análisis, se ha decidido no imputar en los valores vacíos la moda global correspondiente a cada variable, sino buscar la moda de grupos de empresas similares. Con este fin, las empresas se han agrupado según dos criterios: la similitud en cuanto al tipo de eco-innovación desarrollada o adoptada («final de la tubería», eco-eficiencia o eco-eficacia) y la homogeneidad en el tamaño empresarial (pertenencia a uno de los cuatro estratos anteriormente descritos). Con base en estos dos criterios, se ha construido una matriz, resultando en la identificación de 16 grupos de empresas «similares». En cada uno de estos grupos se ha calculado la moda para cada una de las variables, que ha sido imputada cuando ha sido necesario en los valores vacíos correspondientes.
- [7] Aunque este primer factor no recoge los aspectos de reducción de costes y ahorros que tradicionalmente también contempla la eco-eficiencia (Schmidheiny, 1992), dicho elemento queda representado en el factor 3, como se muestra más adelante.

**BIBLIOGRAFÍA †**

BARTOLOMEO, M.; KEMP, R.; RENNINGS, K. y ZWICK, T. (2003). «Employment impacts of cleaner production: theory, methodology and results». In *Employment Impacts of Cleaner Production*. Springer, pp. 3-53.

BOCKEN, N.; SHORT, S.; RANA, P. y EVANS, S. (2014). «A literature and practice review to develop Sustainable Business Model Archetypes». *Journal of Cleaner Production*, nº 65, pp.42-56.

BOHNSACK, R.; PINKSE, J. y Kolk, A. (2014). «Business models for sustainable technologies: Exploring business model evolution in the case of electric vehicles». *Research Policy*, nº 43, pp.284-300.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. y BOLLINGER, A. (2007). «Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design». *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, nº 13-14, pp.1337-1348.

- CAINELLI, G.; DE MARCHI, V. y GRANDINETTI, R. (2015). «Does the development of environmental innovation require different resources? Evidence from Spanish manufacturing firms». *Journal of Cleaner Production*.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; DEL RÍO GONZÁLEZ, P. y KÖNNÖLÄ, T. (2009). *Eco-Innovation: When Sustainability and Competitiveness Shake Hands*, Hampshire: Palgrave Macmillan.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J., DEL RÍO, P. y KÖNNÖLÄ, T. (2010). «Diversity of Eco-innovations: Reflections from selected case studies». *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, nº 10, pp.1073-1083.
- CHENG, C.C.J.; YANG, C. y SHEU, C. (2014). «The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context». *Journal of Cleaner Production*, nº 64, pp.81-90.
- CHRISTENSEN, C.M. (1999). *Innovation and the general manager*, Irwin, Horewood: McGraw-Hill Professional.
- CHRISTENSEN, C.M., (1997). «The innovator's dilemma». *Harvard Business School Press*, Cambridge, MA.
- CLUZEL, F.; VALLET, F.; TYL, B. y LEROY, Y. (2014). *Eco-design vs. eco-innovation: an industrial survey*, Dubrovnik, Croatia.
- COAD, A.; SEGARRA, A. y TERUEL, M. (2016). «Innovation and firm growth: Does firm age play a role?». *Research Policy*, vol. 45, nº 2, pp. 387-400.
- DARNALL, N.; HENRIQUES, I. y SADORSKY, P. (2010). «Adopting Proactive Environmental Strategy: The Influence of Stakeholders and Firm Size». *Journal of Management Studies*, vol. 47, nº 6, pp. 1072-1094.
- DEMIREL, P. y KESIDOU, E. (2011). «Stimulating different types of eco-innovation in the UK: Government policies and firm motivations». *Ecological Economics*, vol. 70, nº 8, pp. 1546-1557.
- EC (2011). «Attitudes of European citizens towards the environment». *Special Eurobarometer*, nº 365.
- EKINS, P. (2010). «Eco-innovation for Environmental Sustainability: Concepts, Progress and Policies». *International Economics and Economic Policy*, vol. 7(1), nº 2/3, pp. 267-290.
- FIELD, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*, Sage.
- FRONDEL, M.; HORBACH, J. y RENNINGS, K. (2004). *End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries*.
- HART, S.L. (1995). «A Natural-Resource-Based View of the Firm». *Academy of Management Review*, vol. 20, nº 4, pp. 986-1014.
- HOFSTRA, N. y HUISINGH, D. (2014). «Eco-innovations characterized: a taxonomic classification of relationships between humans and nature». *Journal of Cleaner Production*, nº 66, pp. 459-468.
- HOJNÍK, J. y RUZZIER, M. (2015). «What drives eco-innovation? A review of an emerging literature». *Environmental Innovation and Societal Transitions*, pp.1-11.
- HORBACH, J. (2014). «Do eco-innovations need specific regional characteristics? An econometric analysis for Germany». *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, vo. 34, nº 1, pp. 23-38.
- HORBACH, J.; RAMMER, C. y RENNINGS, K. (2012). «Determinants of eco-innovations by type of environmental impact – The role of regulatory push/pull, technology push and market pull». *Ecological Economics*, nº 78, pp. 112-122.
- HOWELLS, J. (2006). «Intermediation and the role of intermediaries in innovation». *Research Policy*, vol. 35, nº 5, pp. 715-728.
- HUTCHESON, G.D. y SOFRONIOU, N. (1999). *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models*, Sage.
- JOHNSTONE, N.; HASCIC, I. y POPP, D. (2010). «Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts». *Environmental and Resource Economics*, vol. 45, nº 1, pp. 133-155.
- KAMMERER, D. (2008). *The Effects of Customer Benefit and Regulation on Environmental Product Innovation – Empirical Evidence from Appliance Manufacturers in Germany*.
- KAMMERER, D. (2009). «The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation». *Ecological Economics*, vol. 68(1), nº 8-9, pp. 2285-2295.
- KEMP, R. y FOXON, T. (2007a). *Eco-innovation from an Innovation Dynamics Perspective*, Maastricht.
- KEMP, R. y FOXON, T. (2007b). *Typology of Eco-innovation*.
- KEMP, R. y PEARSON, P. (2007). *Final Report MEI Project about Measuring Eco-innovation*, Maastricht.
- KESKIN, D.; DIEHL, J.C. y MOLENAAR, N. (2013). «Innovation process of new ventures driven by sustainability». *Journal of Cleaner Production*, nº 45, pp. 50-60.
- KIEFER, C.P.; CARRILLO-HERMOSILLA, J. y DEL RÍO, P. (2015). «Una revisión crítica del impacto de los recursos y capacidades empresariales sobre la eco-innovación». *Revista de Responsabilidad Social de la Empresa*, nº 19, pp.17-51.
- KLEWITZ, J. y HANSEN, E.G. (2013). «Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review». *Journal of Cleaner Production*, nº 65, pp. 57-75.
- KLEWITZ, J.; ZEYEN, A. y HANSEN, E.G. (2012). «Intermediaries driving eco-innovation in SMEs: a qualitative investigation». *European Journal of Innovation Management*, vol. 15, nº 4, pp. 442-467.
- LINTON, J.D.; KLASSEN, R. y JAYARAMAN, V. (2007). «Sustainable supply chains: An introduction». *Journal of Operations Management*, vol. 25, nº 6, pp. 1075-1082.
- MACHIBA, T. (2010). «Eco-innovation for Enabling Resource Efficiency and Green Growth: Development of an Analytical Framework and Preliminary Analysis of Industry and Policy Practices». *International Economics of Resource Efficiency*, nº 7, pp. 357-370.
- MANCINELLI, S. y MAZZANTI, M. (2008). «Innovation, networking and complementarity: evidence on SME performances for a local economic system in North-Eastern Italy». *The Annals of Regional Science*, vol. 43, nº 3, pp. 567-597.
- DE MARCHI, V. (2012). «Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms». *Research Policy*, vol. 41, nº 3, pp. 614-623.
- MAZZANTI, M. y ZOBOLI, R. (2005). «The Drivers of Environmental Innovation in Local Manufacturing Systems». *Economia Politica*, vol. 22, nº 3, pp. 399-438.
- NUNNALLY, J.C. (1978). *Psychometric theory*. Mc Graw-Hill Publ Co, New York: McGraw Hill.
- OECD (2012). *The Future of Eco-Innovation: The Role of Business Models in Green Transformation*, Copenhagen.
- OECD/Eurostat (2005). «Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data». In *The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris: OECD Publishing, pp. 1-113.
- REHFELD, K.-M.; RENNINGS, K. y ZIEGLER, A. (2007). «Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis». *Ecological Economics*, vol. 61, nº 1, pp. 91-100.
- Rennings, K. (2000). «Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics». *Ecological Economics*, vol. 32, nº 2, pp. 319-332.
- RENNINGS, K.; ZIEGLER, A.; ANKELE, K. y HOFFMANN, E. (2006). «The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance». *Ecological Economics*, vol. 57, nº 1, pp. 45-59.
- DEL RÍO GONZÁLEZ, P. (2005). «Analysing the factors influencing clean technology adoption: a study of the Spanish pulp and paper industry». *Business Strategy and the Environment*, vol. 14, nº 1, pp. 20-37.
- DEL RÍO, P.; PEÑASCO, C. y ROMERO-JORDÁN, D. (2015). «Distinctive features of environmental innovators: an econometric analysis». *Business Strategy and the Environment*, vol. 24, nº 6, pp. 361-385.
- RUSSO, M. V. y FOUTS, P.A. (1997). «A Resource-Based Perspective on Corporate Environmental Performance and Profitability». *Academy of Management Journal*, vol. 40, nº 3, pp. 534-559.
- SCHIEDERIG, T., TIETZE, F. y HERSTATT, C., 2012. Green innovation in technology and innovation management - an exploratory literature review. *R&D Management*, 42(2), pp.180-192.
- SCHMIDHEINY, S. (1992). *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*, Cambridge, Mass: MIT Press - World Business Council for Sustainable Development.
- SCHMIDHEINY, S. y STIGSON, B. (2000). *Eco-efficiency: Creating more Value with less Impact*, World Business Council for Sustainable Development.
- TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L. y DAVIA, M.A. (2015). «Eco-innovation by small and medium-sized firms in Europe: from end-of-pipe to cleaner technologies». *Innovation Management, Policy and Practice*, vol. 17, nº 1, pp. 24-40.
- UNECE (2012). «Share of industry in GDP, %, year 2010». *UNECE Statistical Database*.
- WILLIAMS, A. (2007). «Product service systems in the automobile industry: contribution to system innovation?». *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, nº 11-12, pp. 1093-1103.