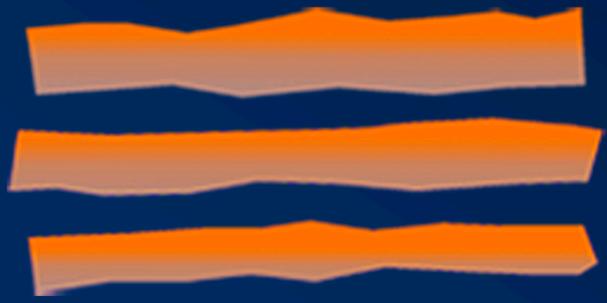
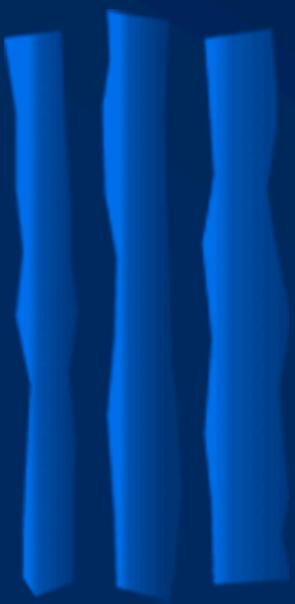


Universidad Pablo de Olavide, Sevilla



UNIVERSIDAD
PABLO DE OLAVIDE
SEVILLA

Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa



Journal of Quantitative Methods for
Economics and Business Administration

ISSN: 1886-516 X
D.L.: SE-2927-06



**REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS
PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA**

**Journal of Quantitative Methods for
Economics and Business Administration**

Número 14. Diciembre de 2012.
ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/>

Editores:

Dr. Eugenio M. Fedriani Martel
Universidad Pablo de Olavide
Ctra. de Utrera, km 1 - 41013
Sevilla (Spain).
Correo-e: efedmar@upo.es

Dr. Alfredo García Hernández-Díaz
Universidad Pablo de Olavide
Ctra. de Utrera, km 1 - 41013
Sevilla (Spain).
Correo-e: agarher@upo.es

Comité Editorial:

Dr. S. Ejaz Ahmed, University of Windsor, Ontario (Canadá)
Dr. Adam P. Balcerzak, Nicolaus Copernicus University, Toruń (Polonia)
Dr. Carlos A. Coello Coello, CINVESTAV-IPN, México D.F. (México)
Dr. Ignacio Contreras Rubio, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
Dra. Manuela Coromaldi, University of Social Sciences UNISU, Roma (Italia)
Dr. Miguel Ángel Hinojosa Ramos, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
Dr. Matías Irigoyen Testa, Universidad Nacional del Sur, Buenos Aires (Argentina)
Dr. M. Kazim Khan, Kent State University, Ohio (EE.UU.)
Dr. Manuel Laguna, University of Colorado at Boulder, Colorado (EE.UU.)
Dra. María Amparo León Sánchez, Universidad de Pinar del Río (Cuba)
Dr. Jesús López-Rodríguez, Universidad de A Coruña, (España)
Dr. Cecilio Mar Molinero, University of Kent, Canterbury (Reino Unido)
Dra. Ana M. Martín Caraballo, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
Dra. M^a Carmen Melgar Hiraldo, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
Dr. Gábor Nagy, University of Kent, Canterbury (Reino Unido)
Dr. José Antonio Ordaz Sanz, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
Dr. Andrés Rodríguez-Pose, London School of Economics, Londres (Reino Unido)
Dr. José Manuel Rueda Cantuche, IPTS-DG J.R. Centre-European Commission
Dra. Mariagrazia Squicciarini, OECD, París (Francia)
Dra. Mariangela Zoli, Università degli Studi di Roma 'Tor Vergata', Roma (Italia)

Editorial

Con este volumen, la Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa (*Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration*) alcanza los 7 años de vida. Creemos que puede ser un momento apropiado para echar un vistazo a la evolución que hemos seguido en estos primeros años de vida al servicio de la comunidad científica.

El cambio más fácilmente reconocible para el que nos sigue desde nuestros inicios es el de imagen. Primero se produjo una mejora sustancial en la página web; ahora hemos modificado también la portada para hacerla más cercana a la nueva web y para integrarnos en la línea adoptada para todas las revistas de la Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla, donde radicamos.

Sin perjuicio de lo anterior, el crecimiento más importante experimentado es el de la cantidad y calidad de los contenidos publicados. Así, por ejemplo, en las dos siguientes tablas puede apreciarse la evolución en el número de artículos publicados por año (que parece estar estabilizándose en torno a la decena) y el de páginas publicadas por volumen (que ya supera ampliamente la centena, lo que supone más de 200 páginas publicadas al año).

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Artículos	7	8	9	9	11	11	10

Vol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Págs.	57	124	79	97	115	94	94	109	105	120	113	131	96	158

Sin embargo, creemos que esto es solo el principio de la segunda fase del proceso de crecimiento de nuestra revista. En el momento de redacción de estas líneas, hay más de 20 artículos que están en algún momento del proceso de revisión (la mayor parte de ellos dependen de que los autores sigan implementando las mejoras sugeridas por los evaluadores); por eso, somos optimistas sobre el crecimiento futuro en cuanto al número de artículos que publicaremos en los próximos años (seguramente superiores a los 20 anuales que nos exigen algunas bases de datos para contabilizar las citas que recibimos).

Otros indicadores del crecimiento “saludable” de RevMetCuant son, de hecho, las citas recibidas por los artículos que publicamos. A pesar de que (como decíamos antes) hay bases de datos que no consienten en registrar nuestras citas hasta que no sobrepasemos los 20 artículos publicados en un año, nos alegra constatar que ya hemos recibido decenas de citas y que algunas de ellas provienen de artículos publicados en revistas de prestigio (incluidas en ISI-JCR), como *Revista de Ciencias Sociales* o *Memetic Computing*.

En consonancia con lo anteriormente expuesto, nuestro siguiente objetivo (que deberíamos alcanzar sin mucha dificultad en 2013) es superar los 20 artículos publicados en los volúmenes 15 y 16. Obviamente, eso no debe significar una merma en los niveles de calidad que exigiremos a los autores, sino que procuraremos difundir más enérgicamente nuestra oferta como vía de publicación, mientras seguimos apostando por una crítica constructiva de los trabajos que evaluamos.

Aprovechamos aquí para agradecer a los evaluadores anónimos la gran labor que hacen (de forma desinteresada, por supuesto) para que los autores de propuestas de artículos reciban críticas constructivas que les permitan mejorar su trabajo y hacerlo digno de su publicación en una revista científica. Recordamos que la lista de revisores (concretamente los que nos han autorizado a publicar sus nombres) está disponible en todo momento a través de nuestra página web, en la dirección:

<http://www.upo.es/RevMetCuant/equipo.php>

En el momento de publicar estas líneas, el 3 de diciembre de 2012, la Revista ha recibido más de 24.800 visitantes. Esta cifra es otro indicador de calidad, pero el más valorado siguen siendo las citas. Por eso, animamos a nuestros autores y, en general, a nuestros lectores a estudiar con atención los artículos que publicamos y a utilizar (y, por supuesto, citar) dichos trabajos.

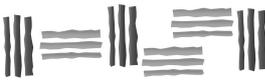
Actualmente la licencia Creative Commons por la que nos regimos es la de *Reconocimiento* (Attribution 3.0 Unported - CC BY 3.0); es la más general de las licencias, pues permite la difusión más amplia de los contenidos: hay que reconocer la autoría de los contenidos cuando se haga uso de ellos en otras obras; esto es, no se puede plagiar, pero sí se permiten (y, de hecho, se agradecen) las citas de la obra original en otras obras. Esperamos que pronto podamos comprobar el buen uso que los investigadores están haciendo de esta posibilidad que brindamos.

LOS EDITORES.





UNIVERSIDAD
PABLO DE OLAVIDE
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (14). Páginas 5–35.
Diciembre de 2012. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=60>

Revisión de la metodología empleada y resultados alcanzados en la investigación sobre actuación medioambiental de la empresa y rendimiento económico (1972-2009)

VICENTE MOLINA, MARÍA AZUCENA

Departamento de Economía Financiera II, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Correo electrónico: azucena.vicente@ehu.es

TAMAYO ORBEGOZO, UNAI

Departamento de Economía Financiera II, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Correo electrónico: unai.tamayo@ehu.es

IZAGUIRRE OLAIZOLA, JULEN

Departamento de Economía Financiera II, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Correo electrónico: julen.izaguirre@ehu.es

RESUMEN

La variable “medio ambiente” ha cobrado una creciente importancia en la gestión empresarial. Durante las dos últimas décadas la investigación empírica sobre la relación existente entre la actuación medioambiental de la empresa y su rendimiento económico ha sido uno de los temas recurrentes. No obstante, se detectan diversas lagunas en este ámbito de estudio, como la falta de conformación de un marco teórico y de una metodología de investigación fiable que permita contrastar y comparar los resultados obtenidos, al objeto de orientar adecuadamente a investigadores o decisores empresariales interesados por la gestión medioambiental. Así, la evidencia empírica sobre dicha relación presenta, a veces, resultados contradictorios. Por ello, el objetivo perseguido en este trabajo es doble. Por una parte, se realiza una profunda revisión de la literatura a fin de identificar y tratar de sistematizar el tipo de estudios realizados, las técnicas de análisis empleadas, los factores clave de dicha relación, las carencias de tales estudios, etc., identificando el signo predominante de la relación objeto de estudio. Por otra, se intenta fomentar la reflexión crítica sobre la investigación realizada y se plantean algunas sugerencias para futuras investigaciones.

Palabras clave: métodos cuantitativos; gestión medioambiental; resultado económico; evidencia empírica.

Clasificación JEL: Q56; Q59; M19.

MSC2010: 91B02; 62D99.

Artículo recibido el 24 de octubre de 2011 y aceptado el 25 de julio de 2012.

Review of Methodology and Results of Research on Environmental Management of the Firm and Economic Performance (1972-2009)

ABSTRACT

The ‘environment’ factor has become increasingly important in business management. The relationship between the environmental behavior of the company and its economic performance has been one of the recurring themes of research, especially in the last two decades. However, many gaps still exist in this field of study, such as the lack of a theoretical framework and a methodology that allow reliable research in order to empirically contrast and compare the results of the different studies. Thus, we found that the empirical evidence on this relationship sometimes presents contradictory results. Therefore, this work has two objectives. On the one hand, we review the existing literature in order to identify and systematize the type of studies, the analysis techniques, the key factors of such relationship, the shortcomings and limitations of these studies, etc. trying to throw some light on the sign of the target relation. On the other hand, we look for fostering critical reflection, and we make some suggestions for future research.

Keywords: quantitative methods; environmental performance; economic result; empirical evidence.

JEL classification: Q56; Q59; M19.

MSC2010: 91B02; 62D99.



1. INTRODUCCIÓN

Diversos autores (Gladwin *et al.*, 1995; Vicente Molina y Ruiz Roqueñi, 2002) argumentan que una de las primeras dificultades que encuentran los responsables empresariales de la toma de decisiones, cuando entran en juego aspectos medioambientales, es la ausencia de un cuerpo teórico sistematizado y contrastado que permita abordar con éxito los objetivos propuestos. Esta dificultad es también extensible al ámbito de la investigación, especialmente en lo que se refiere al estudio de la relación entre la actuación medioambiental de la empresa y el rendimiento económico, tema que ha suscitado el interés de los investigadores, fundamentalmente en las dos últimas décadas. La investigación en el ámbito de la actuación ambiental de la empresa está todavía bastante fragmentada, con un claro predominio del empirismo sobre la teoría, por lo que se requiere prestar atención al desarrollo del cuerpo teórico (Dyllick y Hockerts, 2002; Van Leeuw y Scheerlinck, 2011). La carencia de fundamentos teóricos para los estudios empíricos referentes a la mencionada relación es tan importante, al menos, como los aspectos estadísticos o los relativos a los datos (Schaltegger y Synnestvedt, 2002).

El análisis de esta relación se ha abordado tanto desde un enfoque teórico como empírico y no ha estado exento de debate. Mientras algunos autores (Friedman, 1970), basándose en la Teoría de los *Shareholders*, sostienen que cualquier gasto medioambiental que pueda realizar la empresa, más allá de lo que le obliga la ley, va en detrimento del valor del accionista, otros, apoyados en la Teoría de los *Stakeholders* y de los Recursos y Capacidades, defienden que una actuación medioambiental adecuada permite a la organización desarrollar capacidades y atraer recursos raros y valiosos que generarán ventajas competitivas (Hart, 1995; Porter y Van der Linde, 1995; Russo y Fouts, 1997; Miles y Covin, 2000; Molina-Azorín *et al.*, 2009a). A lo largo de estos años se han acumulado contribuciones empíricas en todos los sentidos referidas a la mencionada relación (Chen y Metcalf, 1980; Jaggi y Freedman, 1992; Cordeiro y Sarkis, 1997; Christmann, 2000; Thomas, 2001; Carmona, Céspedes y Burgos, 2003; Giménez *et al.*, 2003; Bansal, 2005; Cañón y Garcés, 2006; Yamaguchi, 2008; Sueyoshi y Goto, 2009; Molina-Azorín *et al.*, 2009a, 2009b). Sin embargo, apenas se han encontrado trabajos que hayan tratado de explicar y sistematizar las causas por las que los estudios realizados arrojan resultados, a veces, contradictorios. El único intento de recopilación sistematizada que hemos hallado, tras una exhaustiva revisión de la literatura, reúne 32 trabajos empíricos (Molina-Azorín *et al.*, 2009a), frente a los 79 que aquí se analizan. Dicha investigación presenta resultados muy interesantes, pero se echa en falta un mayor esfuerzo de sistematización de los resultados, más allá del mero discurso narrativo. Por ello, en este trabajo se pretende avanzar en ese sentido, presentando información cuantitativa específica relativa a las principales variables estudiadas.

La primera dificultad en el análisis de la relación entre actuación medioambiental y rendimiento económico deviene de la falta de unanimidad sobre lo que debe entenderse por actuación medioambiental de la empresa, por una parte, y sobre la forma de medir dicha actuación y el rendimiento económico derivado de la misma, por otra. A efectos de esta investigación, por actuación ambiental se entenderá cualquier acción de la empresa orientada a la reducción y/o prevención de impactos ambientales negativos, y/o uso más eficiente de los recursos naturales en cumplimiento del

marco legislativo vigente, o de forma voluntaria, constituyendo la legislación el referente mínimo exigible. Por tanto, la actuación medioambiental de la empresa puede ser de índole muy diversa (Molina-Azorín *et al.*, 2009a), lo que supone, cuando menos, un obstáculo a la hora de comparar los resultados de los estudios empíricos. Sin embargo, el principal problema, a nuestro entender, surge cuando se trata de medir la actuación medioambiental. Cabe distinguir, al respecto, dos conceptos empleados en la investigación medioambiental: gestión medioambiental y rendimiento medioambiental. Klassen y McLaughlin (1996, pp. 1198–1199) definen la gestión medioambiental como “todos los esfuerzos orientados a minimizar el impacto ambiental negativo de los productos de la empresa a lo largo del ciclo de vida del producto”. El rendimiento medioambiental se define, a su vez, como “el resultado de la gestión de la organización de sus aspectos ambientales” (Wagner, 2003, p. 22).

En la revisión de la literatura encontramos estudios que miden la actuación ambiental a través de las acciones y esfuerzos realizados por la empresa para reducir sus impactos ambientales o el uso de recursos. Por ejemplo, algunos estudios miden dicho esfuerzo a través de una estrategia ambiental proactiva (Sharma y Vredenburg, 1998), la inversión ambiental efectuada (Paggel *et al.*, 2004; Sueyoshi y Goto, 2009), la implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) o de una certificación ISO 14001 (Melnyk, Sroufe y Calantone, 2003), la compra ecológica (Carter, Kale y Grimm, 2000), etc. Otros trabajos lo hacen a través del resultado de tales acciones, considerando, por ejemplo, la reducción del nivel de contaminación (Hart y Ahuja, 1996), el rendimiento ambiental (Konar y Cohen, 1997; De Burgos y Céspedes, 2001), etc. También existen trabajos que aluden a la falta de acción ambiental, midiendo el bajo nivel de control de la contaminación (Shane y Spicer, 1983; Cohen *et al.* 1995), escapes tóxicos, (Hamilton, 1995), etc.

El rendimiento económico se define, a efectos de este trabajo, como el resultado económico derivado de la actuación ambiental. Puede subdividirse en rentabilidad a corto plazo y rentabilidad a largo plazo o competitividad (Wagner, 2003). El rendimiento económico a corto plazo se mide a través de indicadores de rentabilidad financiera (ROE, dividendo, precio de la acción, etc.) o económica (ventas, ingresos, etc.). Sin embargo, definir y medir la competitividad es bastante más complejo, puesto que los factores que afectan a la competitividad de la empresa varían a lo largo del tiempo y es difícil identificarlos y medirlos antes de que se manifiesten los resultados operativos en forma de beneficios, ingresos, posición en el mercado o valor de la acción de la organización (Wagner, 2003). Las mejoras ambientales pueden incrementar la competitividad a largo plazo (Porter y Van der Linde, 1995; Guimaraes y Liska, 1995) vía reducción del riesgo ambiental (Wagner, 2003), mejora de la reputación o imagen de la empresa (Guimaraes y Liska, 1995; Pujari *et al.*, 2003; Molina-Azorín *et al.*, 2009b), mejora de la satisfacción de los *stakeholders* (Molina-Azorín *et al.*, 2009b), etc. Por tanto, estas variables podrían servir de indicadores de competitividad, entre otras, ya que son susceptibles de generar diferenciación y crear ventajas competitivas difíciles de imitar.

El objetivo del presente trabajo es determinar las principales carencias de los estudios realizados sobre la relación planteada a fin de proponer sugerencias que estimulen la reflexión crítica y orienten la futura investigación empírica en el área, contribuyendo al avance de su cuerpo teórico. Así,

en primer lugar, se procederá a identificar las diferentes tipologías de estudios empíricos efectuados y sus posibles problemas y limitaciones. En segundo término, se desarrollará una clasificación de los estudios más relevantes realizados en el ámbito internacional sobre la relación entre actuación medioambiental y resultado económico de la organización, considerando las técnicas de análisis utilizadas, país, tamaño de empresa, tipo de sector, tamaño muestral, período de tiempo del estudio, etc. En tercer lugar, se presentarán los principales resultados de dicha clasificación, haciendo especial hincapié en el signo dominante de la relación. A continuación se procederá a realizar sugerencias para resolver las limitaciones detectadas y estimular la reflexión crítica. Finalmente se presentarán las principales conclusiones de la investigación.

2. TIPOLOGÍA DE ESTUDIOS EMPÍRICOS DESARROLLADOS: PROBLEMAS Y LIMITACIONES

La investigación efectuada para contrastar la relación entre actuación medioambiental y rendimiento económico, así como la posible causalidad entre ambas variables, ha recurrido a diferentes tipos de técnicas, tanto en la recogida de la información necesaria como en su análisis. En lo referente a la recogida de información, cabe distinguir aquellos estudios que emplean datos secundarios de los que se apoyan en información primaria.

Los trabajos que utilizan *datos secundarios* recogen, generalmente, datos cuantitativos (objetivos: directamente medibles u observables). Por ejemplo, los anuncios de premios medioambientales, la posesión de una o varias certificaciones medioambientales o la imposición de sanciones por contaminación, son datos secundarios que se emplean para evaluar la actuación medioambiental de la empresa. Sin embargo, el precio de la acción, la rentabilidad financiera (ROE) o el rendimiento sobre las ventas (ROS) es información disponible en bases de datos que puede utilizarse para evidenciar la situación económico-financiera de una organización. La disponibilidad de la información secundaria tiende a posibilitar el acceso a grandes muestras, lo que suele ser menos habitual cuando se ha de recurrir a datos primarios ante la falta de información. El problema de las bases de datos es que, a menudo, la información suministrada va por detrás de la realidad del mercado.

La *información primaria* se recaba normalmente a través de encuestas. Ello implica recoger y elaborar tanto la información concerniente a la actuación medioambiental como económica de las empresas a estudiar, lo que no siempre se consigue con la objetividad deseada. En el primer caso, porque si la empresa autoevalúa su actuación medioambiental existe riesgo de sobrevaloración, con el consiguiente sesgo; esto trae consigo la necesidad de utilizar indicadores medioambientales externos, como certificaciones ISO 14001 o similares, que acrediten el proceder de la organización en este ámbito. En lo que se refiere al resultado económico, muchas empresas son reacias a suministrar este tipo de datos (Álvarez *et al.*, 2001). Pero aun cuando estuvieran dispuestas a proporcionar información económica no se puede obviar que la falta de una contabilidad medioambiental, la complejidad de la relación objeto de estudio y la interacción de otras variables en la relación, dificultan enormemente la cuantificación del efecto que una inversión medioambiental tiene, por ejemplo, sobre las ventas, el beneficio o cualquier otra variable que se desee utilizar como indicador del resultado económico de la organización. Por tanto, en estos casos puede ser habitual recurrir a las percepciones que los

responsables medioambientales de la empresa tienen respecto a la influencia de las actividades medioambientales sobre el resultado económico de su organización (Aragón-Correa *et al.*, 2005; Wagner, 2007).

Otra distinción importante respecto a la metodología empleada para la recogida de información es la que alude a las características de los datos utilizados, pudiéndose distinguir entre casos de estudio cualitativos y análisis cuantitativos. Los casos de *estudio cualitativo* suelen ser de carácter exploratorio, incidiendo en la búsqueda de variables que influyen en la relación estudiada. Pero su aplicabilidad es limitada, pues las muestras tienden a ser muy pequeñas y no representativas de la población objeto de estudio. En lo que se refiere a los *análisis cuantitativos*, centrados en datos objetivamente medibles, la literatura distingue, básicamente, tres tipos de métodos: estudio de eventos, estudio de cartera y análisis de regresión (King y Lenox, 2002; Jacobs *et al.*, 2008).

El *estudio de eventos* permite evaluar el impacto de determinados sucesos sobre el valor de mercado de la empresa (generalmente a través del precio de la acción), empleando para ello los anuncios/noticias relativos a acontecimientos medioambientales específicos como indicador de su comportamiento ambiental y como factor causal de la relación entre actuación medioambiental y resultado financiero. El estudio de eventos se basa en la Teoría de la Eficiencia del Mercado. Una de las debilidades de esta metodología es que el mercado puede sobrevalorar o subestimar el impacto del evento sobre el resultado financiero (Klassen y McLaughlin, 1996). Asimismo, también es posible la existencia de confusión si un pequeño número de personas tiene información (interna o privilegiada) sobre cambios importantes en la política medioambiental de la empresa y altera el precio de la acción antes de que el evento sea publicado. Además, hay que tener en cuenta que la concesión de un premio o el anuncio de una crisis medioambiental son eventos discretos, puntuales, que tienen consecuencias directas e inmediatas en el mercado de valores, mientras que el rendimiento medioambiental es el resultado de una estrategia a largo plazo decidida por la organización y cuyos efectos económicos no suelen ser visibles a corto plazo. Una crítica adicional a esta metodología es que se centra exclusivamente en el valor para el accionista, sin tener en cuenta la variedad de *stakeholders* de la organización (Elsayed y Paton, 2005).

Otro aspecto a considerar, siguiendo a Yamaguchi (2008), es el tipo de modelo de mercado a emplear para analizar cómo afecta el anuncio del evento ambiental al precio de la acción. Este autor critica el empleo incorrecto de esta metodología en algunos trabajos (Klassen y McLaughlin, 1996) que hacen uso del modelo de mercado estándar. Dicho modelo no tiene en cuenta la existencia de heterocedasticidad en el precio de las acciones para establecer la relación entre el evento ambiental y el resultado económico-financiero. De hecho, está ampliamente reconocido que el precio de las acciones se caracteriza por tener periodos estables y fuertes fluctuaciones, de modo que los datos relativos al precio de las acciones implican heterocedasticidad. En consecuencia, para contrastar dicha relación es preciso que el modelo tenga en consideración este aspecto.

Los *estudios portfolio* (o de cartera) determinan si el rendimiento de un grupo de empresas con buen comportamiento medioambiental sobrepasa el rendimiento normal del mercado. Estos estudios suelen utilizar datos secundarios, basados en índices del mercado de valores, para estimar el

rendimiento económico de las empresas analizadas (a través de los excesos obtenidos, por ejemplo, en el precio de las acciones sobre un determinado índice), así como bases de datos o índices sobre empresas con buen comportamiento o reputación medioambiental, comparando ambos índices. Algunos de los inconvenientes atribuidos al estudio de eventos son extrapolables a esta metodología, especialmente los relativos a la valoración del precio de las acciones (heterocedasticidad) y su enfoque centrado en el accionista.

El *análisis de regresión* se emplea para establecer relaciones a largo plazo ente la actuación medioambiental de la empresa y su resultado económico, información que procede generalmente de la contabilidad e informes de la empresa¹, aunque también puede provenir del mercado de valores. La revisión de la literatura muestra una clara preferencia por esta metodología, como se determinará en esta investigación. El problema principal para su aplicación radica, a menudo, en obtener información económica y medioambiental objetiva y actual, y en definir el modelo de regresión que mejor se adapte a la información disponible. En este sentido, ha de hacerse alusión a una importante carencia de la regresión simple empleada en algunos estudios empíricos (Bragdon y Marlin, 1972; Jaggi y Freedman, 1992), ya que al no tener en cuenta la posible influencia de variables que pueden afectar a la relación, podrían arrojar resultados no ajustados a la realidad. A partir de modelos de regresión adecuados a cada caso, esta metodología permite establecer relaciones lineales o no lineales entre las variables objeto de análisis y considerar, en su caso, el efecto moderador de algunas de ellas (tamaño de la empresa, estrategia medioambiental empleada, etc.) sobre la relación estudiada.

3. REVISIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS EMPÍRICOS

3.1. Metodología

Para la localización de los estudios más lejanos en el tiempo se emplearon bases de datos de bibliotecas universitarias y bases propias. La recopilación de trabajos se completó con una intensa búsqueda en Google Académico y en las bases de datos de ABI Inform, Emerald y Science Direct. Además, se revisó la bibliografía de los estudios que se iban añadiendo a la compilación, lo que dio lugar a nuevas búsquedas y hallazgos. El trabajo de recogida, clasificación y revisión de los estudios tuvo lugar entre mayo de 2009 y abril de 2010. Los términos de búsqueda empleados fueron: *environmental management*, *environmental behavior*, *environmental performance*, ISO 14001, EMAS, *environmental investment*, *environmental innovation*. Dichos términos se cruzaron con otros, como: *economic performance*, *financial performance*, *economic returns*, *economic benefits*, *revenues*, *sales*, *competitiveness*. De esta forma se recabó una muestra de 79 estudios procedentes de diferentes países, publicados, en su mayoría, en revistas de reconocido prestigio internacional (ver la Tabla 1).

¹ Los análisis de regresión pueden efectuarse tanto con series de datos temporales de una cartera o *portfolio* de empresas (información primaria), como con datos procedentes de bases de datos (información secundaria).

3.2. Organización de la información

El punto de partida de la investigación es el año 1972, año en el que localizamos el primer estudio que comienza a interesarse por la relación entre la actuación medioambiental y el rendimiento económico de la empresa. La revisión de trabajos se extiende hasta 2009.

Esta investigación plantea una revisión histórica de la literatura a fin de intentar sistematizar los resultados obtenidos. Los estudios se han dividido por décadas, en aras a facilitar la interpretación de los resultados. Así, han quedado encuadrados en dos grandes grupos, apareciendo por un lado aquellos estudios realizados en las tres últimas décadas del siglo XX y, por otro, los efectuados a lo largo de la primera década del siglo XXI. Los estudios aparecen, además, ordenados por fechas y orden alfabético de los autores, incluyendo, asimismo, la revista o publicación.

En la medida de lo posible, se ha intentado recoger información relativa a la composición de la muestra empleada para el estudio considerado, ya que el diseño muestral es importante para evaluar las limitaciones del trabajo y posibilitar la extrapolación de los resultados obtenidos. Asimismo, se indica el país donde se localizan las empresas que conforman la muestra del estudio en cuestión, sectores a los que pertenecen, número de empresas analizadas y período de análisis del estudio. En aquellos casos en que estos datos no se especifican es porque no se ha tenido acceso a los mismos.

Por otra parte, se ha intentado simplificar la información de los diferentes estudios, sin perder objetividad e información relevante para la valoración de los resultados y la sistematización de la evidencia empírica.

La Tabla 1 recoge los resultados de la revisión de trabajos. Para una correcta comprensión de la misma se han de considerar los siguientes aspectos:

1. Además de la información aludida previamente, y que aparece recogida en las tres primeras columnas de la tabla, la cuarta columna incluye el tipo de técnicas o metodologías de análisis utilizadas, ya que, como se ha expuesto previamente, tienen sus propias limitaciones.
2. La quinta columna recoge las variables que intervienen en la relación objeto de estudio. Normalmente aparece en primer lugar la variable que refleja la actuación medioambiental de la empresa. A continuación se recogen las medidas de rendimiento económico, tales como: rentabilidad económica o rentabilidad sobre los activos (ROA, ROC, ROI), rentabilidad financiera, denominada también rentabilidad sobre el capital (ROE), riesgo de la inversión socialmente responsable (medido generalmente a través del coeficiente beta), variación en los beneficios o el precio de las acciones, así como otras variables y ratios que sirven como indicadores del resultado económico de la empresa.

Tabla 1. Relación entre la actuación medioambiental de la empresa y el resultado económico-financiero

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS ²	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA ³	VARIABLES ANALIZADAS
1972-1999				
Bragdon y Marlin (1972) <i>Risk Management</i>	EEUU 1965-1970	17 empresas de la industria de la pasta y el papel. Datos financieros: Mercado de valores.	Regresión simple: Análisis de coeficientes de correlación	Índice de polución CEP): • ROE media (rentabilidad financiera) • ROC media (rentabilidad económica) • Crecimiento del B ^o por acción
Fogler y Nutt (1975) <i>Academy of Management Journal</i>	EEUU 1971-1972	9 empresas de la industria de la pasta y el papel seleccionadas de un estudio previo. Datos financieros: Mercado de valores.	Estudios de eventos Análisis de regresión Cross-sectional	Anuncios sobre niveles de contaminación: • Compra de acciones por fondos de inversión • Precio de las acciones en el corto plazo
Belkaoui (1976) <i>Financial Management</i>	EEUU 1969-1971	50 empresas (de similares sectores y tamaños) con información sobre contaminación en los informes anuales de 1970 (CEP). Datos financieros de S&P 500.	Estudio de eventos Regresión Test Mann-Whitney	Información sobre control de la contaminación – Rendimiento de la acción ajustado a riesgo
Chugh, Haneman y Mahapatra (1978) <i>Journal of Economic Studies</i>	EEUU 1953-1975	Empresas pertenecientes a sectores altamente contaminantes. Datos financieros: Mercado de valores.	* ⁴	Nivel de contaminación – Riesgo (estimación del coeficiente beta basado en datos del mercado)
Spicer (1978a) <i>Accounting Review</i>	EEUU 1969-1971 y 1971-1973	18 empresas de la industria de la pasta y papel. Análisis en dos periodos diferentes y con dos técnicas, resultados consistentes. Datos financieros: Mercado de valores.	Análisis de regresión Coef. de correlación por rangos de Spearman Test U Mann-Whitney	Control de los niveles de polución: • ROE • Tamaño • Ratio precio acción/ganancias (P/E) • Riesgo total • Riesgo sistemático (coeficiente beta)
Spicer (1978b) <i>Journal of Business, Finance and Accounting</i>	EEUU 1968-1973	18 empresas de la industria de la pasta y el papel. Datos financieros: Mercado de valores.	Análisis de regresión	Índice CEP de polución: • Riesgo total • Riesgo sistemático (coeficiente beta)
Chen y Metcalf (1980) <i>Accounting Review</i>	EEUU 1968-1973	18 empresas de la industria de la pasta y el papel. Datos financieros: Mercado de valores.	Análisis de regresión	Índice CEP de polución: • ROE • Precio acción/Beneficios • Riesgo total • Coeficiente beta
Freedman y Jaggi (1982) <i>The International Journal of Management Science</i>	EEUU 1973-1974	109 empresas de sectores altamente contaminantes.	Regresión simple: Análisis de coeficientes de correlación	Información (cuantitativa y cualitativa) sobre contaminación en el informe anual: • ROA (rentabilidad económica) • ROE • Cash flow/Activos • Cash flow/Beneficios
Shane y Spicer (1983) <i>Accounting Review</i>	EEUU 1970-1975	58 empresas sectores contaminantes (pulpa, papel, hierro, energía eléctrica, petróleo). Base de datos CEP para actuación medioambiental y CRSP para datos financieros.	*	Bajo nivel de control de la contaminación - Rendimientos negativos (percepciones de los inversores)
Mahapatra (1984) <i>Journal of Business Finance and Accounting</i>	EEUU 1967-1978	61 empresas de 6 sectores.	Análisis de regresión	Gasto en control de la contaminación - Rendimiento medio de la acción en el mercado
Rockness, Schlachter y Rockness (1986) <i>Advances in Public Interest Accounting</i>	EEUU 1980-1983	21 empresas del sector químico.	*	Reducción del vertido de residuos químicos - ROE
Fombrun y Shanley (1990) <i>Academy of Management Review</i>	EEUU 1985	292 Empresas integradas en el índice Fortune y Compustat.	*	Reputación medioambiental de la empresa: • ROE • Riesgo sistemático (coeficiente beta)
Erfle y Fratantuono (1992) <i>Proceedings of the Alternative Perspectives in Finance Conference</i>	EEUU *	49 Empresas de productos de consumo. CEP's Reputation Indices of Environmental Performance.	*	Actuación medioambiental: • ROA • ROE • ROI (Rentabilidad sobre la inversión)
Jaggi y Freedman (1992) <i>Journal of Business and Finance and Accounting</i>	EEUU 1975-1980	13 empresas del sector de la pasta y papel.	Análisis de regresión	Información (cuantitativa y cualitativa) sobre contaminación en el informe anual: • Ingresos netos • ROA • ROE • Cash flow/Activos • Cash flow/Recursos propios
Barth, McNichols y Wilson (1994) <i>Stanford University</i>	EEUU 1989-1993	257 empresas de diversos sectores. Datos financieros: Mercado de valores.	Estudio de eventos	Actuación medioambiental (pasada) - Valoración del mercado
Cohen, Fenn y Naimon (1995) <i>Investor Responsibility Research Center</i>	EEUU 1987-1991	Dos muestras de empresas con niveles altos y bajos de contaminación, tomadas del S&P 500.	Estudio portfolio t-test	Empresas del grupo con bajo nivel de contaminación (respecto al grupo con niveles altos): • Rendimientos económicos (ROA, ROE, Rendimiento total del mercado) • Rendimiento total (accionista) del mercado de valores ajustado a riesgo
Diltz (1995) <i>Applied Financial Economics</i>	EEUU 1989-1991	159 empresas; 28 carteras (fondos de inversión).	Estudio portfolio	Actuación medioambiental y social - Reacción del mercado de valores

²En algunos estudios, especialmente cuando emplean datos primarios (encuestas), tiende a proporcionarse únicamente el dato de la fecha de realización del trabajo de campo. En dichos casos se proporcionará este dato a falta del periodo de análisis considerado.

³En algunos trabajos se utilizan diversas técnicas, indicándose aquéllas que pueden ser de interés para sistematizar los resultados.

⁴* Dato no disponible.

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Guimaraes y Liska (1995) <i>Business Strategy and the Environment</i>	EEUU 1993	133 empresas implicadas en la protección medioambiental. Para medir la proactividad ambiental emplean el índice MEB del Management Institute for Environment & Business, 1991, incluye 21 ítems.	Análisis de regresión (coef. correlación de Pearson) Dos grupos: empresas proactivas y empresas que cumplen los mínimos legales	Proactividad medioambiental: • Beneficios de gestión y personal (moral de los empleados, menor absentismo, participación...) • Beneficios de eficiencia operativa (mayor eficiencia energética, reducción de residuos, reducción de multas y sanciones, reducción de primas de seguros...) • Beneficios externos (aumento de vtas., mejora de la imagen, lealtad de clientes, mejora de la competitividad...)
Hamilton (1995) <i>Journal of Environmental Economics & Management</i>	EEUU 1987-1989	463 empresas.	Estudio de eventos	Publicación de los datos del TRI (Inventario de escapes tóxicos) - Precio de la acción en el mercado
Feldman, Soyka y Ameer (1996) <i>ICF Kaiser</i>	EEUU 1980-87 y 1988-94	330 empresas de la base de datos S&P y TRI.	Modelo de regresión: regresión múltiple	Mejora en el sistema de gestión medioambiental y actuación medioambiental: • Riesgo sistemático (periodo 1980-87) • Riesgo sistemático (periodo 1988-94)
Hart y Ahuja (1996) <i>Academy of Management Review</i>	EEUU 1989-92	127 empresas de la base de datos S&P.	Análisis de regresión	Reducción de los niveles de contaminación (en 1988-1989): • Mejora en rendimiento sobre ventas (ROS) en t+1 • Mejora ROA en t+1 • Mejora ROE en t+2
Klassen y McLaughlin (1996) <i>Management Science</i>	EEUU 1985-1991	112 empresas de 14 de los 20 sectores industriales (código SIC, base de datos NEXIS DE. Datos financieros de NYSE y AMEX). 96 empresas con premios medioambientales y 16 empresas con noticias ambientales negativas.	Estudio de eventos Modelo de mercado Regresión: Wilcoxon signed-ranks test Cross-sectional Vbles. Control: sectores, tiempo, tamaño	• Anuncio de un premio medioambiental por tercero independiente - Valor de la empresa en bolsa • Anuncio de una crisis medioambiental - Valor de la empresa en bolsa
Nehrt (1996) <i>Strategic Management Journal</i>	Brasil, Canadá, España, EEUU, Portugal, Finlandia y Suecia 1983-1991	50 empresas fabricantes de blanqueadores de pasta de papel. Enfoque: Ventaja competitiva de ser el primero en invertir en tecnologías.	Modelo aditivo de regresión múltiple OLS Análisis Cross-sectional	Anticipación en el uso de tecnologías para reducción de costes y reducción de la contaminación - Ventaja financiera (incremento de ingresos netos)
White (1996) <i>University of Virginia Charlottesville</i>	EEUU 1989-1992	97 empresas. Datos financieros: Mercado de valores.	*	Actuación medioambiental (reciclaje, fuentes de energía alternativas, reducción de residuos, productos ecológicos...) - Rendimiento del mercado de valores ajustado a riesgo (valor medio mensual)
Blaconiere y Northcutt (1997) <i>Journal of Accounting, Auditing and Finance</i>	EEUU Febrero 1985- octubre 1986	72 empresas del sector químico. Datos de la EPA. Datos financieros: Mercado de valores.	Estudio de eventos	• Información medioambiental suministrada por la EPA - Cambios de valor de la acción en el mercado • Información medioambiental suministrada por la propia empresa - Cambios de valor de la acción en mercado
Cordeiro y Sarkis (1997) <i>Business Strategy and the Environment</i>	EEUU 1991-1992 (actuación ambiental) 1993 (pronósticos económicos)	523 empresas, datos del TRI y EPA (1993). Pronóstico de dividendos por acción a 1 y 5 años proporcionado por Securities and Zacks Investment Co. Integrado en Security Exchange Commission (SIC).	Modelos de regresión múltiple (empresas ajustadas/no ajustadas por la media del sector) Modelo 1: nivel de proactivismo en 1992 Modelo 2: cambio en el proactivismo de la empresa de 1991-1992	Modelo 1: Alta actuación medioambiental (proactivismo 1992): • Pronóstico de incremento de ganancias anuales por acción (1993) • Pronóstico de incremento de ganancias por acción durante cinco años Modelo 2: Cambio a proactivismo medioambiental (1991-1992): Considera los mismos factores que el modelo 1
Cormier y Magnan (1997) <i>Journal of Accounting and Public Policy</i>	Canadá 1986-1993	Empresas altamente contaminantes de tres sectores (pasta/pulpa, papel, químico). Base datos: Environment Ministries of Canada, Ontario, Québec. Mdo. valores.	Análisis de regresión OLS Análisis Cross-sectional Emplean vbles. de control	Nivel de contaminación - Valor de la acción en bolsa
Konar y Cohen (1997) <i>Vanderbilt University</i>	EEUU 1988-89	321 empresas de diversos sectores.	Análisis de regresión	Rendimiento medioambiental - Valor de activos intangibles
Russo y Fouts (1997) <i>Academy of Management Journal</i>	EEUU 1991-1992	243 empresas de varios sectores de la base de datos Franklin Research and Development Corporation (FRDC).	Análisis de regresión OLS: -Coef. correlación -Modelo de regresión conjunta (vbles. control: crecimiento sector, intensidad en publicidad y capital, tamaño)	Proactividad ambiental: • Rendimiento medioambiental (ROA) (coeficiente. correlación) • Rendimiento medioambiental (ROA) (relación conjunta)
Ahmed, Montagno y Firenze (1998) <i>Management Decision</i>	EEUU *	655 empresas industriales de diferentes tamaños y sectores (altamente contaminantes), divididas en dos grupos: con y sin preocupación ambiental. Encuesta postal.	Análisis comparativo entre dos grupos (alta conciencia ambiental vs baja conciencia ambiental): Chi cuadrado, t-value	Grupo con alta conciencia medioambiental: • Cuota de mercado • Volumen de ventas • Calidad del producto • Introducción de nuevos y mejores productos • Productividad • Ganancias anuales • Capacidades de los empleados • Flexibilidad de los empleados • Rentabilidad • ROI • Capacidad de mejora
Edwards (1998) <i>Earthscan Publications, London</i>	Gran Bretaña 1992-1996	51 empresas de 8 sectores industriales.	Estudio portfolio	Empresas medioambientalmente excelentes (dentro de su sector según la lista JERU, en comparación con empresas no pertenecientes a esta lista): • ROCE • ROE

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Judge y Douglas (1998) <i>Journal of Management Studies</i>	EEUU 1992	196 empresas (con más de 20 empleados) del directorio medio-ambiental mundial. Encuestas.	Modelo de ecuaciones estructurales (LISREL)	Integración de aspectos medioambientales en la planificación estratégica: • ROI • Aumento de beneficios • Aumento de ventas • Cuota de mercado
Sharma y Vredenburg (1998) <i>Strategic Management Journal</i>	Canadá 1992	99 empresas del sector petrolero y del gas. Encuestas.	Análisis de regresión multivariante	Estrategia medioambiental proactiva - Capacidades organizacionales (integración de stakeholders, aprendizaje, innovación continua). Estrategia medioambiental proactiva/Capacidades organizacionales – Beneficios competitivos (innovación de productos, procesos y organizativa, reducción de costes, mejora de la reputación de la empresa, motivación de los empleados, etc.)
Butz y Plattner (1999) <i>Bank Sarasin</i>	Europa 1996-1997	65 empresas de diversos sectores, incluidas en el listado ambiental del Banco suizo Sarasin. Datos del DJ Stock 50	Modelo de regresión	Total empresas (n=65) - Mejora de rendimientos ajustados a riesgo Empresas medioambientalmente intensivas (n=39) - Mejora de rendimientos ajustados a riesgo
Klassen y Whybark (1999) <i>Academy of Management Journal</i>	EEUU 1992-1994 (datos ambientales)	69 empresas del sector del mueble, con al menos 50 empleados (Base de datos EPA). TRI (datos ambientales) y portfolío de tecnologías preventivas. Encuesta postal realizada en 1994.	Análisis de regresión jerárquica lineal Dos modelos de regresión con vbles. de control (proyectos de fabricación avanzados, tasa capital invertido, antigüedad de equipos, nº empleados)	Modelo 1: A medida que aumenta la proporción de tecnologías medioambientales preventivas, el control de la contaminación mejora el resultado productivo, medido a través de percepciones en relación con los competidores sobre : • Costes • Calidad • Velocidad • Flexibilidad Modelo 2: A medida que aumenta la proporción de tecnologías medioambientales preventivas, el control de la contaminación mejora el resultado productivo, medido a través de: • Calidad • Velocidad de entrega en días • Tiempo total de todo el proceso en días • Entrega a tiempo
AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN 2000-2009	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Carter, Kale y Grimm (2000) <i>Transportation Research</i>	EEUU 1996	437 empresas de diverso tamaño, fabricantes de productos de consumo. Base de datos: National Association on Purchasing Management.	Análisis de regresión	Escala relacionada con la compra ecológica: • Ingresos netos • Coste de las mercancías vendidas
Christmann (2000) <i>Academy of Management Journal</i>	EEUU 1995	88 empresas químicas de la base de datos Ward's Business Directory, Compustat. Encuesta postal. Enfoque: Teoría de los recursos y capacidades. Teoría de la ventaja competitiva (innovación, mejora continua).	Análisis de regresión OLS Modelos de regresión con variables moderadores Emplea los activos complementarios como variable moderadora Vbles. de control (tamaño, gasto agua, residuos, productos, etc.)	• Mayor uso de tecnologías de prevención de la contaminación - Mayor ventaja en costes derivadas de la estrategia medioambiental • Mayor nivel de innovación propia en tecnologías de prevención de la contaminación - Mayor ventaja en costes derivada de la estrategia medioambiental • Mayor anticipación en la adopción de una estrategia medioambiental - Mayor ventaja en costes derivada de la estrategia medioambiental • Mayor capacidad ⁵ para implementar innovación de procesos - Mayor ventaja en costes derivada del uso de tecnologías preventivas • Mayor capacidad para desarrollar su propia innovación de procesos - Mayor ventaja en costes derivada del uso de tecnologías preventivas • Mayor capacidad para implementar innovación de procesos - Mayor ventaja en costes derivada de la adopción temprana de la estrategia medioambiental
Gilley, Worell, Davidson y El-Jelly (2000) <i>Journal of Management International</i>	EEUU 1983-1996	71 anuncios en The Wall Street Journal de iniciativas medioambientales de empresas: 39 basadas en procesos y 31 basadas en productos. Datos financieros: Mercado de valores.	Estudio de eventos	Anuncio de iniciativas medioambientales referentes a procesos - Cotización de las acciones Encuentran reacciones significativamente distintas según el anuncio haga referencia a productos o a procesos
Theyel (2000) <i>Journal of Operations and Production Management</i>	EEUU 1994	188 empresas del sector químico. Encuesta telefónica.	Coef. correlación de Pearson Análisis de regresión	Innovación medioambiental (sustitución de materiales y adaptación medioambiental de procesos productivos) - Reducción de residuos químicos
Álvarez, Burgos y Céspedes (2001) <i>Omega</i>	España *	262 hoteles españoles.	Ecuaciones estructurales	Proactividad medioambiental del hotel (percepciones): • Rentabilidad • Tasa de ocupación
Blank y Carty (2001) <i>QED International</i>	EEUU 1996-2000	Emplea dos carteras de inversión formadas por empresas altamente innovadoras: empresas ecoeficientes y menos ecoeficientes. Datos S&P 500.	Análisis portfolío	Ecoeficiencia: • Riesgo • Rendimiento financiero anual
De Burgos y Céspedes (2001) <i>Investigaciones Europeas de Dirección y Economía...</i>	EEUU 1992	170 empresas del directorio medioambiental mundial.	Modelo de ecuaciones estructurales (LISREL 8.12) Adaptación Judge (1998)	Rendimiento medioambiental - Rendimiento Económico (evaluado en relación con la competencia)

⁵Por capacidad se entiende la posesión de activos complementarios en la empresa (recursos, capacidades derivadas de la experiencia, etc.).

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Thomas (2001) <i>Business Strategy and the Environment</i>	Gran Bretaña 1985-1997	291 empresas seleccionadas del Croydon Borough Council y London Share Price Database (LSPD) se comparan con 131 empresas de esa misma muestra que contestan a una encuesta sobre su política medioambiental. Datos financieros: Mercado de valores.	Análisis portfolio Dos Modelos de regresión: 1: conjunta 2: por empresa específica Variables de control: volumen de capital, rendimiento ajustado al riesgo	Modelo 1 de regresión conjunta (supone que los betas de las acciones son idénticos) Adopción de una política medioambiental: • Mejora del rendimiento del accionista • Riesgo (Beta) • Empresas acusadas/encausadas por agencias medioambientales - Mejora del rendimiento del accionista • Entrenamiento en protocolos medioambientales - Mejora del rendimiento del accionista Modelo 2 de regresión por empresa específica Adopción de una política medioambiental: • Mejora del rendimiento del accionista • Empresas acusadas/encausadas por agencias medio-ambientales - Mejora del rendimiento del accionista • Entrenamiento en protocolos medioambientales - Mejora del rendimiento del accionista
Garz, Volk y Gilles (2002) <i>WestLB Panmure</i>	EEUU 1999-2002	Comparación de los índices de la familia DJ STOXX con el DJSI (Sustainable Index).	Modelo de regresión multifactorial Muestra estratificada Resultado ajustado al riesgo, tipo y tamaño del mercado	DJSI (Sostenibilidad) - Familia DJSTOXX: • Ratio beneficio/riesgo • Resultado de la inversión • Riesgo total
King y Lenox (2002) <i>Management Science</i>	EEUU 1991-1996	614 Empresas manufactureras (Base de datos Compustat y TRI –Toxic Release Inventory).	Análisis de regresión de efectos fijos	Reducción de la contaminación en t mediante prevención de residuos: • q de Tobin (t+1) • ROA (t+1) Reducción de la contaminación en t mediante otras vías (tratamiento o transferencia): • q de Tobin (t+1) • ROA (t+1)
Wagner, Van Phu, Azomahou y Wehrmeyer (2002) <i>Corporate Social Responsibility and Environmental Management</i>	Alemania, Italia, Reino Unido, Países Bajos 1995-1997	248 empresas de la industria del papel. Enfoque: Teoría de la innovación y la ventaja competitiva (Porter y Van der Linde, 1995)	Sistema de ecuaciones simultáneas, con vbles. de control	Actuación medioambiental: • ROS • ROE • ROCE
Carmona, Céspedes y De Burgos (2003) <i>Third International Conference of the Iberoamerican Academy of Management</i>	España 2002	56 empresas del sector químico. Enfoque: Teoría de recursos y capacidades. Teoría de la ventaja competitiva.	Análisis de regresión	Innovación en la prevención de la contaminación • Ventaja competitiva en costes • Ventaja competitiva en diferenciación Desarrollo interno de la prevención - Mismos factores que en el caso anterior Carácter pionero de las prácticas medioambientales - Mismos factores que en el primer caso Prácticas ambientales de gestión de recursos humanos - Mismos factores que en el primer caso
Giménez, Casadesus y Valls (2003) <i>Corporate Social Responsibility and Environmental Management</i>	España 1999-2000	157 empresas del sector industrial con SGMA.	Análisis Clúster	Poseción de un Sistema de Gestión Medioambiental – Posición competitiva
Melnyk, Sroufe y Calantone (2003) <i>Journal of Operations Management</i>	EEUU 1998	1.222 directivos de empresas manufactureras de EEUU.	Análisis regresión OLS Análisis de regresión robusta: modelos de regresión	Grado de implantación del SGMA y certificación e Impacto medioambiental: • Reducción de costes • Reducción de tiempo de procesamiento • Mejora de la calidad • Cuota de mercado • Reputación de la empresa • Mejora en el desarrollo de productos • Reducción residuos • Aumento de beneficios • Acceso a mercados internacionales
Polari, Wright y Peattie (2003) <i>Journal of Business Research</i>	Gran Bretaña *	151 grandes empresas industriales de distintos sectores. Encuesta postal al responsable de actividades medioambientales.	Análisis factorial Análisis de regresión jerárquico	Política ambiental específica – Imagen de empresa Implicación de la alta dirección en el desarrollo de nuevos productos medioambientales (DNPM) - Rdos. de mercado ⁶ Implicación del responsable medioambiental en DNPM - Imagen de empresa Imagen de empresa y Resultados de mercado: • Implicación de los proveedores en DNPM • Trabajo efectivo previo en DNPM • Integración de datos medioambientales en el sistema de información de la empresa • Nivel de benchmarking medioambiental • Nivel de coordinación interdepartamental en DNPM
Al-Tuwaijiri, Christensen y Hughes (2004) <i>Accounting, Organizations and Society</i>	EEUU 1994	198 Empresas del directorio IRRIC's 1994 Environmental Profiles Directory (limitado a 500 empresas del S&P). Compustat: Datos económicos.	Análisis de regresión OLS: problemas de relaciones endógenas entre vbles. (estimador sesgado e inconsistente) Modelo ecuaciones simultáneas: 3SLS ⁷	Análisis de regresión OLS: Actuación medioambiental elevada - Rendimiento económico (Rendimiento anual en bolsa ajustado al sector) Modelo 3SLS: Actuación medioambiental elevada -Rendimiento económico (Rendimiento anual en bolsa ajustado al sector)

⁶Este factor recoge variables relacionadas con el mercado, competitividad y resultados económico-financieros, tales como: cuota de mercado, acceso a nuevos mercados domésticos e internacionales, adquisición de ventajas competitivas, ROI.

⁷3SLS (3 Stage Least Square): significa que la estimación se ha efectuado con mínimos cuadrados en tres etapas. Este mismo autor aplica previamente esta metodología considerando dos etapas.

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Paggel, Yang, Krumwiede y Sheu (2004) <i>Journal of Supply Chain</i>	Taiwan y EEUU 2002	103 empresas (64 taiwanesas y 39 estadounidenses). Datos del Global Manufacturing Research Group (GMRG).	Análisis Path	Inversión medioambiental – Rendimiento económico
Wagner y Schaltegger (2004) <i>European Management Journal</i>	Gran Bretaña y Alemania 1998-2000	301 empresas (135 empresas británicas y 166 empresas alemanas) del sector industrial. Diferencian dos tipos de empresas con / sin orientación ambiental.	Análisis de regresión OLS Análisis factorial Análisis clúster	Empresas con estrategia medioambiental – competitividad y resultado económico
Zhu y Sarkis (2004) <i>Journal of Operations Management</i>	China 2002-2003	186 empresas del sector industrial y de procesos. Encuesta cumplimentada por directivos participantes en dos seminarios sobre prácticas de gestión basadas en estándares.	Análisis de regresión jerárquica moderada	Gestión medioambiental de la cadena de distribución - Rendimiento medioambiental y económico
Aragón-Correa, García-Morales y Hurtado-Torres (2005) <i>Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa</i>	España 2000	119 PYMES del sector de reparación de vehículos. Encuesta.	Análisis de regresión	Estrategia medioambiental proactiva - Resultados de la organización (media de percepción directivos y datos objetivos s/ rentabilidad, crecimiento vtas.)
Bansal (2005) <i>Strategic Management Journal</i>	Canadá 1986; 1989; 1992 y 1995	45 empresas del sector forestal, minero y petrolero. Panel de datos: 4 años.	Modelo de regresión Análisis de series temporales	Desarrollo sostenible de la empresa: • ROE • Multas y sanciones
Elsayed y Paton (2005) <i>Structural Change and Economic Dynamics</i>	Gran Bretaña 1994-2000	227 empresas de la base de datos Management Today's Community and Environmental Responsibility (CER) y Standard Industrial Classification (SIC).	Modelos econométricos (emplea dos paneles: estático y dinámico) Cross-sectional (medias de las variables desde 1994 a 2000) Estimadores conjuntos	Panel estático: Resultado medioambiental: • q de Tobin ⁸ • Rentabilidad sobre inversiones • Rentabilidad sobre ventas Panel dinámico: Resultado medioambiental - Mismos factores que en el caso anterior Cross-sectional: Análisis del Resultado medioambiental (media de las variables de 1994-2000) - Mismos factores que en el primer caso Test de significación conjunta de los coeficientes de interacción entre Resultado medioambiental - Mismos factores que en el primer caso
González-Benito y González-Benito (2005) <i>Omega</i>	España 2002	428 grandes empresas del sector químico, del mueble, equipamiento eléctrico y electrónico. Base de datos Dun & Bradstreet. Encuesta postal.	Análisis de regresión múltiple: dos modelos	Modelo 1 Proactividad medioambiental (incluye vbles. de control: tamaño empresa, antigüedad equipos, sector actividad, gestión de operaciones): • ROA Modelo 2 Proactividad medioambiental (incluye vbles. de control y vbles. que indican proactividad en otras áreas, como implementación de métodos de producción avanzados o innovadores, diseño de productos, etc.): • Rdos. de marketing
Menguc y Ozanne (2005) <i>Journal of Business Research</i>	Australia 1998-2000	140 grandes empresas manufactureras, diferentes sectores (datos Business Review Weekly). Encuesta postal.	Modelo de ecuaciones estructurales (análisis Path, LISREL 8.30)	Orientación al medio ambiente (NEO: Natural Environmental Orientation): • Cuota de mercado • Crecimiento de las ventas • Beneficios después de impuestos
Salama (2005) <i>Structural Change and Economic Dynamics</i>	Gran Bretaña *	201 empresas (consumo, materias primas y productos financieros) del Reputation Index of Britain's MAC (proactividad medioambiental). Datos financieros de Datastream y London Business School Risk Management Service.	Análisis de regresión OLS Análisis de regresión robusta: cuantiles (mediana)	Resultado medioambiental - Resultado financiero (regresión OLS) Resultado medioambiental - Resultado financiero (regresión robusta: mediana)
Cañón y Garcés (2006) <i>Cuadernos de Gestión</i>	España 1996-2002	80 eventos correspondientes a 32 empresas de diferentes sectores con certificación ISO 14001.	Estudio de eventos	Certificación ISO 14001 - Cotización de las acciones: • Empresas altamente contaminantes • Multinationales • Empresas moderadamente contaminantes • No-Multinationales
Earnhart y Lizal (2006) <i>Journal of Comparative Economics</i>	República Checa 1993-1998	Panel de empresas con 2.628 observaciones, correspondientes a una media de 438 empresas públicas y privadas. Datos financieros de Prague Stock Exchange y medioambientales de REZZO (Instituto de meteorología checo).	Modelos econométricos de regresión OLS (con vbles. retardadas –efecto tiempo- y vbles. de control-tamaño de empresa, propiedad pública/privada, condiciones del sector, regulación, año-) Hausman test: Efectos aleatorios	Resultado financiero - Resultado medioambiental: emisiones absolutas (como vble. dependiente) Resultado financiero - Resultado medioambiental: emisiones relativas (como vble. dependiente) Utilizan Granger-causality test, pero no hay causalidad entre resultado financiero y resultado medioambiental
Lankoski (2006) <i>Insead</i>	Internacional 2006 Rdos. económicos de 5 años	38 directivos senior de empresas seleccionadas del International Chamber of Commerce (ICC). Encuesta vía e-mail.	Estudio exploratorio (longitudinal) Análisis Clúster Diferencias de grupos: Wilcoxon Signed Ranks test	El impacto económico es más positivo cuando: • Se reducen externalidades negativas (ej.: contaminación) que cuando se generan externalidades positivas • Se beneficia a stakeholders comerciales que cuando se beneficia a stakeholders no comerciales

⁸q de Tobin⁸: valor de mercado de la empresa dividido entre el valor de reposición de sus activos.

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Murray, Sinclair, Power y Gray (2006) <i>Accounting, Auditing and Accountability Journal</i>	Gran Bretaña 1988-1997	100 mayores empresas del Reino Unido, diferentes sectores. Base datos CSEAR (medio ambiente) y The Times 1000 (resultado financiero). 660 observaciones.	Coefficiente correlación de Pearson Análisis de regresión Chi cuadrado Realizan 5 test	Test 1 Asociación numérica lineal, coef. Pearson: Actuación medioambiental - Rentabilidad sobre el precio de las acciones Test 2 Modelo lineal, análisis de regresión: Actuación medioambiental - Rentabilidad sobre precio de acción Test 3 Análisis no lineal, test Chi cuadrado: Actuación medioambiental - Rentabilidad sobre precio de acción Test 4 Modelo lineal general ⁹ : coef. Pearson y test Chi cuadrado: Actuación medioambiental - Rentabilidad sobre precio de acción Test 5 Empresas con alta (baja) rentabilidad durante un período tienden a emitir mayor (menor) cantidad de información social y ambiental durante dicho período
Rennings, Ziegler, Ankele y Hoffmann (2006) <i>Ecological Economics</i>	Alemania 2001	1.277 empresas industriales con sistema de gestión ambiental (EMAS). Datos muestra: Cámara de Industria y Comercio. Encuesta telefónica.	Análisis econométrico: Binary Probit Models (regresión)	Experiencia en procesos de gestión ambiental (EMAS): • Incremento de los resultados económicos • Incremento de las exportaciones
Telle (2006) <i>Environmental & Resource Economics</i>	Noruega 1990-2001	85 plantas productivas de empresas de diversos sectores (químico, metal, pulpa papel y minerales no metálicos). 898 observaciones para todo el periodo.	Análisis de regresión simple (coef. correlación de Pearson) Análisis de regresión conjunta OLS Modelo de efectos variables	Actuación medioambiental - Rentabilidad sobre las ventas (ROS) (análisis de regresión simple) Actuación medioambiental - ROS (análisis de regresión conjunta OLS, con variables de control: capital, empleados, regulación ambiental y años) Actuación medioambiental - ROS (Modelo de efectos variables: control de la heterogeneidad de las plantas productivas)
Claver, López, Molina y Tari (2007) <i>Journal of Environmental Management</i>	España *	67 productores cooperativa agrícola con EMAS/ISO 14001. Datos: SABI.	Estudio de casos	Estrategia medioambiental proactiva pionera - ROA Estrategia medioambiental proactiva pionera - Valor añadido ¹⁰
García y Armas (2007) <i>Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa</i>	España 2002	114 encuestas correspondientes a 80 establecimientos hoteleros de 3, 4 y 5 estrellas. Datos: SABI: ROAr.	Análisis de regresión: dos modelos de regresión	Modelo 1: Responsabilidad medioambiental - ROAr (rendimiento relativo sobre el activo medio: ROA de cada hotel - ROA medio del sector hotelero) Modelo 2: Responsabilidad social (RSC) y medioambiental - ROAr (la RSC aumenta un 3% la capacidad explicativa sobre la rentabilidad)
Wagner (2007) <i>Long Range Planning</i>	Bélgica, Francia, Alemania, Suiza, Holanda, Suecia Noruega, Gran Bretaña 2001	Casi 2.100 empresas de diferentes sectores industriales. Encuestas con escalas Likert.	Análisis de regresión	Integración de aspectos ambientales - Resultados económicos derivados de: • El mercado • Mejoras en la eficiencia • Mejoras en la imagen • Reducción del riesgo
Wahba (2007) <i>Corporate Social Responsibility and Environmental Management</i>	Egipto 2003-2005	156 empresas con certificación ISO 14001 de 19 sectores diferentes. Base de datos de Egyptian Environmental Affairs Agency. Enfoque: Teoría de stakeholders/Recursos y capacidades/Ventaja competitiva.	Análisis de regresión OLS (test Hausman: no efectos endógenos) → estimador consistente Tres modelos de regresión	• Modelo 1 (sin restricciones): Responsabilidad medioambiental (RM) - Valor mercado empresa (VM) (q deTobin) • Modelo 2 (excluye vbles. de control no significativas en modelo 1): RM - VM • Modelo 3 (excluye: RM) Resto vbles. - VM → responsabilidad medioambiental no puede excluirse del modelo: RM determina el valor de mercado
Aragón-Correa, Hurtado-Torres, Sharma y García-Morales (2008) <i>Journal of Environmental Management</i>	España *	108 PYMEs (talleres de reparación de automóviles). Utilizan percepciones de los directivos (por falta de datos).	Modelo de ecuaciones estructurales	Estrategia medioambiental proactiva - Resultado económico-financiero (ROA, aumento del B ^o)
Jacobs, Singhal y Subramanian (2008) <i>Georgia Institute of Technology</i>	EEUU 2004-2006	355 empresas de las que se analizan 811 anuncios (430 anuncios de iniciativas medioambientales y 381 de premios o certificaciones medioambientales).	Estudio de eventos t-tests, Mann-Whitney Z-tests	Anuncio de donación a causas medioambientales - Reacción del mercado de valores (rendimientos anormales) Anuncio de reducción de voluntaria de emisiones ambientales - Reacción del mercado de valores Anuncio de obtención de la ISO 14000 - Reacción del mercado de valores
Triebswetter y Wackerbauer (2008) <i>Journal of Cleaner Production</i>	Alemania 2004 (realización entrevistas) 2000-2003 datos sobre inversiones, facturación, etc.	14 empresas innovadoras (sector fotovoltaico, automoción, reciclaje, combustible) del sector medioambiental. Analizan en profundidad 29 innovaciones relacionadas, en su mayoría, con el sector de automoción (17/29 casos).	Estudio de eventos (Frecuencias)	Impacto de la innovación medioambiental sobre la competitividad (medida a través de las propias percepciones de los directivos y de la mejora en la facturación, cuota de mercado, costes producción, nº de patentes, nuevos clientes, exportaciones, empleo a l/p, capacidades de los empleados)
Yamaguchi (2008) <i>Ecological Economics</i>	Japón 1998-2006	69 empresas pertenecientes al Nikkei Environmental Management Ranking. Datos: Tokio Stock Price Index (precio de la acción).	Estudio de eventos Análisis de regresión OLS Análisis de regresión EGARCH (1,1)	Anuncio en el ranking Nikkei Environmental Management - Precio de la acción (regresión OLS) Anuncio en el ranking Nikkei Environmental Management - Precio de la acción (regresión EGARCH, 1,1)

⁹Intenta desarrollar un modelo para verificar si la rentabilidad de las acciones está influida por el valor de la información social y medioambiental, el tamaño de la empresa y el año en el que se emite la información. Pretende ser, a su vez, indicativo de la mayor predisposición de aquellas compañías con mayores índices de rentabilidad a comprometerse a proporcionar mayor cantidad de información sobre estos temas.

¹⁰Por valor añadido se entiende el desarrollo nuevos recursos y capacidades; ventaja en costes: ahorro en costes, reducción de residuos y contaminación; diferenciación: consolidación de la imagen de marca, mayor credibilidad en las relaciones comerciales, etc.

AUTOR / AÑO / PUBLICACIÓN	PAÍS / PERIODO ANÁLISIS	Nº DE EMPRESAS / SECTOR Otra información del estudio	METODOLOGÍA EMPLEADA	VARIABLES ANALIZADAS
Iraldo, Testa y Frey (2009) <i>Journal of Cleaner Production</i>	Unión Europea (regiones: Báltica, Mediterránea, Central y Atlántica) Primavera de 2005	101 empresas con / sin sistema de gestión medioambiental (EMAS)	Modelo econométrico de regresión multivariante	Las empresas que adoptan el EMAS mejoran su competitividad a través de: <ul style="list-style-type: none"> • Mejoras de mercado (mayor satisfacción del cliente y mayor cuota de mercado) • Mejora de la innovación (aumento de capacidad de innovación tecnológica, organizacional y/o de gestión) • Aumento ahorro en costes, reducción en uso de recursos, reciclaje, reutilización, reducción de residuos (eficiencia) • Mejora de activos intangibles (aumento de motivación y satisfacción de empleados, mejora de la reputación o imagen empresarial)
Lankoski (2009) <i>Scandinavian Journal of Management</i>	Internacional (ICC) Primavera 2006	24 miembros corporativos de ICC Encuesta vía e-mail a directivos senior de compañías internacionales expertos en responsabilidad social corporativa.	Estudio exploratorio Análisis Clúster Diferencias entre grupos: Wilcoxon Signed Ranks test	El aumento de la responsabilidad económica produce: <ul style="list-style-type: none"> • Menores ingresos que el incremento de la responsabilidad ambiental • Menores ahorros por eficiencia que el incremento de la responsabilidad ambiental
López-Gamero, Molina-Azorín y Claver-Cortés (2009) <i>Journal of Environmental Management</i>	España 2004	240 hoteles (de 3, 4 y 5 estrellas) y 208 empresas afectadas por la ley IPPC. Datos percibidos para los resultados financieros.	Modelo de ecuaciones estructurales Análisis Path	Sector hotelero: Actuación medioambiental proactiva - Resultado Financiero (ventaja competitiva vía diferenciación) IPPC sector: Actuación medioambiental proactiva - Resultado Financiero (ventaja competitiva vía costes)
Molina-Azorín, Claver-Cortés, Pereira-Moliner y Tari (2009b) <i>Journal of Cleaner Production</i>	España 2005	301 establecimientos hoteleros de 3 a 5 estrellas. Utilizan base de datos SABI de 2005 para medir resultados ecos.	Análisis Clúster Análisis de regresión Vble de control: tamaño	Mayor proactividad medioambiental del hotel: <ul style="list-style-type: none"> • Ratio de ocupación por habitación • Beneficio operativo bruto • Beneficio operativo bruto por habitación/día • Actuación competitiva del hotel • Satisfacción de stakeholders
Sueyoshi y Goto (2009) <i>Energy Policy</i>	EEUU 1989-2001	Panel de 167 empresas del sector eléctrico afectadas por Clean Air Act 1989-2001. Número total de la muestra: 1875. Datos de Federal Energy Regulatory Commission y PowerDat Database.	Modelos de regresión	Gasto anual en protección medioambiental - ROA Inversión a largo plazo en protección medioambiental - ROA

Fuente: elaboración propia.

Podría haberse realizado una clasificación de los estudios conforme a otros criterios, por ejemplo, por períodos de crisis y bonanza económica a fin de observar cómo los vaivenes económicos y la situación ambiental asociada a los mismos han podido influir en la relación objeto de estudio y en la preocupación suscitada entre los investigadores. Sin embargo, esta clasificación, aunque interesante, se ha desestimado porque dificultaría enormemente el intento de sistematización de los resultados. No puede obviarse, al respecto, que las crisis no afectan por igual a los diferentes países en los que se realizan los estudios, o a los distintos sectores o empresas analizados. Por otra parte, dicha clasificación requeriría disponer de información sobre cuándo comienzan y hasta cuándo se extienden los efectos de una crisis sobre un determinado sector, país o tipo de empresas para proceder a su clasificación. Además, sería preciso conocer las fechas a las que hacen referencia los datos recogidos (información no siempre disponible) y que dichas fechas encajasen plenamente en un período u otro (bonanza o crisis) para evitar una posible compensación de los efectos. Ante estas dificultades, se optó por clasificar los estudios por décadas, evitando así posibles interferencias en la interpretación de los resultados derivadas de una inadecuada clasificación. No obstante, en el siguiente apartado se analizan los efectos de tres de las crisis de mayor difusión internacional acaecidas durante las cuatro décadas en las que se centra esta investigación.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación presentamos los resultados más relevantes (Tabla 2) de la revisión realizada¹¹.

¹¹ Algunas variables, como las empleadas para medir la actuación medioambiental o el rendimiento económico de la empresa, se presentan agrupadas para facilitar el cómputo de datos. Por ejemplo, la denominación "Control/Información-nivel contaminación" recoge aquellos

Tabla 2: Características de los estudios empíricos analizados

Nº estudios por décadas	Nº estudios por periodo de análisis	Nº estudios por país	Nº estudios por tamaño de muestra	Nº estudios por metodología empleada ¹²
1970-1999 70: 6 estudios 80: 5 90: 24	1 año: 10 estudios 2 años: 5 3 años: 3 4 años: 4 5 años: 5 Más 5 años: 6 Sin identificar: 2	EEUU: 29 estudios Canadá: 2 Varios países: 2 Gran Bretaña: 1 Europa: 1	<50 empresas: 8 estudios 50-100: 10 100<250: 7 250<800: 7 >800: 0 Sin identificar: 3	Estudios portfolio: 3 Estudios de eventos: 6 Análisis de regresión: 21 Otros: 2 <i>Ecuaciones estructurales: 1</i> Sin identificar: 6
Total: 35 estudios	1 año: 10 estudios Más de 5 años: 6 estudios	EEUU: 29 estudios Otros: 6 estudios	Total: 4.706 empresas Media: 151,8 empresas	Análisis regresión: 60% Ecua. estructurales: 2,86%
2000-2009 44 estudios	1 año: 19 estudios 2 años: 4 3 años: 2 4 años: 3 5 años: 3 Más de 5 años: 8 Sin identificar: 5	EEUU: 12 estudios España: 11 Gran Bretaña: 5 Varios países: 5 Alemania: 2 Internacional: 2 Otros países: 1 estudio: China, Canadá, Australia, Japón, Egipto, Noruega, República Checa	<50: 5 estudios 50<100: 6 100<250: 20 250<800: 8 >800: 3 Sin identificar: 2	Estudios portfolio: 2 Estudios de eventos: 4 Análisis regresión: 27 Otros: 18 <i>Ecuaciones estructurales y simultáneas: 6</i>
Total: 44 estudios	1 año: 19 estudios Más de 5 años: 8 estudios	EEUU: 12 estudios España: 11 estudios	Total: 11.689 empresas Media: 271,83 empresas	Análisis regresión: 61,36% Ec. estruc./simult.: 13,64%
Nº estudios por tamaño de empresas	Nº estudios por sectores de actividad	Nº estudios por tipo de actuación medioambiental	Nº estudios por tipo de rendimiento económico	Nº estudios por periodo de crisis
1970-1999 Grandes empresas: 21 (cotizan en bolsa) Diversos tamaños: 2 Sin identificar: 12 Un estudio mide el efecto del tamaño sobre el nivel de contaminación Tamaño como variable de control: 2 estudios	Diversos sectores: 17 (4 centrados en sectores altamente contaminantes) Pasta y papel: 7 Químico: 2 Consumo: 1 Mueble: 1 Sin identificar: 7	Control/Información del nivel de contaminación: 15 Vertidos/Escapes: 2 Proactividad ambiental: 6 Actuación/Gestión ambiental: 4 Reputación ambiental/Premios: 2 Gasto nivel de contaminación: 1 Mejora SGMA: 1 Medidas preventivas: 1 Rendimiento ambiental: 1 Conciencia ambiental: 1 Medio ambiente integrado en la planificación estratégica: 1	ROE: 11 Rendimiento acción: 7 Precio acción/Valor bolsa: 6 ROA: 6 Riesgo sistemático: 5 Riesgo total: 4 ROI: 3 P/E (Precio/Ganancias): 2 Cash flow-Activos: 2 Ventas: 2 Beneficios: 2 Bº competitivo (reputación...): 2 Cuota de mercado: 2 Otras variables: 1 estudio: ROCE, ROC, ROS: Cash flow-Bº, Cash flow-Recursos propios, Costes, Bº de gestión, Ingresos, Valor de activos intangibles, etc.	Crisis del Petróleo (1973-1975) Estudios publicados: 1 Estudios con datos mayoritarios de ese periodo: 2 (publicados en años 1980) Rdos: 1 (+), 1 (0) Colapso Burbuja de Activos Japoneses: Década de los 90 Estudios publicados: 24 Estudios con datos mayoritarios de ese periodo: 30 (17 publicados en década 2000) Rdos. 18 (+), 1 (-), 11 (mixtos)
Predominio de grandes empresas (cotizan bolsa)	Predominio del sector industrial-manufacturero	Predominio de acciones de control contaminación (end of pipe)	Predominio de medidas centradas en valores bursátiles	Publicaciones y resultados no parecen verse afectados
2000-2009 Grandes empresas: 13 (cotizan en bolsa: 7 est.) PYMES: 3 (resultado +) Varios tamaños: 1 Sin identificar: 27 Tamaño como vble. de control: 4 estudios	Diversos sectores: 12 Industrial-Manufacturera: 6 Hostelero: 4 Químico: 3 Reparación automóvil: 2 Papel: 1 Consumo: 1 Eléctrico: 1 Agrícola: 1 Sin identificar: 13	Estrategia ambiental proactiva: 10 Actuación/Gestión ambiental: 6 Innovación medioambiental: 5 Rendimiento ambiental: 5 Adopción/Experiencia en SGMA/EMAS: 5 Política ambiental: 2 Sostenibilidad empresa: 2 Inversión/Gasto ambiental: 2 Reducción contaminación/externalidades negativas: 2 Responsabilidad medioambiental: 3 ISO 14001: 2 Otras variables: 1 estudio: Compra ecológica, Anuncio donación a causas ambientales, Anuncio reducción voluntaria de emisiones, Anuncio de iniciativa medioambiental, Eco-eficiencia, Prevención de la contaminación, Orientación al medio ambiente, Empresas encausadas por agencias medioambientales, Tecnologías preventivas, Prácticas ambientales de gestión de recursos humanos, etc.	Ventaja en costes/Reducción costes: 7 Beneficios: 5 Rendimiento económico: 5 ROA: 5 ROE: 4 Crecimiento de ventas: 4 Imagen/Reputación: 4 Cuota de mercado: 4 Reacción Precio acción/Valor bolsa: 4 Mejoras de mercado: 3 Competitividad (posición, actuación): 3 ROS: 3 Rendimiento acción: 3 Resultado financiero: 3 Tobin's q (Valor mdo. empresa): 3 Ventaja competitiva diferenciación: 2 Tasa ocupación (hotel): 2 Riesgo: 2 Ingresos: 2 Incremento exportaciones: 2 Otras variables: 1 estudio: Resultados de marketing, Satisfacción empleados, Satisfacción stakeholders, Satisfacción clientes, Mejora calidad, Acceso a mercados internacionales, Valor añadido, Multas y sanciones, ROCE, ROAr, Riesgo sistemático, Riesgo total, etc.	Crisis Financiera Global (2007-;?) Estudios publicados: 13 Estudios datos mayoritarios de ese periodo: 0
Grandes empresas Empiezan estudios pymes	Predominio sector industrial-manufacturero	Predominio estrategias medioambientales proactivas	Predominio de variables comerciales, de mercado y competitividad	No parece afectar a las publicaciones

Fuente: elaboración propia.

estudios en los que la variable de actuación medioambiental se ha definido como "Control del nivel de contaminación", "Información sobre el nivel de contaminación", "Reducción del nivel de contaminación" o expresiones análogas.

¹² En un mismo trabajo se pueden emplear distintas metodologías, por lo que el sumatorio total de metodologías identificadas puede superar el del número de estudios analizados.

En primer lugar, cabe señalar que se aprecia un sustancial incremento (218%) de las publicaciones medioambientales desde la década de los años 90 del siglo XX (24 estudios frente a los 11 de las dos décadas precedentes), siendo también destacable el aumento producido en la primera década del siglo actual, con un total de 44 trabajos.

En general, nos encontramos con estudios referidos a periodos de tiempo relativamente cortos, entre 1 y 2 años, representando el 42,86% del total de casos estudiados en las tres décadas del siglo XX y el 52,27% de la reciente década, respectivamente. Consecuentemente, los datos analizados presentan menor recorrido temporal en los últimos años.

La investigación medioambiental se concentra especialmente en EEUU durante las primeras décadas (82,86%) y, aunque sigue siendo el país líder en la década más reciente, con 12 estudios (27,27% del total), se amplía el ámbito de acción de la investigación medioambiental hacia otros países, así como su dimensión internacional (2 estudios internacionales).

En lo relativo al tamaño muestral se observa que en los años 80 las muestras comienzan a ser más amplias. A lo largo del tiempo se advierte tanto un aumento en el número de empresas analizadas, en términos absolutos, como en el tamaño medio de la muestra por estudio realizado (aproximadamente 152 empresas conforman la muestra media en las tres décadas precedentes, frente a las casi 272 empresas que, por término medio, componen las muestras de la última década). Sin embargo, se aprecia que más del 51% de los trabajos de las tres décadas del siglo XX se realizan con muestras formadas por menos de 100 empresas, porcentaje que en la década del presente siglo alcanza el 36,4%. Esto sugiere un uso excesivo de muestras de conveniencia, lo que resta validez a los resultados.

Respecto al tipo de metodología empleada para el análisis de los datos, destaca en ambos periodos el análisis de regresión, con un ligero aumento durante la década más reciente (61,36% de los estudios frente al 60%). Se observa, además, una tendencia a la baja, en términos relativos y absolutos, en el uso de estudios *portfolio* y de estudios de eventos en la última década (debido, probablemente, a sus limitaciones), así como un incremento sustancial, en términos relativos, del uso de técnicas más complejas y consistentes para el análisis de datos, como los modelos de ecuaciones estructurales y simultáneas.

El tamaño de las empresas analizadas es una variable que, en general, ha merecido escasa atención por parte de los investigadores. Prueba de ello son los numerosos trabajos en los que no se menciona este dato, a pesar de su posible trascendencia sobre el tipo de actuación medioambiental a desarrollar por la empresa. Spicer (1978a) es posiblemente el primero en medir el efecto del tamaño empresarial sobre el control del nivel de contaminación, obteniendo una relación positiva entre ambas variables. Solo unos pocos trabajos prestan atención al posible efecto moderador del tamaño empresarial sobre la actuación ambiental y el rendimiento económico, utilizándolo como variable de control (Klassen y McLaughlin, 1996; Russo y Fouts, 1997; Christmann, 2000; González-Benito y González-Benito, 2005; Earnhart y Lizal, 2006, Molina-Azorín *et al.*, 2009b). Se evidencia un predominio de grandes empresas en ambos periodos, lo que concuerda con otros trabajos (Molina-

Azorín *et al.*, 2009a). Únicamente en la década más reciente se presta atención explícita a las PYMEs (3 estudios).

En ambos períodos destacan los estudios que engloban diversos sectores de actividad (48,6% y 27,27%, respectivamente), con una clara orientación hacia sectores “altamente contaminantes” en términos de emisiones ambientales negativas (Chugh, *et al.*, 1978; Freedman y Jaggi, 1982; Cormier y Magnan, 1997; Ahmed *et al.*, 1998), y con una fuerte preponderancia del sector industrial-manufacturero. En la última década la investigación se va expandiendo hacia otros sectores (intensivos en recursos naturales como el hostelero-turístico y agrícola) y tiende a ser más específica por sector. La falta de estratificación muestral y la inclusión de empresas de diversos sectores en un mismo estudio podrían dificultar aislar los efectos derivados de la distinta relevancia que puedan tener los aspectos ambientales en determinados sectores.

La medición de la actuación medioambiental de la empresa durante las décadas de los 70 y 80 del siglo XX se centra en medidas *end of pipe* o de control de la contaminación (100% estudios), decayendo vertiginosamente su protagonismo (4,5% estudios) en la reciente década, en favor de estrategias ambientales proactivas y de gestión e innovación ambiental (59% estudios). Este resultado sugiere un cambio en las actuaciones ambientales de las empresas, que parecen abogar por actuaciones medioambientales generadoras de ventajas competitivas sostenibles. Además, prevalecen las medidas centradas en la gestión ambiental (*environmental management*) sobre las medidas centradas en el resultado (*environmental performance*) de dicha acción.

Respecto al tipo de datos empleados para medir el resultado económico, durante las tres décadas del siglo XX predominan los relacionados con medidas bursátiles (ROE: 11 estudios; rendimiento acción: 7; precio acción: 6), si bien en los años 90 comienzan a perder peso en favor de otras variables relacionadas con el mercado y con el concepto de competitividad (ventaja en costes: 7 estudios; incremento de las ventas: 4; cuota de mercado: 4; imagen: 4, etc.).

La diversidad de variables utilizadas para medir el rendimiento económico es notable, apreciándose una elevada presencia de variables económicas objetivas (ROE; ROA; riesgo, precio o rendimiento de la acción, ventas, etc.), ligeramente mayor en las primeras décadas. En la última década se recurre, además, a otras variables cuya medición es *a priori* más difícil o subjetiva y que, por tanto, podrían restar fiabilidad a los resultados. Concretamente, se utilizan más frecuentemente indicadores indirectos del resultado económico asociados con la competitividad a largo plazo, tales como la imagen, la reputación de la empresa, la diferenciación o posición competitiva, pasando así de dos estudios en las tres primeras décadas analizadas (Guimaraes y Liska, 1995; Sharma y Vredenburg, 1998), a ocho en la última década (Carmona *et al.*, 2003; Giménez, Casadeus y Vals, 2003; Melnyk *et al.*, 2003; Pujari *et al.*, 2003; Wagner, 2007; Triebswetter y Wackerbauer, 2008; Iraldo *et al.*, 2009; López-Gamero *et al.*, 2009). Asimismo, cabe destacar que se han identificado varios trabajos (Shane y Spicer, 1983; Klassen y Whybark, 1999; Álvarez, *et al.*, 2001; Aragón-Correa *et al.*, 2005, 2008; Triebswetter y Wackerbauer, 2008) que recurren a las propias percepciones de los inversores o directivos para estimar el rendimiento económico. Puesto que tales percepciones son indicadores subjetivos, hay que considerar los resultados de esos estudios con bastante cautela.

Finalmente, se realiza una revisión de los estudios publicados durante tres períodos de crisis que han afectado a la economía mundial desde la década de los 70 (Crisis del Petróleo: 1973-1975; Crisis de Activos Japoneses: década de los 90; Crisis Financiera Global: 2007-actualidad) a fin de detectar si las recesiones económicas influyen negativamente en el nivel de investigación o en los resultados de la misma. Como se observa en la Tabla 2, únicamente un trabajo (Fogler y Nut, 1975), de los seis pertenecientes a la década de los setenta, se publica durante la Crisis del Petróleo, si bien los datos empleados son previos a la crisis. Sin embargo, en la década de los 80 se detectan dos trabajos (Freedman y Jaggi, 1982; Shane y Spicer, 1983) con datos correspondientes, en su mayoría, al periodo de la Crisis del Petróleo. El primero de ellos arroja resultados nulos y el segundo positivos¹³. La Crisis de los Activos Japoneses no parece afectar, al menos negativamente, a la publicación de trabajos, ya que durante su vigencia se produce el notable incremento de la investigación medioambiental aludido previamente. No obstante, solo 13 de estos trabajos contienen datos correspondientes al periodo de la Crisis Japonesa, mientras otros 17 estudios, con datos relativos al período de crisis, se publican posteriormente. En general, el 60% de estos trabajos presentan signo positivo en la relación entre actuación medioambiental y resultado económico, por lo que parece que la recesión japonesa no incide negativamente ni en el nivel de investigación medioambiental ni en los resultados de la misma. Ciertamente, cabe pensar que esto puede deberse a que la mayor parte de la investigación se realiza en países ajenos a Japón, donde los efectos de dicha crisis probablemente pasaron más desapercibidos. Sin embargo, el trabajo de Yamaguchi (2008) contiene datos relativos a Japón (1998-2006) y arroja un resultado positivo, aunque solo una parte de los datos analizados corresponden al periodo de recesión. Con relación a la Crisis Financiera Global actual no se observan resultados atípicos en el nivel de publicaciones respecto a la tendencia previa. No obstante, ninguno de los trabajos publicados desde 2007, año en que comenzó dicha crisis, contiene información de este periodo, por lo que se desconoce su efecto sobre la relación estudiada.

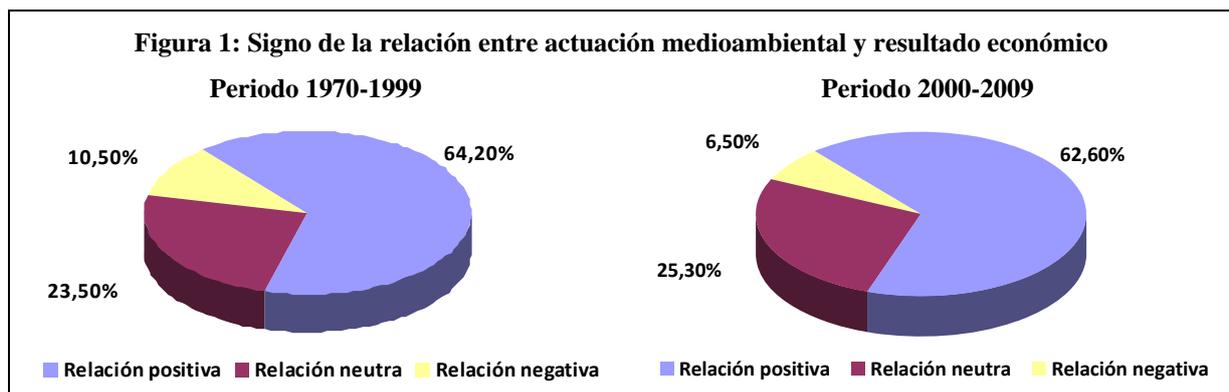
5. SIGNO PREDOMINANTE EN LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE ACTUACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y RESULTADO ECONÓMICO

Destaca claramente el signo positivo en ambos períodos (64,2% y 62,6% de los casos, respectivamente) (ver la Figura 1). Únicamente en el 10,5% (décadas precedentes) y 6,5% (última década) de los casos, la relación entre ambas variables es negativa, mientras que en el 25,3% y 30,9% de los casos, respectivamente, la relación parece ser neutra.

En lo referente a las relaciones negativas encontradas en los trabajos de la última década es destacable su especificidad. Es decir, ningún trabajo de la última década arroja resultados negativos en la totalidad de observaciones analizadas, sino que el resultado es puntual y parece depender del tipo de variable económica empleada o de otros factores. Concretamente, el trabajo de Menguc y Ozanne (2005) evidencia una relación positiva entre la actuación medioambiental y dos de las variables económicas utilizadas, cuota de mercado y beneficio después de impuestos, siendo la relación negativa

¹³ El reducido número de trabajos no permite extraer conclusiones definitivas, si bien los resultados parecen seguir las tendencias, ligeramente a la baja, respecto a la relación positiva predominante en las publicaciones de años previos y, al alza, con relación a los trabajos publicados en los años 80.

para el crecimiento de las ventas. La argumentación de los propios autores ante este hallazgo es que únicamente tuvieron en cuenta las ventas de dos años y que al tratarse de una medida incremental (a diferencia de las otras dos variables) su análisis requeriría de un periodo de tiempo más largo. Carmona *et al.* (2003) obtienen, asimismo, una correlación negativa para la variable económica de la ventaja en costes, pero a diferencia del caso anterior, en este estudio lo que varía es la forma de medir la actuación medioambiental de la empresa, que va desde la innovación en la prevención de la contaminación (relación nula), hasta el desarrollo interno para la prevención de la contaminación (relación positiva), la realización de prácticas medioambientales en la gestión de los recursos humanos (relación positiva) o el carácter pionero de las actuaciones medioambientales (relación negativa). Parece lógico pensar que ser pionero en temas medioambientales tenga una relación negativa con la variable económica “ventaja en costes”, ya que una estrategia pionera puede conllevar inversiones importantes que pueden dotar a la empresa de una ventaja en diferenciación a corto plazo, sin embargo, difícilmente derivarán hacia una ventaja competitiva en costes en periodos relativamente cortos. Es decir, que se precisaría un horizonte temporal de largo plazo para poder amortizar los costes derivados de las inversiones medioambientales pioneras.



Fuente: elaboración propia.

Otra relación negativa merecedora de nuestra atención es la que obtienen Elsayed y Patton (2005), quienes miden la relación entre el resultado medioambiental y la rentabilidad sobre las inversiones con distintas técnicas de análisis, alcanzando diferentes resultados. Así, emplean un panel estático que revela una relación negativa débil y un panel dinámico que arroja una relación nula. Otros ejemplos destacables son el de González-Benito y González-Benito (2005) o Salama (2005), pues llegan también a distintos resultados, para los mismos datos y variables, empleando diferentes modelos o tipos de regresión.

El corolario que se desprende de los resultados precedentes es que variables como el periodo de tiempo considerado para el análisis, el tipo de variable económica escogido para evaluar el resultado económico o para estimar la actuación medioambiental de la empresa, son de suma importancia para llegar a resultados coherentes y concluyentes. Si además tenemos en cuenta que el tipo de técnica o metodología de análisis estadístico influye en el signo de la relación por el hecho de aislar/controlar o no los efectos de variables moderadoras, obtenemos una explicación bastante racional y coherente para algunos de los resultados contradictorios hallados en esta revisión.

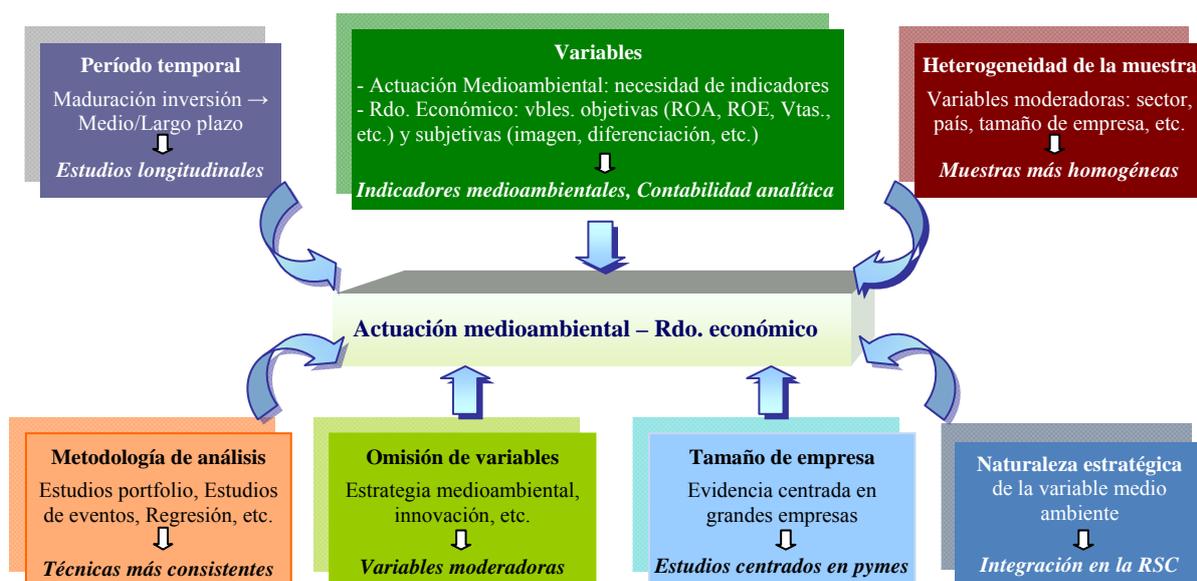
Atendiendo a los resultados obtenidos en este análisis no se puede sostener, de manera incondicional, que la inversión en cuestiones medioambientales garantice necesariamente el rendimiento medioambiental (Zhu y Sarkis, 2004) ni económico, aunque algunos autores (Paggell *et al.*, 2004) defiendan que la inversión en gestión medioambiental es la vía para obtener ventajas competitivas sostenibles. Ahora bien, tampoco se puede afirmar, que la consideración de aspectos medioambientales perjudique, al menos a largo plazo, el rendimiento económico de la organización, percepción bastante generalizada en numerosas organizaciones (Schaltegger y Synnestevedt, 2002). En nuestra opinión la inversión medioambiental no es en sí misma garantía de desarrollo de ventajas competitivas ni de mejoras en el rendimiento económico, sino que ello dependerá del planteamiento estratégico que realice la empresa.

6. SUGERENCIAS Y REFLEXIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Aunque los trabajos empíricos que miden la relación entre actuación medioambiental y resultado económico parecen respaldar las consecuencias positivas de la gestión medioambiental, muchos de ellos han sido criticados abiertamente por no desarrollar una explicación sistemática sobre los factores que facilitan o dificultan los desarrollos medioambientales de las organizaciones (Wagner, 2007). En este sentido, coincidimos con Steen (2005), quien sugiere que para desarrollar cualquier metodología es necesario identificar los factores determinantes del fenómeno objeto de estudio. Los estudios medioambientales están abiertos a la crítica debido, en gran medida, a la carencia de una base conceptual y metodológica consolidada (Elsayed y Paton, 2005; Wagner, 2007).

A fin de arrojar luz sobre la forma de medir y contrastar la relación entre actuación medioambiental y resultado económico de la organización, seguidamente planteamos una serie de reflexiones sobre los distintos factores que parecen influir, directa o indirectamente, en el sentido de dicha relación y en la correcta interpretación de los resultados obtenidos.

Figura 2: Factores determinantes de la relación entre actuación medioambiental y resultado económico



Fuente: elaboración propia.

a) El *periodo temporal* del estudio puede condicionar el resultado de la actuación medioambiental sobre el rendimiento económico (Menguc y Ozanne, 2005) porque las inversiones necesarias suelen tener periodos de recuperación a medio o largo plazo. Así, la relación entre la protección medioambiental puede ser negativa en el corto plazo (por la necesidad de inversiones). Sin embargo, se pueden encontrar resultados positivos para periodos de estudio más amplios debido a que la mejora de la productividad o la satisfacción del cliente precisan de periodos de maduración más largos (Hart y Ahuja, 1996). Hay que tener en cuenta, asimismo, que muchas empresas han comenzado sus actuaciones medioambientales muy recientemente, lo que explica que las series temporales empleadas para la investigación empírica hayan sido generalmente muy cortas (Menguc y Ozanne, 2005). Concretamente, en la última década, observamos que solo un 18% de los trabajos analizados utilizan series de datos de más de cinco años. Además, como se ha mencionado previamente, se ha reducido el periodo temporal de los estudios en la última década, en la que más del 43% de los trabajos se centran en datos puntuales¹⁴. Esto podría explicar parcialmente el incremento del porcentaje de relaciones neutras, pero, sobre todo, sugiere que la investigación realizada no siempre se ajusta a la realidad objeto de estudio. Si la gestión ambiental requiere inversiones a largo plazo, el investigador debería considerar este hecho. En este sentido, resultaría de especial interés continuar en el futuro con el desarrollo de análisis longitudinales que permitan observar la evolución de la relación a lo largo del tiempo (De Burgos y Céspedes, 2001; García y Armas, 2007) y estimar el periodo medio de maduración de la inversión ambiental, por ejemplo, en un sector concreto.

Indicar el periodo de tiempo al que se refiere la información recogida es también fundamental para la comparación de resultados, dato que se omite con más frecuencia de la deseable, como se ha evidenciado en la revisión de la literatura.

b) La *variedad de muestras* empleadas (De Burgos y Céspedes, 2001) y la *heterogeneidad de empresas y sectores* analizados en muchos de los estudios revisados dificultan la extracción de conclusiones de carácter general (Elsayed y Paton, 2005). Los resultados varían de un sector a otro debido a que cada uno de ellos dispone de variables específicas que interfieren o moderan la relación objeto de estudio (Klassen y McLaughlin, 1996; Earnhart y Lizal, 2006). Además, la vinculación de la actividad empresarial al medio natural de cada sector es diferente (Henriques y Sadorsky, 1996). Por tanto, parece razonable que el análisis de la relación entre la actuación medioambiental y el rendimiento económico deba realizarse de manera específica para cada sector en particular (García y Armas, 2007). En caso contrario, los resultados de diferente signo podrían compensarse y conducir a interpretaciones erróneas.

Por otro lado, Elsayed y Paton (2005) defienden la importancia que puede tener no tanto el sector de actividad como las propias características o peculiaridades de las empresas estudiadas. En este sentido, sería deseable la elaboración de indicadores medioambientales no solo por sector de actividad, sino también considerando características concretas de las empresas que lo conforman, tales como su tamaño, tipo de estrategia medioambiental desarrollada, sensibilización medioambiental de

¹⁴ Datos correspondientes a un único ejercicio económico o a un único periodo de recogida de información.

los distintos *stakeholders* y de la clientela, etc. A lo anterior habría que añadir la heterogeneidad de países en los que se han llevado a cabo los estudios, especialmente en la última década, con diferentes tipos de legislación medioambiental y distinto nivel de exigencia al respecto, lo que dificulta, aún más si cabe, la comparación de resultados. Así, cada entorno geográfico puede requerir programas de gestión medioambiental diferenciados y, en este sentido, los programas deberán estar adaptados a las características del sector y del país en el que van a ser aplicados y a las necesidades de la clientela específica a la que se dirigen. Por ello, y para aislar los efectos de dichas variables, es preciso introducirlas en el análisis como variables de control o variables mediadoras. Consecuentemente, habrá que emplear técnicas de análisis de datos que permitan contemplar este aspecto.

Centrar la investigación en un único sector y efectuar una adecuada estratificación de la muestra, respondiendo a las características de las empresas que lo conforman, así como el empleo de muestras representativas (una parte importante son de conveniencia o de muy pequeño tamaño; ver la Tabla 2) ayudará a reducir posibles sesgos en los resultados. Para conseguir muestras más representativas, y evitar posibles sesgos, se observa una tendencia creciente al uso de paneles de datos (Esayed y Paton, 2005), por lo que recomendamos su empleo, pues permiten, además, realizar estudios longitudinales y analizar y comparar la evolución de resultados.

c) La *diversidad de variables* empleadas, tanto para medir la actuación medioambiental como para evaluar el resultado económico, es realmente importante y parece conducir a diferentes resultados. Adicionalmente, el *grado de subjetividad* inherente a la cuantificación o medición de estas variables puede interferir en los resultados. Así, no es lo mismo utilizar una variable objetiva como, por ejemplo, el incremento en las ventas derivado de una actuación medioambiental, que una variable subjetiva como, por ejemplo, la percepción que puedan tener los directivos de la influencia de su gestión medioambiental sobre dichas ventas. En este sentido, no puede obviarse que existe todavía una percepción bastante generalizada entre las empresas del medio ambiente como un gasto o coste de difícil o nulo retorno económico (Bote y Vilalta, 1997; EcoBarómetro, 2000; Wagner, 2003; Schaltegger y Synnestvedt, 2002), lo que podría estar interfiriendo en los resultados derivados del empleo de percepciones.

La falta de consenso en el uso indicadores medioambientales o económicos es otro tema en el que hay que seguir profundizando. Ha de hacerse hincapié en la necesidad de desarrollar una contabilidad analítica medioambiental que permita individualizar y cuantificar los costes medioambientales en los que incurre la organización, así como sus posibles retornos o beneficios. Animamos a los investigadores a desarrollar y proponer, como apunta Steen (2005), nuevas metodologías para estimar los costes ambientales y sus futuros beneficios, tales como la valoración del ciclo de vida o el coste del mismo. Por otra parte, durante la revisión de la literatura se ha observado cierta ambigüedad en el uso de la terminología relacionada con el rendimiento económico; términos como beneficio, rentabilidad, etc. pueden abarcar diferentes acepciones. Por ejemplo, el beneficio puede ser bruto, neto, etc. Esta imprecisión es extensible al concepto de actuación medioambiental, por lo que se recomienda a los investigadores especificar detalladamente el tipo de medida medioambiental y económica que van a emplear.

d) La *variedad de técnicas y metodologías* empleadas (Claver *et al.*, 2007), tanto en la recogida de la información como en su análisis, dificulta también la sistematización y comparación de los resultados obtenidos. En general, se puede afirmar que existe cierto consenso con respecto a la existencia de correlación, lo que no está tan claro es el sentido de la misma (Murray *et al.*, 2006). Esto es, si las empresas avanzadas medioambientalmente, por el hecho de serlo, tienen mejores resultados o si son las empresas que obtienen mejores resultados las que tienden a ser más proactivas medioambientalmente. Los métodos aplicados son incapaces de desvelar la relación causa-efecto entre la gestión medioambiental y los rendimientos económicos (De Burgos y Céspedes, 2001; Telle, 2006).

No tener en cuenta el problema del carácter endógeno entre la actuación medioambiental y el resultado económico es otra razón que puede explicar la falta de consistencia de algunos de los resultados encontrados. De hecho, cada vez cobra mayor fuerza la hipótesis de que existe un círculo vicioso entre las variables implicadas, de manera que una mayor actuación medioambiental conduciría a un mejor resultado económico y esto, a su vez, permitiría mejorar la gestión medioambiental. Se darían, por tanto, sinergias positivas entre ambas variables. Sin embargo, la mayoría de los estudios han considerado la actuación medioambiental como variable independiente, por lo que sería necesario realizar el contraste con la actuación medioambiental como variable dependiente.

Respecto al análisis de regresión, hay que destacar que se aprecian mejoras sustanciales en la definición de los modelos (multivariantes) y el contraste de hipótesis, mediante el uso de variables de control (tamaño, recursos, sector, regulación, antigüedad de la empresa, número de empleados, etc.) (González-Benito y González-Benito, 2005; Earnhart y Lizal, 2006; Telle, 2006; Wahba, 2007). También es importante subrayar que algunos estudios han tenido en cuenta la posible existencia de relación endógena entre las variables estudiadas (Al-Tuwajiri *et al.*, 2004; Wahba, 2007) para seleccionar el modelo de regresión adecuado al caso. Así, para solventar el problema de la endogeneidad, en algunos trabajos se recurre a estimadores de regresión más robustos, como la mediana (Salama, 2005), o estimadores de mínimos cuadrados en dos o tres etapas (Al-Tuwajiri *et al.*, 2004), en lugar de emplear mínimos cuadrados ordinarios (MCO; OLS en la literatura anglosajona) (Wagner y Schaltegger, 2004), ya que estos últimos son estimadores sesgados e inconsistentes cuando se presenta una relación endógena.

e) Generalmente, en los estudios analizados se ha tomado como principal unidad de análisis la empresa de gran *tamaño*, salvo algunas excepciones recientes centradas en PYMEs (Aragón-Correa *et al.*, 2005, 2008; Claver *et al.*, 2007). En consecuencia, dichos resultados no son necesariamente extrapolables a la realidad de los países o zonas geográficas estudiadas (EEUU, España, Gran Bretaña, Canadá, Australia, Alemania, etc.)¹⁵, ya que su tejido empresarial está conformado mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas (OECD, 2000). En este sentido, parece fundamental ahondar en esta línea, tomando como base de la investigación las PYMEs, dado que es el perfil que mejor se adapta a la realidad empresarial de la gran mayoría de países (OECD, 2000; Aragón-Correa *et al.*, 2005, 2008). Por otro lado, no puede obviarse que el tamaño es una de las variables a controlar en los estudios empíricos, pues suele actuar como variable moderadora (vía recursos financieros,

¹⁵ En torno al 95% de las empresas de los países de la OECD (entre los que se encuentran los países estudiados) son PYMEs (OECD, 2000).

tecnológicos, humanos, etc.). Parece confirmarse que el tamaño de la empresa ejerce una influencia importante en el nivel de compromiso con el medio ambiente (Spicer, 1978a; Álvarez *et al.*, 2001; Molina-Azorín *et al.*, 2009b) y podría, asimismo, influir en el tipo de gestión medioambiental a llevar a cabo y, por ende, en el resultado económico. Consecuentemente, si se analizan empresas de diversos tamaños es importante controlar este factor para que no interfiera en el resultado de la relación.

f) Los diversos estudios cuantitativos que han tratado de estimar la relación entre la actuación medioambiental y los resultados económicos no han tenido normalmente en consideración el efecto del sesgo de la *omisión de ciertas variables*, lo que puede restar fiabilidad a los resultados obtenidos (Telle, 2006). Entre otras variables, cabe señalar la eficiencia de la gestión medioambiental, la tecnología utilizada, la innovación medioambiental o el tipo de estrategia medioambiental empleada, por citar algunas de las más relevantes.

g) Para que la actuación medioambiental ofrezca resultados positivos ha de tener una *naturaleza estratégica* (Porter y Van der Linde, 1995) y no ceñirse a actuaciones puntuales en el tiempo. No sólo el resultado ambiental sino también el tipo de gestión ambiental es importante para lograr resultados positivos sostenibles (Schaltegger y Synnestvedt, 2002). Las empresas necesitan integrar completamente los aspectos medioambientales y la gestión de sus correspondientes riesgos en la estrategia corporativa, tanto para minimizar pérdidas potenciales como para explotar oportunidades que emergen en el ámbito de la sostenibilidad (Yilmaz y Flouris, 2010). En este sentido, cabe destacar que la actuación ambiental de la empresa, cada vez más, tiende a estar integrada en una estrategia más amplia de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) que contempla no solo la protección medioambiental sino también aspectos sociales, tomando en consideración los intereses de los diferentes *stakeholders*, además de los intereses económicos de los accionistas (Vicente-Molina, 2001). La RSC ha sido analizada desde la Teoría de los Recursos y Capacidades (Barney 1991), argumentándose que para ciertas empresas la responsabilidad ambiental puede convertirse en un recurso o capacidad que genera ventajas competitivas sostenibles (Hart, 1995), lo que ha sido contrastado empíricamente por Russo and Fouts (1997). De hecho, muchas de las actividades de RSC de las empresas actuales se orientan hacia cuestiones ambientales porque permiten a la organización el logro de objetivos ambientales, sociales y económicos simultáneamente al respetar el medio ambiente, tener en cuenta los intereses de los diferentes *stakeholders* y crear ventajas competitivas que redundan en un mayor rendimiento para el accionista (Vicente-Molina, 2001).

7. CONCLUSIONES

La revisión de la literatura realizada denota la carencia de una base teórica y metodológica sólida para la interpretación de resultados y el correcto desarrollo de estudios empíricos enfocados a la medición de la relación entre actuación medioambiental y resultado económico de la organización. En este trabajo se ha comprobado el predominio de una relación positiva entre ambas variables (más del 60% de los casos). Asimismo, se han detectado diversos factores que parecen interferir en la medición de dicha relación y que podrían explicar los resultados encontrados, a veces contradictorios, tales como el periodo temporal contemplado en el estudio, la heterogeneidad de las muestras o su reducido tamaño,

la diversidad de variables y técnicas empleadas para la medición, el tamaño de la empresa (con una concentración en grandes empresas), la omisión de variables relevantes o la falta de una verdadera estrategia medioambiental.

El período de estudio se contempla como una variable fundamental, predominando los estudios centrados en períodos de corto plazo (1 o 2 años), por lo que se recomienda ampliar el horizonte temporal de los mismos y un mayor uso de estudios longitudinales, frente a los estudios *cross-sectional*, para comprender cómo evoluciona dicha relación. Es, asimismo, aconsejable recurrir a muestras representativas y más homogéneas respecto al sector de actividad, tipo de empresa, ubicación geográfica, etc., reduciendo y controlando los efectos mediadores que estas variables pudieran ejercer sobre la relación estudiada. La falta de homogeneidad de las muestras, observada en este trabajo, podría explicar parcialmente los diferentes resultados de los estudios.

Centrar más la investigación en la PYME, como principal componente del tejido empresarial de la mayoría de los países, también se hace necesario para comprender el verdadero “estado del arte” de la relación analizada. Sugerimos, asimismo, emplear las nuevas técnicas de análisis (como la regresión en varias etapas, ecuaciones estructurales, etc.) a fin de determinar con mayor precisión y consistencia tanto el signo de la relación objeto de estudio como la posible existencia de causalidad.

Por otra parte, conviene recalcar que el resultado económico de la actuación medioambiental parece depender más de factores a menudo no contemplados en este tipo de análisis como, por ejemplo, el tipo de estrategia medioambiental que sigue la empresa (proactiva vs. pasiva), las tecnologías ambientales empleadas, la sensibilidad de los *stakeholders* y de la clientela, etc. En consecuencia, la investigación futura debería indagar en estos aspectos. No obstante, se constata que la investigación de la última década tiene cada vez más en cuenta estos factores, que, además, parecen estar relacionados con la generación de ventajas competitivas sostenibles (Russo y Fouts, 1997).

Finalmente, ha de hacerse hincapié en la necesidad de estandarizar la forma de medir la actuación medioambiental (creación de indicadores ambientales), así como de desarrollar e implementar una contabilidad medioambiental que permita identificar los costes e inversiones medioambientales y sus posibles efectos en la cuenta de resultados de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, N.U.; Montagno, R.V.; Firenze, R.J. (1998): “Organizational performance and environmental consciousness: an empirical study”, *Management Decision*, Vol. 36, núm. 2, pp. 57–62.
- Al-Tuwaijiri, S.; Christensen, T.E.; Huges, K.E. (2004): “The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 2, núm. 5–6, pp. 447–471.
- Álvarez, M.J.; Burgos, J.; Céspedes, J.J. (2001): “An analysis of environmental management, organizational context and performance of Spanish hotels”, *Omega*, Vol. 29, pp. 457–471.
- Aragón-Correa, J.A.; García-Morales, V.J.; Hurtado-Torres, N.E. (2005): “Un modelo explicativo de las estrategias medioambientales avanzadas para pequeñas y medianas empresas y su influencia en los resultados”, *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, Vol. 25, pp. 29–52.

- Aragón-Correa, J.A.; Hurtado-Torres, N.E.; Sharma, S.; García-Morales, V.J. (2008): “Environmental strategy and performance in small firms: a resource-based perspective”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 86, pp. 88–103.
- Bansal, P. (2005): “Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development”, *Strategic Management Journal*, Vol. 26, pp. 197–218.
- Barney, J. (1991): “Firm resources and sustained competitive advantage”, *Journal of Management*, Vol. 17, pp. 99–120.
- Barth, M.E.; McNichols, M.F.; Wilson, G.P. (1995): *Factors influencing firm’s disclosure about environmental liabilities*. Graduate School of Business, Stanford University.
- Belkaoui, A. (1976): “The impact of the disclosure of the environmental effects of organizational behavior on the market”, *Financial Management*, Vol. 5, núm. 4, pp. 26–31.
- Blaconiere, W.G.; Northcut, W.D. (1997): “Environmental information and market reaction to environmental legislation”, *Journal of Accounting, Auditing and Finance*, Vol. 12, núm. 2, pp. 149–178.
- Blank, H.B.; Carty, C.M. (2001): *The eco-efficiency anomaly*, QED International, disponible en <http://www.qedinternational.com/ecoefficiency.html>
- Bote, P.; Vilalta, M. (1997): “¿Vende lo verde?”, *Harvard Deusto. Marketing & Ventas*, enero-febrero, pp. 30–33.
- Bragdon, J.; Marlin, J. (1972): “Is pollution profitable?”, *Risk Management*, Vol. 19, núm. 4, pp. 9–18.
- Butz, C.; Plattner, A. (1999): *Nachhaltige aktienanlagen: eine analyse der rendite in abhängigkeit von umwelt und sozialkriterien (Sustainable share investments: an analysis of returns depending on environmental and social criteria)*, Basel: Sarasin Sustainable Investment, Bank Sarasin.
- Cañón, J.; Garcés, C. (2006): “Repercusión económica de la certificación medioambiental ISO 14001”, *Cuadernos de Gestión*, Vol. 6, núm. 1, pp. 45–62.
- Carmona, E.; Céspedes, J.; De Burgos, J. (2003): “Gestión ambiental y ventaja competitiva. El papel de las capacidades de prevención de la contaminación y la gestión de recursos humanos”, *Third International Conference of the Iberoamerican Academy of Management*, diciembre, Sao Paulo.
- Carter, C.R.; Kale, R.; Grimm, C.M. (2000): “Environmental purchasing and firm performance: an empirical investigation”, *Transportation Research Part E*, Vol. 36, pp. 219–228.
- Chen, K.; Metcalf, R. (1980): “The relationship between pollution control record and financial indicators revisited”, *Accounting Review*, Vol. 55, pp. 168–177.
- Christmann, P. (2000): “Effects of best practices of environmental management on cost advantage: the role of complementary assets”, *Academy of Management Journal*, Vol. 43, núm. 4, pp. 663–680.
- Chugh, L.C.; Hanemann, W.M.; Mahapatra, S. (1978): “Impact of pollution control regulations on the market risk of securities in the U.S.”, *Journal of Economic Studies*, Vol. 5, pp. 64–70.
- Claver, E.; López M.D.; Molina, J.F.; Tarí, J.J. (2007): “Environmental management and firm performance: a case study”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 84, pp. 606–619.
- Cohen, M.A.; Fenn, S.A.; Naimon, J. (1995): *Environmental and financial performance: are they related?* April, Investor Responsibility Research Center, Washington DC.
- Cordeiro, J.; Sarkis, J. (1997): “Environmental proactivism and firm performance: evidence from security analyst earnings forecasts”, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 6, núm. 2, pp. 104–114.
- Cormier, D.; Magnan, M. (1997): “Investors’ assessment of implicit environmental liabilities: an empirical investigation”, *Journal of Accounting and Public Policy*, Vol. 16, pp. 215–241.

- De Burgos, J.; Céspedes, J. (2001): “La Protección ambiental y el resultado. Un análisis crítico de su relación”, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 7, núm. 2, pp. 93–108.
- Diltz, J.D. (1995): “The private cost of socially responsible investing”, *Applied Financial Economics*, Vol. 5, pp. 69–77.
- Dyllick, T.; Hockerts, K. (2002): “Beyond the business case for corporate sustainability”, *Business Strategy and the Environment*, Vol. 11(2), pp. 130–141.
- Earnhart, D.; Lizal, L. (2006): “Effects of ownership and financial performance on corporate environmental performance”, *Journal of Comparative Economics*, Vol. 34, pp. 111–129.
- Ecobarómetro Industrial (2000): *Actitud y compromiso ambiental de la empresa vasca*, IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco.
- Edwards, D. (1998): *The link between company environmental and financial performance*. Earthscan Publications, London.
- Elsayed, K.; Paton, D. (2005): “The impact of environmental performance on firm performance: static and dynamic panel data evidence”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 16, pp. 395–412.
- Erfle, S.E.; Fratantuono, M.J. (1992): “Interrelations among corporate social performance, social disclosure and financial performance: an empirical investigation”, *Proceedings of the Alternative Perspectives in Finance Conference*, Lewisburg (PA), pp. 181–218.
- Feldman, S.J.; Soyka, P.A.; Ameer, P. (1996): *Does improving a firm’s environmental management system and environmental performance result in a higher stock price?* ICF Kaiser.
- Fogler, H.R.; Nutt, F. (1975): “A note on social responsibility and stock valuation”, *Academy of Management Journal*, Vol. 18, pp. 155–160.
- Fombrun, C.; Shanley, M. (1990): “What’s a name? Reputation building and corporate strategy”, *Academy of Management Review*, Vol. 33, núm. 2, pp. 233–258.
- Freedman, M.; Jaggi, B. (1982): “Pollution disclosures, pollution performance and economic performance”, *The International Journal of Management Science*, Vol. 10: 2, pp. 167–176.
- Friedman, M. (1970): *The social responsibility of business is to increase profits*, Ed: The New York Times Company, New York.
- García, F.J.; Armas, Y.M. (2007): “Aproximación a la incidencia de la responsabilidad social-medioambiental en el rendimiento económico de la empresa hotelera española”, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 16, núm. 1, pp. 47–66.
- Garz, H.; Volk, C.; Gilles, M. (2002): *More gain than pain. SRI sustainability pays off*, WestLB Panmure.
- Gilley, K.; Worrell, D.L.; Davidson, W.N.; El-Jelly, A. (2000): “Corporate environmental initiatives and anticipated firm performance: the differential effects of process-driven versus product-driven greening initiatives”, *Journal of Management*, Vol. 26, pp. 1199–1216.
- Giménez, G.; Casadesus, M.; Valls, J. (2003): “Using environmental management systems to increase firm’s competitiveness”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 10, pp. 101–110.
- Gladwin, T.N.; Kennelly, J.J.; Krause, T. (1995): “Shifting paradigms for sustainable development: implications for management theory and research”, *Academy of Management Review*, Vol. 20, pp. 874–907.
- González-Benito, J.; González-Benito, O. (2005): “Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis”, *Omega*, Vol. 33, núm. 1, pp. 1–15.

- Guimaraes, T.; Liska, K. (1995): "Exploring the business benefits of environmental stewardship", *Business Strategy and the Environment*, Vol. 4, pp. 09–22.
- Hamilton, J. (1995): "Pollution and news: media and stock market reactions to the toxic release inventory data", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 28, pp. 98–113.
- Hart, S. (1995): "A natural-resource based view of the firm", *Academy of Management Review*, Vol. 20, núm. 4, pp. 986–1014.
- Hart, S.L.; Ahuja, G. (1996): "Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance", *Business Strategy and the Environment*, Vol. 5, pp. 30–37.
- Henriques, I.; Sadorsky, P. (1996): "The determinants of an environmentally responsive firm: an empirical approach", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 30, núm. 3, pp. 381–395.
- Iraldo, F.; Testa, F.; Frey, M. (2009): "Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European Union", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, pp. 1444–1452.
- Jacobs, B.W.; Singhal, V.R.; Subramanian, R. (2008): *An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm*, Working paper Georgia Institute of Technology - College of Management, disponible en: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1320721
- Jaggi, B.; Freedman, M. (1992): "An examination of the impact of pollution performance on Economic and market performance: pulp and paper firms", *Journal of Business and Finance and Accounting*, Vol. 19, núm. 5, pp. 697–713.
- Judge, W.; Douglas, T. (1998): "Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment", *Journal of Management Studies*, Vol. 35, núm. 2, pp. 241–262.
- King, A.; Lenox, M. (2002): "Exploring the locus of profitable pollution reduction", *Management Science*, Feb., Vol. 48, núm. 2, pp. 289–299.
- Klassen, R.; Mclaughlin, C.P. (1996): "The impact of environmental management on firm performance", *Management Science*, Vol. 42, núm. 8, pp. 1199–1213.
- Klassen, R.; Whybark, D. (1999): "The impact of environmental technologies on manufacturing performance", *Academy of Management Journal*, Vol. 42, pp. 599–615.
- Konar, S.; Cohen, M.A. (1997): *Does the market value environmental performance?* Vanderbilt University, Owen Graduate School of Management, Nashville.
- Lankoski, L. (2006): *Differential economic impacts of corporate responsibility issues*, Faculty and Research Working Paper, Insead.
- Lankoski, L. (2009): "Cost and revenue impacts of corporate responsibility: comparisons across sustainability dimensions and product chains stages", *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 25, pp. 57–67.
- López-Gamero, M.D.; Molina-Azorín, J.F.; Claver-Cortés, E. (2009): "The whole relationship between environmental variables and firm performance: competitive advantage and firm resources as mediator variables", *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, núm. 10, pp. 3110–3121.
- Mahapatra, S. (1984): "Investor reaction to corporate social accounting", *Journal of Business Finance and Accounting*, Vol. 11, núm. 1, pp. 29–40.
- Melnyk, S.; Sroufe, R.; Calantone, R. (2003): "Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, núm. 3, pp. 329–351.

- Menguc, B.; Ozanne, L.K. (2005): “Challenges of the green imperative: a natural resource-based approach to the environmental orientation-business performance relationship”, *Journal of Business Research*, Vol. 58, núm. 4, pp. 430–438.
- Miles, M.; Covin, J. (2000): “Environmental marketing: a source of reputational, competitive and financial advantage”, *Journal of Business Ethics*, Vol. 23 (3), pp. 299–311.
- Molina-Azorín, J.F.; Claver-Cortés, E.; Lopez-Gamero M.D.; Tarí, J.J. (2009a): “Green management and financial performance: a literature review”, *Management Decision*, Vol. 47, núm. 7, pp. 1080–1100.
- Molina-Azorín, J.F.; Claver-Cortés, E.; Pereira-Moliner, J.; Tarí J.J. (2009b): “Environmental practices and firm performance: an empirical analysis in the Spanish hotel industry”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, pp. 516–524.
- Murray, A.; Sinclair, D.; Power, D.; Gray, R. (2006): “Do financial markets care about social and environmental disclosure? Further evidence and exploration from the UK”, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, Vol. 19, núm. 2, pp. 228–255.
- Nehrt, C. (1996): “Timing an intensity effects of environmental investments”, *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 535–547.
- OECD (2000): *Small and medium-sized enterprises: local strength, global reach*, disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/3/30/1918307.pdf>
- Paggel, M.; Yang, C.L.; Krumwiede, D.W. (2004): “Does the competitive environment influence the efficacy of investments in environmental management?”, *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 40, núm. 3, pp. 30–50.
- Porter, M.; Van der Linde, C. (1995): “Green and competitive: ending the stalemate”, *Harvard Business Review*, Vol. 73, núm. 5, pp. 120–134.
- Pujari, D.; Wright, G.; Peattie, K. (2003): “Green and competitive: influences on environmental new product development performance”, *Journal of Business Research*, Vol. 56, pp. 657–671.
- Rennings, K.; Ziegler, A.; Ankele, K.; 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, pp. 45–59.
- Rockness, J.; Schlachter, P.; Rockness, H. (1986): “Hazardous waste disposal, corporate disclosure, and financial performance in the chemical industry”, *Advances in Public Interest Accounting*, Vol. 1, pp. 167–191.
- Russo, M.V.; Fouts, P.A. (1997): “A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability”, *Academy of Management Journal*, Vol. 40, núm. 3, pp. 534–559.
- Salama, A. (2005): “A note on the impact of environmental performance on financial performance”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 16, pp. 413–421.
- Schaltegger, S.; Synnestvedt, T. (2002): “The link between green and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 65, núm. 4, pp. 339–346.
- Shane, P.; Spicer, B. (1983): “Market response to environmental information produced outside the firm”, *Accounting Review*, Vol. 58, núm. 3, pp. 521–538.
- Sharma, S.; Vredenburg, H. (1998): “Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities”, *Strategic Management Journal*, Vol. 19, pp. 729–753.
- Spicer, B. (1978a): “Investors, corporate social performance and information disclosure: an empirical study”, *Accounting Review*, Vol. 53, pp. 94–111.
- Spicer, B. (1978b): “Market risk, accounting data and companies’ pollution control records”, *Journal of Business, Finance and Accounting*, Vol. 5, pp. 67–83.

- Steen, B. (2005): "Environmental costs and benefits in life cycle costing", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 16, núm. 2, pp. 107–118.
- Sueyoshi T.; Goto, M. (2009): "Can environmental investment and expenditure enhance financial performance of US electric utility firms under the clean air act amendment of 1990?", *Energy Policy*, Vol. 37, pp. 4819–4826.
- Telle, K. (2006): "It pays to be green: a premature conclusion?", *Environmental & Resource Economics*, Vol. 35, pp. 195–220.
- Theyel, G. (2000): "Management practices for environmental innovation and performance", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20, núm. 2, pp. 249–266.
- Thomas, A. (2001): "Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation", *Business Strategy and the Environment*, Vol. 10, núm. 3, pp. 125–134.
- Triebswetter, U.; Wackerbauer, J. (2008): "Integrated environmental product innovation in the region of Munich and its impact on company competitiveness", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, pp. 1484–1493.
- Van Leeuw, F.; Scheerlinck, I. (2011): "What shapes companies' corporate sustainability? Belgian pharma businesses' views on global sustainable development", *International Business and Economics Research Journal*, Vol. 2, núm. 12, pp. 65–78.
- Vicente Molina, M.A. (2001): *Gestión y marketing ecológicos: una oportunidad estratégica*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Bilbao.
- Vicente Molina, M.A.; Ruiz Roqueñi, M. (2002): Factores determinantes de la integración de la variable medio ambiente en los planteamientos de la economía de la empresa y el marketing, *Cuadernos de Gestión*, Vol. 1, núm. 2, pp. 71–84.
- Wagner, M. (2003): *How does it pay to be green? An analysis of the relationship between environmental and economic performance at the firm level and the influence of corporate environmental strategy choice*. Marbug: Tectum Verlag.
- Wagner, M. (2007): "Integration of environmental management with other managerial functions of the firm", *Long Range Planning*, Vol. 40, pp. 611–628.
- Wagner, M.; Schaltegger, S. (2004): "The effect of corporate environmental strategy choice and environmental performance on competitiveness and economic performance: an empirical study of EU manufacturing", *European Management Journal*, Vol. 22, núm. 5, pp. 557–572.
- Wagner, M.; Van Phu, N.; Azomahou, T.; Wehrmeyer, W. (2002): "The relationship between the environmental and economic performance of firms: an empirical analysis of the European paper industry", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 9, pp. 133–146.
- Wahba, H. (2007): "Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 15, núm. 2, pp. 89–99.
- White, M.A. (1996): *Corporate Environmental Performance and Shareholder Value*. University of Virginia Charlottesville, VA: McIntire School of Commerce.
- Yamaguchi, K. (2008): "Reexamination of stock price reaction to environmental performance: a GARGH application", *Ecological Economics*, Vol. 68, pp. 345–352.
- Yilmaz, A.K.; Flouris, T. (2010): "Managing corporate sustainability: risk management process based perspective", *African Journal of Business Management*, Vol. 4, núm. 2, pp. 162–171.
- Zhu, Q.; Sarkis, J. (2004): "Relationship between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management in Chinese manufacturing enterprises", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, pp. 265–289.



Un problema de consenso para problemas de toma de decisiones multicriterio en grupo mediante relaciones de preferencia intervalares difusas lingüísticas

TAPIA GARCÍA, JUAN MIGUEL

Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa
Universidad de Granada

Correo electrónico: jmtaga@ugr.es

DEL MORAL ÁVILA, MARÍA JOSÉ

Departamento de Estadística e Investigación Operativa
Universidad de Granada

Correo electrónico: delmoral@ugr.es

TAPIA GARCÍA, CRISTÓBAL

Departamento de Electrónica, Automática e Informática Industrial
Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: cristobal.tapia@upm.es

MARTÍNEZ, MARÍA DE LOS ÁNGELES

Grupo SECABA

Correo electrónico: mnglsmartinez@gmail.com

AMOR PULIDO, RAÚL

Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa
Universidad de Granada

Correo electrónico: ramor@ugr.es

RESUMEN

En el contexto de toma de decisiones multicriterio y bajo ciertas circunstancias, puede ocurrir que no se pueda expresar una cierta valoración mediante una única etiqueta lingüística, ya que puede haber duda en esa valoración. En este trabajo, presentamos un modelo de consenso para problemas de toma de decisiones en grupo con relaciones de preferencia intervalares lingüísticas. Este modelo está basado en dos criterios de consenso, una medida de consenso y una de proximidad, y en el concepto de coincidencia entre preferencias. Calcularemos ambos criterios en los tres niveles de representación de una relación de preferencia y diseñaremos un mecanismo de realimentación automático para guiar a los expertos en el proceso para alcanzar el consenso.

Palabras clave: toma de decisiones multicriterio; consenso; relaciones de preferencia intervalares lingüísticas.

Clasificación JEL: C19; C63; C69.

MSC2010: 62C86; 90B50.

Artículo recibido el 12 de octubre de 2011 y aceptado el 17 de septiembre de 2012.

A Consensus Model for Group Multicriteria Decision Making Problems with Interval Fuzzy Preference Relations

ABSTRACT

In some circumstances a decision maker, expert, in a group decision making problem cannot express his/her preferences with a unique linguistic fuzzy preference because he/she is dubious into some preferences. In this paper, we present a consensus model for group decision making problems with interval fuzzy preference relations. This model is based on two consensus criteria, a consensus measure and a proximity measure, and on the concept of coincidence among preferences. We compute both consensus criteria in the three representation levels of a preference relation and design an automatic feedback mechanism to guide experts in the consensus reaching process.

Keywords: group multicriteria decision making; consensus; linguistic interval fuzzy preference relations.

JEL classification: C19; C63; C69.

MSC2010: 62C86; 90B50.



1. INTRODUCCIÓN

Un problema de toma de decisiones multicriterio en grupo (GMCDM) podría definirse como un problema de decisión con varias alternativas y un conjunto de elementos –expertos– que toman decisiones intentando alcanzar una solución común, expresando sus opiniones –preferencias– sobre ellas según unos criterios. Este tipo de problemas pueden modelizarse de forma similar a los problemas de toma de decisión en grupo GDM (Herrera y Herrera-Viedma, 2000). En los problemas de toma de decisiones, las relaciones de preferencia son la representación más frecuente de las preferencias de los expertos ya que son útiles para expresar la información sobre las alternativas. Así, un problema GMCDM puede modelarse mediante una matriz para cada experto cuya entrada en la fila i y columna j refleja la preferencia del experto sobre la alternativa i según el criterio j (Bustince *et al.*, 2012).

Algunos problemas presentan aspectos cuantitativos que pueden ser valorados mediante valores numéricos precisos con la ayuda de teoría de lógica difusa (Chiclana *et al.*, 1998; Herrera-Viedma *et al.*, 2007a; 2007b; Kacprzyk *et al.*, 1997). Sin embargo, algunos otros problemas también presentan aspectos cualitativos que son complejos de valorar mediante estos valores. En estas ocasiones la aproximación mediante lógica difusa lingüística (Herrera *et al.*, 2000; Herrera-Viedma *et al.*, 2005; Xu, 2005; 2007; Zadeh, 1975a; 1975b; 1975c) puede emplearse para obtener una mejor solución. Nuestro interés se centra en problemas GMCDM en los que los expertos expresan sus preferencias con el uso de términos lingüísticos en lugar de valores numéricos. Muchos de estos problemas usan variables lingüísticas clasificadas en un conjunto de términos lingüísticos –etiquetas– y que cada experto emplea para expresar su opinión sobre el conjunto de alternativas como una relación de preferencia difusa lingüística. Sin embargo, puede darse el caso de que un experto tenga un conocimiento vago sobre el grado de preferencia lingüística o etiqueta que quiere asignar a la alternativa i según el criterio j y no pueda asignarle una etiqueta exacta. En estos casos el uso de relaciones de preferencia difusas lingüísticas intervalares puede resultar útil. Hasta la fecha ninguna investigación se ha dedicado a presentar un modelo de consenso en problemas GMCDM bajo relaciones de preferencia difusas lingüísticas intervalares. Este trabajo se centra en la definición de un nuevo modelo de consenso para problemas GMCDM mediante relaciones de preferencia difusas lingüísticas intervalares basado en 2 criterios –medidas– de consenso. Hemos propuesto un modelo de consenso (Tapia *et al.*, 2012) bajo relaciones de preferencia difusas intervalares para problemas de toma de decisiones en grupo (GDM) y este trabajo extiende esta propuesta al caso de toma de decisiones multicriterio en contexto lingüístico.

Además, las medidas de consenso propuestas permiten controlar el estado de consenso a distintos niveles y con ello dan la posibilidad de generar recomendaciones personalizadas en el proceso de alcanzar el consenso. También, las medidas de consenso propuestas permiten automatizar el proceso de consenso y sustituir la tradicional figura del moderador.

Un método de resolución habitual para problemas GDM/GMCDM consiste en la aplicación de dos procesos diferentes (Alonso *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 1995, 1996; Pérez *et al.*, 2011): un *proceso de consenso* –claramente, en cualquier proceso de decisión, es preferible que los expertos alcancen un alto grado de acuerdo sobre la solución en el conjunto alternativas. Además, este proceso indica cómo obtener el máximo grado de consenso o acuerdo entre los expertos sobre las diferentes alternativas–; y un *proceso de selección* –este proceso consiste en la obtención de la solución del conjunto de alternativas a partir de las preferencias expresadas por los expertos–.

En general, en cualquier problema GMCDM, el grupo de expertos tendrá inicialmente preferencias diferentes y es necesario desarrollar un proceso para alcanzar el consenso. Así, un proceso de consenso puede ser visto como un proceso dinámico donde un moderador, vía cambio de información y argumentos racionales, intenta que los expertos actualicen sus preferencias. En cada paso, se mide el grado de consenso presente y la distancia al consenso ideal se mide. Este proceso se repite hasta que la distancia entre el consenso presente y el ideal se considere suficientemente pequeña. De forma tradicional, la idea de consenso ideal significa un acuerdo completo y unánime de las preferencias de todos los expertos. Este tipo de consenso es ideal y muy difícil de alcanzar. Esto ha llevado a la definición y uso de un nuevo concepto denominado grado de consenso “soft” (Kacprzyk 1987; Kacprzyk y Fedrizzi, 1986; 1988), que permite usar el grado de consenso de una forma más flexible. El consenso soft permite medir la proximidad entre las opiniones de los expertos basándose en el concepto de coincidencia (Cabrerizo *et al.*, 2010b; 2010c; Herrera *et al.*, 1997b).

El objetivo de este artículo es presentar un modelo de consenso basado en la coincidencia soft entre preferencias para problemas GMCDM bajo relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas. Como en el caso de problemas GDM (Herrera *et al.*, 1996; 1997a; 1997b), este nuevo modelo está basado en dos criterios de consenso para guiar el proceso para alcanzar el consenso: una *medida de consenso* y una *medida de proximidad*. La medida de consenso evaluará el acuerdo entre los expertos y se empleará para guiar el proceso de consenso hasta que la solución final se alcance. La medida de proximidad evaluará el acuerdo entre opiniones individuales de cada experto y la opinión colectiva del grupo y se utilizará para guiar la discusión del grupo en el proceso de consenso. Estas medidas se aplican sobre los tres niveles de representación de una relación de preferencia difusa intervalar lingüística: nivel de pares, nivel de alternativa y nivel de relación. También, presentamos un mecanismo automático de *feedback* para guiar a los expertos en el proceso de consenso y facilitar/sustituir la acción del moderador.

Este trabajo se desarrolla de la siguiente forma. El problema GMCDM basado en relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas se describe en la Sección 2. La

Sección 3 presenta el nuevo modelo de consenso. Un ejemplo de aplicación práctica se da en la Sección 4. Finalmente, en la Sección 5, presentamos nuestras conclusiones.

2. EL PROBLEMA GMCDM CON ESTRUCTURAS DE PREFERENCIA DIFUSAS INTERVALARES LINGÜÍSTICAS

En esta sección describimos brevemente el problema GMCDM basado en relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas y el proceso de resolución empleado para obtener la solución del conjunto de alternativas.

2.1 El contexto lingüístico

Como ya se ha mencionado, puede que un experto no pueda estimar su grado de preferencia con un valor numérico exacto. En este caso otra posibilidad es emplear etiquetas lingüísticas. De acuerdo con Herrera *et al.* (1997), como las afirmaciones lingüísticas son meras aproximaciones dadas por los expertos, podemos considerar funciones de pertenencia trapezoidales lineales como herramientas lo suficientemente buenas para capturar la vaguedad de estas afirmaciones lingüísticas. Una función de pertenencia trapezoidal lineal se puede representar mediante un conjunto de 4-uplas $(a_i, b_i, \alpha_i, \beta_i)$. En la Figura 1, los dos primeros parámetros de cada 4-upla indican el intervalo en el cual el valor de pertenencia es 1.0 –máximo– y los dos últimos indican las amplitudes a izquierda y derecha de la distribución respectivamente.

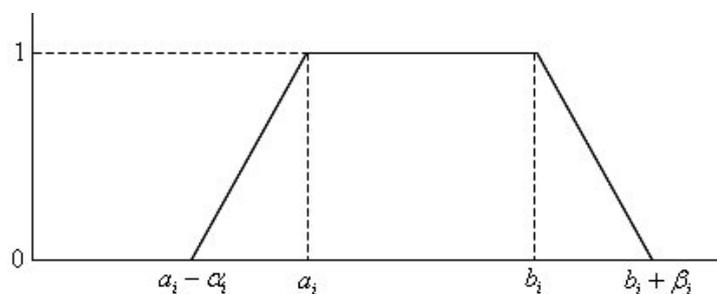


Figura 1. Representación de una función de pertenencia trapezoidal lineal.

Consideraremos un conjunto totalmente ordenado y finito $S = \{s_0, \dots, s_T\}$ con cardinalidad impar, donde cada etiqueta s_i representa un posible valor para una variable lingüística real.

Ejemplo 1. Consideraremos para el resto de los ejemplos el siguiente conjunto de etiquetas lingüísticas con su respectiva semántica asociada:

$s_8 = C$	<i>Completamente seguro/Pleno</i>	$(1.00, 1.00, 0.00, 0.00)$
$s_7 = MS$	<i>Muy seguro</i>	$(0.98, 0.99, 0.05, 0.01)$
$s_6 = BS$	<i>Bastante seguro</i>	$(0.78, 0.92, 0.06, 0.05)$
$s_5 = AS$	<i>Algo seguro</i>	$(0.63, 0.80, 0.05, 0.06)$
$s_4 = P$	<i>Puede</i>	$(0.41, 0.58, 0.09, 0.07)$

$s_3 = PS$	<i>Poco seguro</i>	$(0.22, 0.36, 0.05, 0.06)$
$s_2 = BPS$	<i>Bastante Poco seguro</i>	$(0.10, 0.18, 0.06, 0.05)$
$s_1 = MPS$	<i>Muy poco seguro</i>	$(0.01, 0.02, 0.01, 0.05)$
$s_0 = I$	<i>Nada seguro/Imposible</i>	$(0.00, 0.00, 0.00, 0.00)$

donde el término seguro puede alternarse por expresiones del tipo: alto-bajo, fiable... en donde proceda.

2.2 El problema GMCDM

Sea $X = \{x_1, \dots, x_n\} (n \geq 2)$ un conjunto finito de alternativas que serán evaluadas por un conjunto finito de expertos, $E = \{e^1, \dots, e^m\} (m \geq 2)$ según un conjunto finito de criterios $Y = \{y_1, \dots, y_t\} (t \geq 2)$. El proceso GMCDM consiste en encontrar la mejor alternativa de acuerdo a las preferencias de los expertos $\{P^1, \dots, P^m\}$.

En este trabajo asumimos que las preferencias de cada uno de los m expertos sobre X se describen mediante una relación de preferencias difusas intervalares para cada criterio, que notamos L^k , y que podemos representar mediante

$L^k \subset X \times Y$, cuya función de pertenencia L_k será:

$$L_k : X \times Y \rightarrow S, \text{ con } k = 1, \dots, m.$$

Para cada experto E^k , $L_k(x_i, y_j) = [p_{ij}^{k-}, p_{ij}^{k+}]$ denota el grado de preferencia difusa intervalar lingüístico de la alternativa x_i frente al criterio y_j , utilizando para ello el conjunto de etiquetas lingüísticas anteriormente mencionado con $s_0 \leq p_{ij}^{k-} \leq p_{ij}^{k+} \leq s_T$. Además, motivado por el orden inducido por el conjunto S , definimos una función natural:

$$s : S \rightarrow \mathbb{N}$$

mediante la asignación $s(p_{ij}^z) = a$ si $p_{ij}^z = s_a$. Por ejemplo, en el caso de que el tercer experto, E^3 , de un grupo exprese su preferencia sobre el grado de cumplimiento del segundo criterio para la primera alternativa –empleando el conjunto de etiquetas del ejemplo 1– entre Muy seguro y Pleno, se tendrá que, $L_3(x_1, y_2) = [p_{12}^{3-}, p_{12}^{3+}] = [MS, C]$. Además, si $p_{12}^{3-} = s_7 = MS$, se tiene que $s(p_{12}^{3-}) = 7$.

2.3 El operador LOWA

Se define en este apartado el operador de media ponderada ordenado lingüístico –linguistic ordered weighted averaging (LOWA) – que se aplica en la fase de agregación. Este operador se basa en el operador OWA definido por Yager (1988). Sea $\{a_1, \dots, a_m\}$ un conjunto de etiquetas que han de ser agregadas. El operador LOWA, Φ , puede definirse en la forma:

$$\Phi(a_1, \dots, a_m) = W \cdot B^T = C^m \{w_k, b_k, k = 1, \dots, m\} = w_1 \odot b_1 \oplus (1 - w_1) \odot C^{m-1} \{\beta_h, b_h, h = 2, \dots, m\}$$

donde $W = [w_1, \dots, w_m]$ es un vector de ponderaciones tal que:

$$w_i \in [0,1]; \sum_i w_i = 1; \beta_h = \frac{w_h}{\sum_2^m w_k}; h = 2, \dots, m$$

y B es vector ordenado de etiquetas asociado. Cada elemento $b_i \in B$ es la i -ésima mayor etiqueta en la colección $\{a_1, \dots, a_m\}$. C^m es el operador combinación convexa de m etiquetas y, si $m = 2$, entonces se define:

$$C^2 \{w_i, b_i, k = 1, 2\} = w_1 \odot s_j \oplus (1 - w_1) \odot s_i = s_k; s_i, s_j \in S; j \geq i,$$

donde $k = \text{mínimo}\{T, i + \text{round}(w_1 \cdot (j - i))\}$, siendo round la operación usual de redondeo y $b_1 = s_j, b_2 = s_i$.

Si $w_j = 1$ y $w_i = 0$, con $i \neq j$, entonces la combinación convexa se define:

$$C^m \{w_i, b_i, k = 1, \dots, m\} = b_j$$

Yager (1988) sugirió un método para el cálculo de las ponderaciones del operador de agregación OWA empleando cuantificadores lingüísticos, que en el caso de un cuantificador proporcional no-decreciente Q , viene dado por la expresión:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right), \quad i = 1, \dots, n,$$

donde la función Q puede definirse mediante:

$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{si } r < a, \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{si } a \leq r \leq b, \\ 1 & \text{si } r > b, \end{cases}$$

con $a, b, r \in [0, 1]$. Cuando un cuantificador difuso lingüístico Q se emplea para calcular las ponderaciones del operador LOWA Φ , lo simbolizaremos por Φ_Q .

2.4 Proceso de resolución del problema GMCDM

De forma habitual, el proceso de resolución de un problema GMCDM consiste en la obtención de un conjunto de alternativas que son solución, partiendo de las preferencias dadas por los expertos. Este proceso de resolución consta de dos fases: fase de consenso y fase de selección. La fase de selección es la última de ellas y nos permite obtener el conjunto de soluciones. Se compone, a su vez de dos procedimientos (Herrera y Herrera-Viedma, 1997): (i) *agregación* y (ii) *explotación*. Estos dos procedimientos los veremos a continuación para centrarnos en el modelo de consenso que es el objetivo de la siguiente sección.

i) Procedimiento de agregación

Este procedimiento define una relación de preferencia difusa intervalar lingüística colectiva obtenida mediante la agregación de todas las relaciones de preferencias difusas intervalares lingüísticas. Esta relación colectiva, denominada U , indica la preferencia global entre cada par

ordenado de alternativas de acuerdo a la opinión mayoritaria de los expertos. En nuestro caso, de entre las agregaciones posibles utilizaremos la siguiente expresión:

$$U = (U_{ij}) \quad \text{para } i = 1, \dots, n \text{ y } j = 1, \dots, t \text{ con}$$

$$U_{ij} = U[p_{ij}^-, p_{ij}^+] = [\Phi_-(p_{ij}^{k-}), \Phi_+(p_{ij}^{k+})] = [\min_k(p_{ij}^{k-}), \max_k(p_{ij}^{k+})]$$

$$\text{con } w_- = \{0, \dots, 0, 1\} \text{ en } \Phi_- \text{ y } w_+ = \{1, 0, \dots, 0\} \text{ en } \Phi_+ \text{ y } k = 1, \dots, m$$

Ejemplo 2. Dos expertos expresan sus opiniones sobre el cumplimiento en dos empresas de tres criterios: rentabilidad, administración de materias primas y gestión medioambiental de los residuos. Para ello emplean el conjunto de etiquetas lingüísticas del Ejemplo 1. Sus preferencias vienen dadas mediante las siguientes relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas:

$$e^1 = \begin{pmatrix} [BPS, P] & [AS, C] & [AS, MS] \\ [PS, P] & [MS, MS] & [BS, C] \end{pmatrix} \quad e^2 = \begin{pmatrix} [PS, AS] & [MS, MS] & [BS, MS] \\ [AS, BS] & [BS, MS] & [BS, BS] \end{pmatrix}$$

Así, por ejemplo, el experto 1 valora en la primera empresa un cumplimiento entre Poco Seguro y Puede para la rentabilidad, de Algo Seguro a Completamente Seguro en la administración de materias primas y de Algo Seguro a Muy Seguro en la gestión medioambiental de los residuos, etc. Empleando la herramienta de agregación previamente definida se obtiene la siguiente relación de preferencia colectiva U :

$$U = \begin{pmatrix} [BPS, AS] & [AS, C] & [AS, MS] \\ [PS, BS] & [BS, MS] & [BS, C] \end{pmatrix}$$

ii) Procedimiento de explotación

En este procedimiento se transforma la información colectiva sobre las alternativas en una clasificación global de ellas, pudiendo así elegir el conjunto solución. Para ello, una elección habitual es una función de elección de alternativas que se aplica sobre la relación de preferencia colectiva para obtener esta clasificación (Herrera y Herrera-Viedma, 2000). Por ejemplo, podemos definir una función de elección empleando el concepto de dominancia (Herrera y Herrera-Viedma, 2000). Así, para cada alternativa x_i podemos calcular su grado de dominancia en la relación de preferencia colectiva px_i como:

$$px_i = \sum_{j=1}^n (s(p_{ij}^-) + s(p_{ij}^+))$$

De esta forma, obtenemos una clasificación de las alternativas:

$$\text{Si } px_i > px_j \text{ entonces } x_i \text{ es preferido a } x_j.$$

Ejemplo 3. De la relación de preferencia difusa intervalar colectiva obtenida en el Ejemplo 2, se pueden caracterizar las dos posibles alternativas con los siguientes grados de dominancia, empleando las etiquetas que aparecen en U

$$U = \left(\begin{array}{ccc} [BPS = s_2, AS = s_5] & [AS = s_5, C = s_8] & [AS = s_5, MS = s_7] \\ [PS = s_3, BS = s_6] & [BS = s_6, MS = s_7] & [BS = s_6, C = s_8] \end{array} \right),$$

de donde la expresión anterior se concreta en:

$$px_1 = (2 + 5) + (5 + 8) + (5 + 7) = 32;$$

$$px_2 = (3 + 6) + (6 + 7) + (6 + 8) = 36.$$

Así por ejemplo en U, para la primera empresa y en el primer criterio, aparecen la etiquetas $BPS = s_2$ y $AS = s_5$; entonces, mediante la función s , los dos primeros sumandos de px_1 son 2 y 5...

De esta forma se obtiene una clasificación de las empresas de mayor a menor preferencia:

$$x_2 > x_1$$

Por tanto, la segunda empresa es la mejor valorada por los expertos según los criterios empleados.

Evidentemente, no es igual que el conjunto de soluciones tenga un alto reconocimiento por parte de los expertos o que, por el contrario, sea discutido por ellos. Por tanto, es muy importante tener en cuenta el grado de consenso que lleva aparejado el conjunto de soluciones referido. Como se mencionó anteriormente, no existe un modelo de consenso para tratar problemas GMCDM bajo relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas. En la siguiente sección presentamos un proceso de consenso para problemas GMCDM mediante relaciones de preferencia difusas intervalares en un contexto lingüístico.

3. MODELO DE CONSENSO

En esta sección presentamos un modelo consenso definido para problemas GMCDM asumiendo que los expertos expresan sus preferencias por medio de relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas. Este modelo presenta las siguientes características principales:

- a) Se basa en dos criterios de consenso soft: una medida de consenso y una medida de proximidad.
- b) Ambos criterios de consenso están definidos usando la coincidencia entre relaciones de preferencia difusas intervalares dadas por los expertos (Cabrerizo *et al.*, 2010a).
- c) Incorpora un mecanismo de feedback que genera recomendaciones para los expertos sobre cómo cambiar sus relaciones de preferencia durante el proceso de consenso.

Inicialmente podemos considerar que, en cualquier problema GMCDM no trivial, las preferencias de los expertos son diferentes. Así, este consenso puede ser visto como un proceso iterativo, lo que significa que el acuerdo se obtiene tras varios turnos de consultas. En cada turno calculamos los dos criterios para el consenso (Herrera *et al.*, 1997). El supervisor evalúa el nivel de acuerdo entre todos los expertos y guía el proceso de consenso, midiendo posteriormente la distancia entre las preferencias individuales de los expertos y la preferencia colectiva, y soporta la fase de discusión del proceso de consenso. Para ello, calculamos la coincidencia entre relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas.

El principal problema es cómo encontrar un modo de hacer que las posiciones individuales converjan. Para esto, se fija inicialmente un nivel de consenso (A) requerido en cada situación. Cuando la medida del consenso alcanza este nivel, la sesión de toma de decisiones finaliza y se obtiene la solución aplicando el proceso de selección. Si este no es el caso, las opiniones de los expertos deben ser modificadas. Esto se hace en una sesión de discusión en grupo en la que un mecanismo de feedback se usa para apoyar el cambio de opinión de los expertos. Este mecanismo de feedback se define usando las medidas de proximidad (Herrera-Viedma *et al.*, 2002; 2005; 2007a; Mata *et al.*, 2009). Para evitar que la solución colectiva no converja tras varias sesiones de discusión, es posible fijar un número máximo de turnos. El esquema de este modelo de consenso para GMCDM se presenta en la Figura 2. En las siguientes subsecciones presentamos los componentes de este modelo de consenso en detalle, es decir, los criterios de consenso y el mecanismo de feedback.

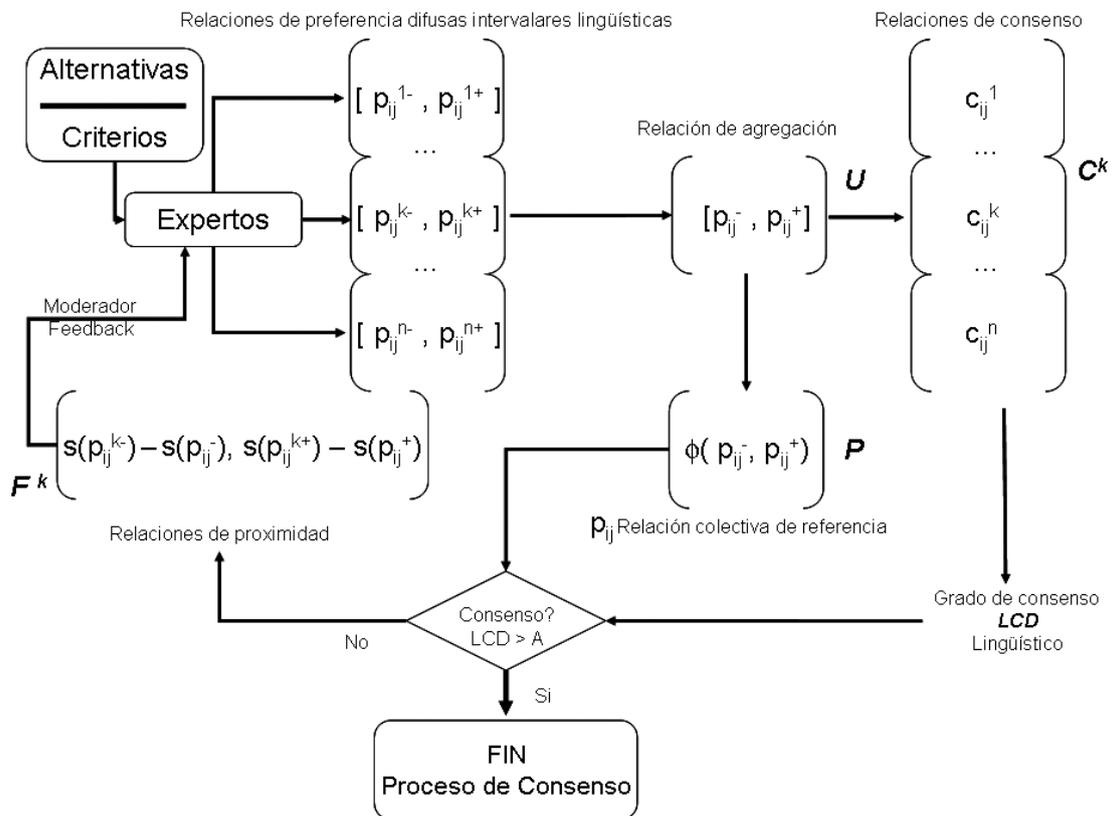


Figura 2. Modelo de consenso para GMCDM con relaciones de preferencias difusas intervalares lingüísticas.

3.1 Medidas de consenso y proximidad

Calculamos ambos indicadores del consenso mediante los pasos siguientes:

En primer lugar, calculamos las relaciones de consenso de cada experto e^k , llamadas C^k , con respecto a las relaciones de preferencia colectiva

$$C^k = (C_{ij}^k) \quad \text{con}$$

$$C_{ij}^k = \frac{\left(\left| s(p_{ij}^{k-}) - s(p_{ij}^-) \right| + \left| s(p_{ij}^{k+}) - s(p_{ij}^+) \right| \right)}{T} \quad \text{para } i = 1, \dots, n \text{ y } j = 1, \dots, t.$$

En esta relación de consenso, cada valor C_{ij}^k representa el grado de acuerdo del experto e^k con el grupo de expertos sobre la preferencia p_{ij} . Entonces, definimos el *grado de consenso lingüístico sobre una preferencia* p_{ij} :

$$LCD_{ij} = 1 - \sum_{k=1}^m \frac{C_{ij}^k}{m}$$

Tendremos un consenso total en la preferencia p_{ij} si $LCD_{ij} = 1$.

Definimos el *grado de consenso lingüístico en la alternativa* x_i :

$$LCD_i = 1 - \sum_{j=1}^t \sum_{k=1}^m \frac{C_{ij}^k}{t \cdot m}$$

Tendremos un consenso total en la x_i si $LCD_i = 1$.

Definimos el *grado de consenso lingüístico global* LCD :

$$LCD = 1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^t \sum_{k=1}^m \frac{C_{ij}^k}{t \cdot n \cdot m}$$

En este caso, $0 \leq LCD \leq 1$ o, equivalentemente, $0\% \leq LCD \leq 100\%$. Tendremos un consenso total si $LCD = 1$ o $LCD = 100\%$.

Ejemplo 4. De la relación de preferencia colectiva lingüística obtenida en el Ejemplo 2, se obtienen las siguientes relaciones de consenso:

$$C^1 = \begin{pmatrix} 0.125 & 0.000 & 0.000 \\ 0.250 & 0.125 & 0.000 \end{pmatrix} \text{ y } C^2 = \begin{pmatrix} 0.125 & 0.375 & 0.125 \\ 0.250 & 0.000 & 0.250 \end{pmatrix}$$

Aplicando las anteriores expresiones, el grado de consenso lingüístico global es $LCD = 0.8645$ o $LCD = 86.45\%$ y, por ejemplo, el grado de consenso lingüístico en la alternativa x_1 es $LCD_1 = 0.875$ o $LCD_1 = 87.5\%$, y el grado de consenso lingüístico en la preferencia p_{13} es $LCD_{13} = 0.938$ o $LCD_{13} = 93.8\%$.

Ahora, continuamos el proceso con el cálculo de las medidas de proximidad. Primero calculamos las relaciones de proximidad de los expertos, que denominaremos F^k , con respecto a la relación de preferencia colectiva U :

$$F^k = (F_{ij}^k), \text{ con}$$

$$F_{ij}^k = (s(p_{ij}^{k-}) - s(p_{ij}), s(p_{ij}^{k+}) - s(p_{ij})) = (f_{ij}^{k-}, f_{ij}^{k+}) \quad \text{para } i = 1, \dots, n \text{ y } j = 1, \dots, t$$

$$\text{y } p_{ij} = \Phi_Q(p_{ij}^-, p_{ij}^+), \text{ con } s(p_{ij}) = n \text{ si } p_{ij} = s_n.$$

Entonces definimos la *medida de proximidad del experto* e^k sobre una preferencia p_{ij} :

$$PM_{ij}^k = \frac{(|f_{ij}^{k-}| + |f_{ij}^{k+}|)}{2T}$$

y la medida de proximidad del experto e^k en una alternativa x_i :

$$PM_i^k = \sum_{j=1}^t \frac{PM_{ij}^k}{t}$$

Finalmente definimos la medida de proximidad global del experto e^k :

$$PM^k = \sum_{i=1}^n \frac{PM_i^k}{n}$$

Ejemplo 5. Empleando los datos del Ejemplo 2, se obtienen las siguientes relaciones de proximidad para los dos expertos e^1 y e^2 , respectivamente, mediante la comparación de cada matriz de preferencias (e^i) con la matriz Φ_Q —construida mediante la agregación de los elementos de U —:

A partir de

$$U = \begin{pmatrix} [BPS = s_2, AS = s_5] & [AS = s_5, C = s_8] & [AS = s_5, MS = s_7] \\ [PS = s_3, BS = s_6] & [BS = s_6, MS = s_7] & [BS = s_6, C = s_8] \end{pmatrix}$$

mediante agregación —empleando un LOWA— resulta:

$$\Phi_Q(p_{ij}^-, p_{ij}^+) = \begin{pmatrix} s_4 & s_7 & s_6 \\ s_5 & s_7 & s_7 \end{pmatrix}$$

De la comparación término a término de esta nueva matriz y de la matriz de preferencias del experto primero

$$e^1 = \begin{pmatrix} [BPS = s_2, P = s_4] & [AS = s_5, C = s_8] & [AS = s_5, MS = s_7] \\ [PS = s_3, P = s_4] & [MS = s_7, MS = s_7] & [BS = s_6, C = s_8] \end{pmatrix},$$

se obtiene la matriz de relaciones de proximidad del primer experto con respecto a la relación de preferencia colectiva:

$$F^1 = \begin{pmatrix} (-2, +0) & (-2, +1) & (-1, +1) \\ (-2, -1) & (+0, +0) & (-1, +1) \end{pmatrix}$$

Así, por ejemplo, $(-2, +0)$ surge de la comparación de las posiciones 1,1 de ambas matrices: s_4 y $[BPS = s_2, P = s_4]$. De forma análoga se obtiene para el segundo experto:

$$F^2 = \begin{pmatrix} (-1, +1) & (+0, +0) & (-1, +1) \\ (+0, +1) & (-1, +0) & (-1, +1) \end{pmatrix}$$

También empleando las fórmulas propuestas anteriormente, se obtienen las medidas de proximidad de cada alternativa para ambos expertos:

$$PM^1_i = 0.146 \quad PM^2_i = 0.063$$

$$PM^1_2 = 0.083 \qquad PM^2_2 = 0.083$$

y para el conjunto de preferencias:

$$PM^l = 0.115 \qquad PM^r = 0.073$$

3.2 Proceso de feedback/moderador

Podemos aplicar un mecanismo de feedback para guiar el cambio de las opiniones de los expertos mediante el uso de las matrices de proximidad F^k (Herrera-Viedma *et al.*, 2002; 2005; 2007b; Mata, 2009). Este mecanismo puede ayudar al moderador en sus tareas o incluso sustituir las acciones de éste en el proceso de consenso. De esta forma, el proceso de feedback ayuda a los expertos a cambiar sus preferencias hacia la obtención de un grado de acuerdo apropiado. Como se ha mencionado, el principal problema para el mecanismo de feedback es cómo encontrar un modo para que las posiciones individuales converjan apoyando a los expertos en la búsqueda de la solución (Herrera-Viedma *et al.*, 2002). Usualmente el proceso de feedback se lleva a cabo en dos fases: *fase de identificación* y *fase de recomendación*.

Fase de identificación. Previamente es necesario comparar el grado de consenso lingüístico global LCD y el valor límite fijado previamente A . Si $LCD > A$ o $LCD = A$, el proceso de consenso se detiene. Por otro lado, si $LCD < A$, tendrá lugar un nuevo turno de discusión para el consenso. Si el acuerdo entre los expertos es bajo, existirán muchas preferencias de los expertos en desacuerdo. En esta situación, para mejorar el acuerdo, el número de cambios en las preferencias debería ser alto. Sin embargo, si el acuerdo es elevado, la mayoría de las preferencias estarán próximas y solo un pequeño número de preferencias estarán en desacuerdo; parece entonces razonable cambiar solo estas referencias en particular. El procedimiento sugiere modificar las valoraciones de preferencia sobre todos los pares de alternativas dónde el acuerdo no es suficientemente alto. Para identificar el conjunto de las preferencias que deberían modificarse se propone:

- a) Identificar los pares de alternativas con un grado de consenso menor que el valor límite A , $LCD_{ij} < A$.
- b) Identificar, en segundo lugar, a los expertos que deberían modificar los pares de alternativas identificadas en a). Para esto, usaremos las medidas de proximidad PM^k y PM^k_i , y también fijaremos un valor límite B , de tal forma que los expertos que son requeridos para modificar sus preferencias en dichos pares de alternativas son aquellos donde $PM^k > B$.

Fase de recomendación. En esta fase se recomienda a los expertos que cambien sus preferencias de acuerdo a ciertas reglas. Así, aplicaremos unas reglas de recomendación que informarán a los expertos de la dirección apropiada de los cambios para mejorar el acuerdo. Encontramos la dirección de cambio que se debe aplicar sobre las preferencias p_{ij}^{k+} o p_{ij}^{k-} de cada experto sobre una preferencia concreta, aplicando las siguientes reglas:

- 1) Si $s(p_{ij}^{k-}) - s(p_{ij}) = f_{ij}^{k-} > 0$, entonces el experto e^k debería decrementar su valoración asociada al par de alternativas (x_i, y_j) .
- 2) Si $s(p_{ij}^{k+}) - s(p_{ij}) = f_{ij}^{k+} < 0$, entonces el experto e^k debería incrementar su valoración asociada al par de alternativas (x_i, y_j) .
- 3) Si $f_{ij}^{k-} < 0 < f_{ij}^{k+}$, entonces el experto e^k debería decrementar su valoración p_{ij}^{k+} y debería incrementar su valoración p_{ij}^{k-} asociadas al par de alternativas (x_i, y_j) .

4. EJEMPLO

Tres analistas valoran cuatro fondos de inversión bajo tres criterios para una entidad que desea invertir en ellos. Las opiniones de los expertos se reflejan en las siguientes relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas:

$$e^1 = \begin{pmatrix} [PS, AS] & [P, BS] & [AS, AS] \\ [BS, C] & [BS, BS] & [MS, C] \\ [MS, MS] & [C, C] & [MS, C] \\ [AS, AS] & [AS, MS] & [BS, MS] \end{pmatrix} \quad e^2 = \begin{pmatrix} [P, P] & [AS, BS] & [BS, BS] \\ [BS, MS] & [AS, AS] & [P, BS] \\ [MS, MS] & [BS, C] & [BS, MS] \\ [AS, BS] & [BS, BS] & [BS, MS] \end{pmatrix}$$

$$e^3 = \begin{pmatrix} [MPS, BPS] & [BPS, P] & [PS, PS] \\ [PS, AS] & [P, P] & [BPS, PS] \\ [P, P] & [AS, BS] & [P, MS] \\ [BPS, BPS] & [AS, AS] & [PS, P] \end{pmatrix}$$

Aplicando agregación, se obtiene la matriz de las relaciones de preferencia difusas intervalares colectiva siguiente:

$$U = \begin{pmatrix} [MPS, AS] & [BPS, BS] & [PS, BS] \\ [PS, C] & [P, BS] & [BPS, C] \\ [P, MS] & [AS, C] & [P, C] \\ [BPS, AS] & [AS, MS] & [PS, MS] \end{pmatrix}$$

Se calculan las relaciones de consenso de cada experto: C^1 , C^2 y C^3 , obteniendo los grados de consenso sobre las preferencias $[p_{ij}]$ como:

$$\begin{pmatrix} 0.6250 & 0.7083 & 0.6250 \\ 0.5833 & 0.7500 & 0.4167 \\ 0.6250 & 0.7500 & 0.7083 \\ 0.5417 & 0.8333 & 0.6250 \end{pmatrix}$$

y el grado de consenso global es $LCD = 0.6493$ o $LCD = 64.93\%$. Supuesto fijado un límite mínimo para el consenso de $3/4 = 0.75$ o 75% , se tiene en este caso que, como $LCD < 0.75$, se debe seguir con el turno de consultas a los expertos.

Para orientar a los expertos en sus reflexiones, se calcula F^k para cada experto:

$$F^1 = \begin{pmatrix} (+0,+2) & (+0,+2) & (+0,+0) \\ (+0,+2) & (+1,+1) & (+2,+3) \\ (+1,+1) & (+1,+1) & (+1,+2) \\ (+1,+1) & (-1,+1) & (+1,+2) \end{pmatrix} \quad F^2 = \begin{pmatrix} (+1,+1) & (+1,+2) & (+1,+1) \\ (+0,+1) & (+0,+0) & (-1,+1) \\ (+1,+1) & (-1,+1) & (+0,+1) \\ (+1,+2) & (+0,+0) & (+1,+2) \end{pmatrix}$$

$$F^3 = \begin{pmatrix} (-2,-1) & (-2,+0) & (-2,-2) \\ (-3,-1) & (-1,-1) & (-3,-2) \\ (-2,-2) & (-2,-1) & (-2,+1) \\ (-2,-2) & (-1,-1) & (-2,-1) \end{pmatrix}$$

Las medidas de proximidad para los expertos son:

$$\begin{array}{lll} PM^1_1 = 0.083 & PM^2_1 = 0.146 & PM^3_1 = 0.188 \\ PM^1_2 = 0.188 & PM^2_2 = 0.063 & PM^3_2 = 0.229 \\ PM^1_3 = 0.146 & PM^2_3 = 0.104 & PM^3_3 = 0.208 \\ PM^1_4 = 0.146 & PM^2_4 = 0.125 & PM^3_4 = 0.188 \end{array}$$

y

$$PM^1 = 0.141 \quad PM^2 = 0.109 \quad PM^3 = 0.203$$

Aplicando el mecanismo de feedback se tiene:

- Si se observa la matriz de los grados de consenso sobre las preferencias $[p_{ij}]$ todas aquellas preferencias en las que el valor no sea 0.75 o superior son candidatas a ser mejoradas, por ejemplo: p_{11} , p_{12} , p_{13} , p_{21} , p_{23} , ...
- Si se fija un valor límite experimental de 0.15 para identificar aquellos expertos que preferentemente deberían cambiar sus valoraciones, se encuentra que el experto 3 es aquel que más se aleja de la solución colectiva -0.203 (aunque el experto 1 está próximo) y sobre quién mayor incidencia se debería tener en aquellas preferencias anteriormente seleccionadas para que valore estas, con esta información.
- Por ejemplo, una recomendación podría ser del tipo: el experto 3 podría incrementar su preferencia en la alternativa p_{11} .

Tras varios turnos, las preferencias de los expertos son:

$$e^1 = \begin{pmatrix} [P, AS] & [AS, AS] & [AS, AS] \\ [BS, MS] & [AS, BS] & [BS, MS] \\ [MS, MS] & [MS, C] & [MS, MS] \\ [P, AS] & [AS, BS] & [BS, BS] \end{pmatrix} \quad e^2 = \begin{pmatrix} [P, P] & [AS, AS] & [AS, BS] \\ [BS, MS] & [AS, AS] & [P, AS] \\ [BS, MS] & [BS, MS] & [BS, MS] \\ [AS, AS] & [BS, BS] & [BS, BS] \end{pmatrix}$$

$$e^3 = \begin{pmatrix} [PS, P] & [PS, P] & [P, AS] \\ [AS, AS] & [P, AS] & [AS, AS] \\ [P, BS] & [AS, BS] & [AS, BS] \\ [P, P] & [AS, AS] & [P, P] \end{pmatrix}$$

dando lugar a la siguiente relación colectiva:

$$U = \begin{pmatrix} [PS, AS] & [PS, AS] & [P, BS] \\ [AS, MS] & [P, BS] & [P, MS] \\ [P, MS] & [AS, C] & [AS, MS] \\ [P, AS] & [AS, BS] & [P, BS] \end{pmatrix}$$

Las relaciones de consenso para cada experto son:

$$C^1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad C^2 = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad C^3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

En este caso, se obtiene un grado de consenso global $LCD = 0.8125$ o $LCD = 81.25\%$, que supera el mínimo fijado para finalizar el proceso. A partir de la matriz colectiva final de preferencias U se obtienen los siguientes grados de dominancia:

$$px_1 = 26 \quad px_2 = 33 \quad px_3 = 36 \quad px_4 = 30$$

Por tanto, los fondos de inversión pueden ordenarse de mayor a menor valoración como:

$$x_3 > x_2 > x_4 > x_1$$

De esta forma, el fondo de inversión recomendado por los analistas sería el tercero, seguido del segundo, del cuarto y finalmente del primero y ello con un consenso de más del 81%.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado un nuevo modelo de consenso para problemas de toma de decisiones multicriterio en grupo mediante relaciones de preferencia difusas intervalares lingüísticas. Este modelo de consenso está basado en dos criterios de consenso, una medida de consenso y una medida de proximidad. Las medidas de consenso propuestas permiten controlar el estado de consenso a distintos niveles y con ello dan la posibilidad de generar recomendaciones personalizadas en el proceso de alcanzar el consenso y, también, los criterios de consenso propuestos permiten automatizar el proceso de consenso y sustituir la tradicional figura del moderador. Finalmente, presentamos ejemplos para mostrar su posible aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean dar las gracias a los editores y a los evaluadores anónimos, por sus comentarios y sugerencias, que han permitido la publicación del presente trabajo. Este estudio ha sido desarrollado con la financiación del proyecto MTM2009-08886.

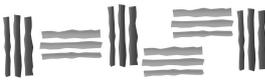
REFERENCIAS

- Alonso, S.; Herrera-Viedma, E.; Chiclana, F.; Herrera, F. (2010). A Web Based Consensus Support System for Group Decision Making Problems and Incomplete Preferences. *Information Sciences*, 180:23 (2010), 4477–4495.
- Bustince, H.; Fernandez, J.; Sanz, J.; Galar, M.; Mesiar, R. (2012). Multicriteria decision making by means of interval-valued Choquet integrals. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 107, 269–278.
- Cabrerizo, F.J.; López-Gijón, J.; Ruíz-Rodríguez, A.A.; Herrera-Viedma, E. (2010a). A Model Based on Fuzzy Linguistic Information to Evaluate the Quality of Digital Libraries. *Int. J. Inform. Technol. Decis. Making* 9:3, 455–472.
- Cabrerizo, F.J.; Moreno, J.M.; Pérez, I.J.; Herrera-Viedma, E. (2010b). Analyzing consensus approaches in fuzzy group decision making: advantages and drawbacks. *Soft Computing* 14:5, 451–463.
- Cabrerizo, F.J.; Pérez, I.J.; Herrera-Viedma, E. (2010c). Managing the Consensus in Group Decision Making in an Unbalanced Fuzzy Linguistic Context with Incomplete Information. *Knowledge-Based Systems* 23:2, 169–181.
- Chiclana, F.; Herrera, F.; Herrera-Viedma, E. (1998). Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 97(1), 33–48.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E. (1997). Aggregation operators for linguistic weighted information. *IEEE Trans. System Man Cybernet.* 27, 646–656.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E. (2000). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems* 115, 67–82.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.; Verdegay, J.L. (1995). A sequential selection process in group decision making with linguistic assessment. *Inform. Sci.* 85, 223–239.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.; Verdegay, J.L. (1996). A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy Sets and Systems* 78, 73–87.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.; Verdegay, J.L. (1997a). A rational consensus model in group decision making under linguistic assessment. *Fuzzy Sets and Systems* 88, 31–49.
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.; Verdegay, J.L. (1997b). Linguistic Measures Based on Fuzzy Coincidence for Reaching Consensus in Group Decision Making. *International Journal of Approximate Reasoning* 16, 309–334.
- Herrera-Viedma, E.; Alonso, S.; Chiclana, F.; Herrera, F. (2007a). A consensus model for group decision making with incomplete fuzzy preference relations. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 15, 863–877.

- Herrera-Viedma, E.; Chiclana, F.; Herrera, F.; Alonso, S. (2007b). Group Decision-Making Model with Incomplete Fuzzy Preference Relations Based on Additive Consistency. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B, Cybernetics*, 37:1, 176–189.
- Herrera-Viedma, E.; Herrera, F.; Chiclana, F. (2002). A consensus model for multiperson decision making with different preference structures. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part A - Systems and Humans* 32 394–402.
- Herrera-Viedma, E.; Martínez, L.; Mata, F.; Chiclana, F. (2005). A consensus support system model for group decision-making problems with multi-granular linguistic preference relations. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 13, 644–645.
- Jiang Y. (2007). An approach to group decision making based on interval fuzzy preference relations. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 16:1, 113–120.
- Kacprzyk, J. (1987). On some fuzzy cores and “soft” consensus measures in group decision making, en *The Analysis of Fuzzy Information* (J. Bezdek Ed.). *CRC Press*, 119–130.
- Kacprzyk, J.; Fedrizzi, M. (1986). “Soft” consensus measure for monitoring real consensus reaching processes under fuzzy preferences. *Control Cybernet.* 15, 309–323.
- Kacprzyk, J.; Fedrizzi, M. (1988). A “soft” measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences. *European J. Oper. Res.* 34, 316–323.
- Mata, F.; Martínez, L.; Herrera-Viedma, E. (2009). An adaptive consensus support model for group decision making problems in a multi-granular fuzzy linguistic context. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 17(2), 279–290.
- Pérez, I.J.; Cabrerizo, F.J.; Herrera-Viedma, E. (2011). Group Decision Making Problems in a Linguistic and Dynamic Context. *Expert Systems with Applications* 38:3, 1675–1688.
- Xu, Z.S. (2005). An approach to group decision making based on incomplete linguistic preference relations. *International Journal of Information Technology and Decision Making* 4(1), 153–160.
- Xu, Z.S. (2007). A survey of preference relations. *International Journal of General Systems* 36, 179–203.
- Xu, Z.S. (2010). Interactive group decision making procedure based on uncertain multiplicative linguistic preference relations. *Journal of Systems Engineering and Electronics* 21, 408–415.
- Yager, R.R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Trans. Systems Man Cybernet.* 18, 183–190.
- Zadeh, L.A. (1975a). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning. Part I. *Information Sciences* 8(3), 199–249.
- Zadeh, L.A. (1975b). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning. Part II. *Information Sciences* 8(4), 301–357.
- Zadeh, L.A. (1975c). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning. Part III. *Information Sciences* 9(1), 43–80.



UNIVERSIDAD
PABLO DE OLAVIDE
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (14). Páginas 54-75.
Diciembre de 2012. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=62>

Un estudio no paramétrico de eficiencia para la minería de Zacatecas, México

BENITA MALDONADO, FRANCISCO J.

División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía
Universidad Autónoma de Nuevo León

Correo electrónico: francisco_benita@hotmail.com

GAYTÁN ALFARO, EDGAR D.

Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales
Universidad Autónoma de Zacatecas

Correo electrónico: davidgaytan81@gmail.com

RODALLEGAS PORTILLO, MAYRA C.

Universidad Autónoma de Coahuila

Correo electrónico: mayra_hanson@hotmail.com

RESUMEN

La intención de este trabajo es abordar el sector minero en el estado de Zacatecas bajo la técnica del análisis envolvente de datos para construir indicadores de eficiencia en los años 1998, 2003 y 2008. Se realiza un análisis entre entidades federativas para comparar el desempeño a nivel nacional; asimismo, se efectúa un estudio comparativo entre tipos específicos de producción minera. El artículo constituye una fuente de información significativa sobre el desempeño de la industria minera en la entidad, pudiendo identificar los productos del estado que son susceptibles de mejora técnica mediante las clases de actividad ineficientes.

Palabras clave: análisis regional; minería; análisis envolvente de datos (DEA).

Clasificación JEL: R11; R15; C61.

MSC2010: 62G05, 90C05.

A Non-Parametric Approach to Efficiency for Mining in Zacatecas, Mexico

ABSTRACT

The aim of the paper is to use the data envelopment analysis (DEA) for mining in Zacatecas and provide efficiency indicators in the years 1998, 2003, and 2008. We compare the performance of the state of Zacatecas with other mining states in Mexico. Then the empirical analysis extends to specific mining. The study is an important source of information about mining behavior. By using the national industries level, it was possible to identify the products that are susceptible of improvement.

Keywords: regional analysis; mining; data envelopment analysis.

JEL classification: R11; R15; C61.

MSC2010: 62G05, 90C05.



1. INTRODUCCIÓN

En América Latina, el impacto económico de la actividad minera no ha sido uniforme. Si bien en la época colonial los metales preciosos son el producto principal de exportación, en épocas posteriores pierden su carácter rector; primero por el aumento de su producción y exportación agropecuarias y después por el impulso y la orientación del proceso industrializador. La situación, empero, admite matices: en unos países la participación del sector extractivo en el producto interior bruto (PIB) es significativa, tal es el caso de Chile y Perú, en los que apoya las primeras fases del proceso de industrialización sin perder peso en las exportaciones totales. En otros países como Bolivia, Guayana, Jamaica, República Dominicana y Surinam, su participación en el PIB es menos elevada pues se trata de economías primario-exportadoras, a diferencia de países como Brasil, Venezuela o México en los que la minería ha alcanzado niveles importantes de desarrollo (Burnes, 2006).

En la actualidad, todas las ramas industriales vinculadas de una u otra manera con el abastecimiento de recursos minerales, incluida su propia base de materias primas, desempeñan un papel esencial en el desarrollo socioeconómico de los países. Sin embargo, en México esta importancia no se ha reflejado con claridad en las estadísticas nacionales. Según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEG, 2006 y 2010a), esta actividad participó únicamente con un 1,4% en promedio al PIB total en el período 1998-2009. Tal situación se atribuye en parte a que la gran mayoría de la producción minera se destina al consumo intermedio del sector industrial, por lo que una proporción de su producción se contabiliza de manera implícita en el producto final.

Una de las principales justificaciones para llevar a cabo un estudio sobre la eficiencia del sector minero en el estado de Zacatecas es debido a que ésta es una actividad productiva que tiene una estrecha relación con la historia económica de México y con este estado en particular. La riqueza geofísica de esta privilegiada tierra fue de tal magnitud que alrededor de 1549 Zacatecas ya era considerada una de las poblaciones novohispánicas más importantes, solo después de la Ciudad de México. Actualmente las regiones mineras más importantes contienen agregados minerales en forma de óxidos y sulfuros complejos de plomo, zinc y cobre, acompañados con significativas cantidades de plata y oro. Estas regiones se encuentran ubicadas en 13 distritos mineros, destacando por su importancia los de Fresnillo, Zacatecas, Concepción del Oro, Sombrerete, Chalchihuites y Mazapil. Asimismo, cabe destacar que en estas regiones también existen importantes yacimientos de minerales industriales como el caolín, el ónix, la cantera, la wallastonita o el cuarzo (Burnes, 2006). Por otra parte, de los 29 productos minero-metalúrgicos que considera el INEG, 10 son fundamentales: oro, plata, plomo, cobre, zinc, coque, fierro¹, azufre, barita y fluorita. Zacatecas, como veremos más adelante, resalta como uno de los principales productores de tres de ellos: plata, plomo y zinc.

¹ “Hierro” en español de España.

De acuerdo con la Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2010), el estado cuenta con dos depósitos de clase mundial (Fresnillo y Peñasquito) y para el año 2009 se ubicó en la segunda posición en cuanto a la participación de las entidades federativas en la producción minera², solo por debajo de Sonora. Hay que señalar que durante ese mismo año, se registraron en el estado 16 proyectos de exploración.

Una vez expuesto lo anterior, resalta la importancia de la minería en el país, así como lo importante que es aprovechar las oportunidades de desarrollo que se vislumbran en este sector en el estado de Zacatecas. Consecuentemente con ello, queda claro que la relación Zacatecas-minería puede seguir siendo manejada como una ventaja comparativa tradicional, pero no se revela como condición suficiente para garantizar el desarrollo económico. En otras palabras, en el estado existe un potencial de desarrollo regional y local que en sí mismo se considera relevante, además de los posibles encadenamientos entre los sectores, primario, industrial y de servicios.

Por otro lado, en la literatura aparecen una serie de conceptos que son considerados como aspectos positivos en la evaluación de los resultados de las organizaciones, tales como: la efectividad, el rendimiento, la productividad, la eficiencia o el éxito, definidos de forma imprecisa y que son comúnmente utilizados de forma indistinta (Shenhav *et al.*, 1994). Según estos autores, a partir de la década de los ochenta del siglo XX el índice dominante en los trabajos ha sido el rendimiento. No obstante, su medición resulta bastante controvertida, siendo uno de sus principales problemas la elección del criterio más apropiado para su evaluación. Esto ha generado que en la literatura encontremos diferentes indicadores del mismo, tales como las ventas, la cuota de mercado, los beneficios y la rentabilidad. Por tal circunstancia, la motivación de este trabajo gira en torno a la construcción indicadores de eficiencia para el sector minero no petrolero en México, para posteriormente comparar el desempeño del estado de Zacatecas con el de otras entidades mineras. Mediante un método no paramétrico, que define la productividad como la relación entre la producción y los insumos utilizados, donde la frontera de posibilidades de producción muestra la relación máxima de producción posible dada una cantidad de insumos y tecnología, fue posible obtener información relevante para la caracterización de la industria minera en Zacatecas y ayudar a contribuir a cerrar la brecha de información que actualmente existe en este rubro. El periodo de tiempo que cubre el estudio se encuentra en virtud de los últimos tres Censos Económicos elaborados por el INEG: 1999, 2004 y 2009, que hacen referencia a información de un año anterior, debido a que son los únicos documentos que informan sobre el conjunto de variables necesarias para su elaboración.

Como premisa, se plantea que no existe el uso homogéneo de la tecnología adecuada para una explotación eficiente y racional que optimice el aprovechamiento de los factores de producción. Enseguida se considera que el sector extractivo de Zacatecas resulta con altos niveles de eficiencia relativa en comparación con el resto de los estados debido a que posee una

²Del total de los 9.319 millones de dólares, el estado de Sonora aportó el 27%, Zacatecas el 16% y Coahuila el 15%.

dotación relativamente mayor de materias primas. Esta ventaja comparativa le permite al estado especializarse en la producción de ciertos minerales y generar efectos multiplicadores para incrementar la eficiencia técnica en otras actividades que son susceptibles de mejora, es decir, aquéllas que tienen la opción de mejorar la cantidad de su producción sin modificar sus dotaciones de insumos.

La estructura del resto del documento se compone de cinco apartados. El que sigue a esta introducción trata de plantear la relevancia de la actividad tanto en el país como en el estado, pasando revista por sus principales indicadores, como el producto y el empleo. En la siguiente sección, iniciamos una revisión general de la literatura que fundamenta las ideas en torno a la caracterización económica de la actividad minera. Posteriormente, en el apartado cuatro se sugiere el uso de la metodología del análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés) y se detalla su construcción. Este mecanismo teórico nos permitirá evaluar la asociación entre la competitividad con la cual se despliegan los recursos humanos y de capital. En el apartado cinco, presentamos los resultados obtenidos de la derivación de la técnica; primero se presentan los indicadores para cada una de las entidades federativas, haciendo posible la comparación en Zacatecas; y después el segundo nivel de análisis implica evaluar el comportamiento competitivo entre tipos de actividad minera. Utilizando las clases de actividad económica manejadas por el INEG (2002), este apartado evalúa al sector detectando áreas de oportunidad. Finalmente, la última sección toca algunas conclusiones generales sobre los alcances y limitaciones del presente estudio.

2. PANORAMA GENERAL

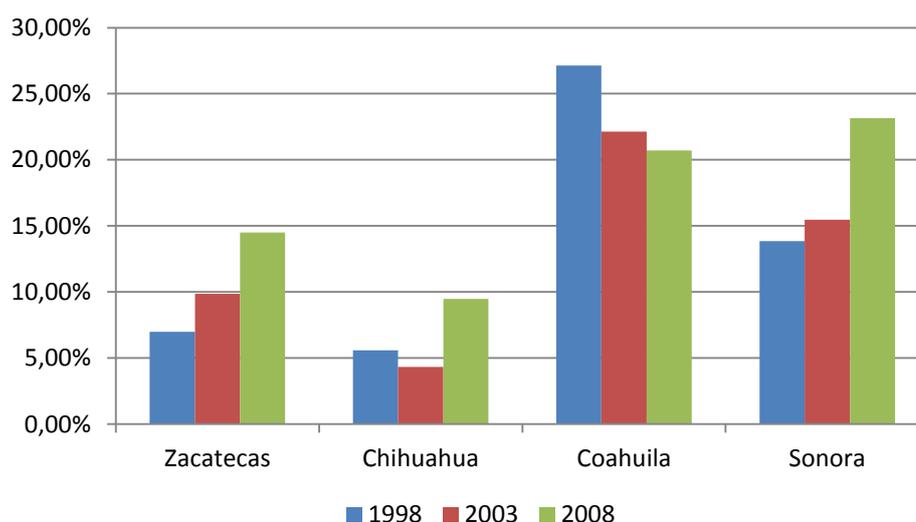
El reconocer el potencial de la minería como fuente de modernización y desarrollo económico en México surge desde el Porfiriato. La Secretaría de Economía (SE, 2006) señala que fue a partir de esa época cuando se reconoció el potencial de la minería como fuente de modernización y desarrollo, posicionándose hasta la fecha como una de las actividades principales de suministro de insumos para la gran mayoría de las industrias, principalmente construcción, metalurgia, química y electrónica. Bajo esta temática radica la importancia del análisis del comportamiento de esta actividad en las economías locales, particularmente el estado de Zacatecas, que cuenta con reservas importantes de plata, plomo y zinc. De hecho, el INEG (2004: p. 9) define a la minería como:

“Toda aquella actividad productiva en la que se extraen, explotan y/o benefician los minerales depositados en el suelo y en el subsuelo. De acuerdo con sus características físicas y químicas, los minerales se clasifican en metálicos, no metálicos y energéticos. Entre los minerales metálicos se encuentran oro, plata, plomo, zinc, cobre, hierro, manganeso, entre otros; entre los minerales no metálicos, que son más abundantes en el territorio, se encuentran los materiales pétreos, arena, arcillas, calizas, yeso, minerales para obtener productos químicos y gemas minerales. En cuanto a los minerales energéticos se encuentra el petróleo, gas natural, carbón mineral y algunos minerales radiactivos”.

Asimismo, resulta prudente resaltar, en la perspectiva de López (1960), que las actividades mineras pertenecen al grupo de las industrias secundarias (al igual que las manufacturas), pues sus insumos pueden provenir de actividades primarias o de este mismo grupo y sus productos se destinan a todos los sectores.

Acorde con la cobertura temporal que el estudio pretende cubrir, no es posible obtener una serie de tiempo anual que especifique variables relevantes para la minería no petrolera en México o en Zacatecas, es por ello que se hace uso de los Censos Económicos con periodicidad quinquenal (1999, 2004 y 2009). Del total del PIB³ minero no petrolero en México, por ejemplo, más de la mitad está explicado por la participación de tres entidades: Coahuila, Sonora y Zacatecas. En la Gráfica 1 es posible apreciar el peso relativo de cada uno de estos estados para 1998, 2003 y 2008. Se observa que en Zacatecas, aunque su participación no es la mayoritaria, sí representa una importante proporción del PIB minero no petrolero en México y, a diferencia de Chihuahua o Coahuila, la tendencia ha sido sostenida al igual que Sonora.

Gráfica 1. Participación en la minería no petrolera de México: entidades seleccionadas.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del INEG (2001, 2005 y 2010a).

El valor de la producción tendió a crecer en términos reales: en el año 1998 fue de 2.184.277 mil pesos, en 2003 de 3.469.466 mil y en 2008 de 12.448.542 mil. No obstante, se aprecia una sensible disminución en la diversificación de su producción. De acuerdo con el INEG (2001, 2005 y 2010a), en 1998 el estado diversificaba su producción en 16 clases de actividad económica, mientras que diez años después la diversificación era solo de 10. Entre las actividades que no se correspondieron con ningún producto se encuentran el mercurio, el antimonio, la sal y la fluorita. Esto confirma el gran peso que representa la plata, el plomo y el zinc. Es decir, el valor de la producción se sigue explicando por estos tres productos.

³ Producción bruta total en pesos corrientes para cada uno de los años.

Por otra parte, una exploración somera de los Censos Económicos permite detectar que el personal ocupado, al igual que el producto, ha presentado un crecimiento sostenido, pasando de 4.171 empleados a 5.865 entre 1998 y 2008. Las ramas que han concentrado el empleo han sido específicamente tres: la producción de plata, la de plomo y zinc y la producción de níquel. Particularmente, la minería de la plata ha llegado a concentrar hasta el 50% en el año 2008, recalcando la fuerte presencia de esta actividad en la entidad. Aunque en el estado existe la producción de otros minerales no metálicos, su peso relativo en la producción bruta o en el empleo no ha sido significativa; tal es el caso de la arena y grava para la construcción, el caolín o las piedras dimensionadas.

Esta especialización tan marcada puede ser aprovechada por las ventajas de las economías de mercado, ya que México ocupa una posición importante en cuanto a la inversión para la exportación superando a países como Chile o Brasil⁴. De tal suerte, se hace necesario aprovechar las oportunidades de desarrollo para este sector. Distintos países productores de minerales han invertido en investigación y desarrollo, consiguiendo con ello tecnologías competitivas que les han permitido incrementar sus cadenas de valor en la extracción de éstos. El estado de Zacatecas, contando con la ventaja comparativa de dos depósitos con reservas mineras importantes, en Peñasquito y Fresnillo, representa un interesante caso de estudio.

Seguindo a Sánchez y Lardé (2006), al ser global la minería, sus productos son fáciles de exportar. Los autores mencionan que la globalización minera implica que la explotación directa o la compra/venta se vinculen de manera flexible y dinámica a los espacios nacionales, siendo posible que se apliquen precios de transferencia. Este hecho lo confirma la CAMIMEX (2011), quien reveló que el año 2010 resultó ser muy relevante para el sector minero mexicano, pues la producción de los principales metales preciosos, metales industriales y no metálicos presentaron volúmenes sin precedentes. El informe señala que desde 2008 la minería se ubica entre los sectores productivos más importantes del país y las divisas generadas ascendieron a 15.474 millones de dólares en 2010, un 51% más que en 2009. Este significativo aumento fue derivado del incremento en el valor de los productos aunado a un aumento en los volúmenes de producción de 23 minerales. Así, del valor de la producción minero-metalúrgica, la plata, el zinc y el plomo contribuyeron con el 20%, 10% y 3%, respectivamente.

El fuerte impulso en el valor de la producción minera está directamente relacionado con los buenos precios internacionales que permitieron en 2010 la apertura de 8 unidades mineras entre las que destaca Peñasquito en Zacatecas, que en septiembre de ese año inició la producción comercial de oro, plata, zinc y plomo. Estas acciones contribuyeron a sostener la primera posición mundial de producción de plata para el país y se espera que la producción anual de zinc se incrementará en un 50% (CAMIMEX, 2011: p. 7).

⁴Durante 2010, la inversión total en la industria minera aumentó en 16%, alcanzando los 3.316 millones de dólares. De esta forma, la inversión ejercida en el periodo 2007-2010 ascendió a 11.986 millones de dólares (CAMIMEX, 2011: p. 9).

Otro aspecto que hay que rescatar es el hecho de que dos de los principales productores de plata del país están ubicados en Zacatecas. La mina Fresnillo de la empresa Fresnillo Plc. continúa siendo el mayor productor de plata primaria en México y del mundo, seguida por Peñasquito, propiedad de Goldcorp Inc., la cual contribuyó con el 28% de la producción total de plata en México en el año 2010.

El panorama anterior indica que este estado cuenta con grandes oportunidades para inducir la localización de producción en yacimientos metálicos y no metálicos, pero sobre todo de implementar políticas dirigidas a la creación de *clusters* industriales mineros en la región, dado que no se ha aprovechado dicho potencial. Lo anterior, no obstante, debe entenderse en el pleno reconocimiento de que la minería entraña una serie de riesgos en materia ambiental que por su naturaleza como actividad económica no pueden ser soslayados pero sí minimizados. De esta forma, la capacidad de los ecosistemas de auto-regenerarse puede verse interrumpida dada la extracción sistemática de minerales, con lo que el daño al capital natural es latente, constituyendo una amenaza a la viabilidad productiva, de generación de riqueza y de encadenamientos productivos propios de esta actividad.

3. REFERENCIAS TEÓRICAS

El análisis de localización y organización espacial que siguen las firmas e industrias puede marcar la pauta para conocer mejor el funcionamiento de una unidad regional y de las actividades económicas que ahí se desarrollan. Es por ello que comprender mejor la manera como se organizan y funcionan las regiones puede contribuir a la realización de mejores políticas públicas, relacionadas con el desarrollo de la industria, derivando así la mejora de la economía en la región.

Estrechamente relacionada con la localización hallamos la concentración productiva en algunas regiones o sectores específicos. Para el caso de la minería, éste es un factor inherente, pues es una actividad que depende directamente de la dotación de recursos específicos en cada región. El primero en analizar la aglomeración involucrando el concepto de la localización es Weber (1909), quien se concentra en las economías de escala de la industria. El trabajo de este autor es de particular interés pues en él hace énfasis en los recursos o insumos que se concentran solo en lugares determinados. Posteriormente Hotelling (1929) desarrolla un modelo de competencia donde determina que el equilibrio de la localización conduce a la concentración y así se hace factible reconocer los efectos que las empresas obtienen de ésta, sobre todo en costos de transporte y obtención de mano de obra especializada. Aunque en la teoría clásica de la localización se observan diferentes enfoques para explicar la localización de las empresas, en López (1960) se plantea como un concepto que contemple por completo la distribución geográfica involucrando la ubicación y la concentración industrial al mismo tiempo. Es decir, el concepto de localización debe brindar una idea integral del espacio geográfico como de sus implicaciones dentro de la economía.

Por otro lado, Olhin (1933) hace lo propio y propone una clasificación de los factores determinantes de la concentración geográfica, mientras que Marshall (1920) reconoce las

externalidades que se relacionan con la concentración industrial. Recientemente, en Krugman (1991) se afirma que la distribución irregular de las actividades productivas a través del espacio es resultado natural de los procesos del mercado bajo condiciones de economías de aglomeración. En el caso de la minería no petrolera en Zacatecas, la extracción de plata, plomo y zinc concentran la mayor proporción de su empleo y su producto. Este fenómeno de concentración industrial ha sido estudiado desde el siglo pasado (ver Bastin (1941), Bakewell (1976) o Cross (1976), entre otros).

Para Sölvell *et al.* (2003) las economías de localización son aquellas en las que las empresas se relacionan con las que están involucradas en actividades inter-ligadas, permitiendo la aparición de distritos industriales. Éstas tienen la cualidad de atraer a otras industrias; como ejemplo podemos mencionar a la minería y se presenta cuando una empresa decide ubicarse en una localidad dotada de materia prima pues de otro modo sus costos de transporte serían muy elevados.

En el caso de la minería, los productos que se obtienen son insumos para otros sectores económicos y es precisamente en ello donde recae la decisión de otras empresas de localizarse cerca de ellas, disminuyendo sus costos de transporte. Las externalidades que se obtienen de las economías de aglomeración benefician directamente la actividad económica de la región, hecho que debe ser aprovechado por el estado de Zacatecas, pues al contar con yacimientos importantes presenta ventajas geográficas que eventualmente pueden inducir la localización de industrias mineras. De este modo, se observan áreas de oportunidad para realizar políticas que impulsen la creación y permanencia de aglomeraciones industriales que puedan incrementar los beneficios económicos de la población.

Finalmente, es necesario abrir un paréntesis para recordar que la minería es un proceso mediante el cual se extraen minerales de un yacimiento donde las consecuencias para la salud de quienes trabajan en ella son de sobra conocidas: enfermedades como la silicosis, aumentando el riesgo de tuberculosis, bronquitis, infecciones respiratorias, asma, etc. han acompañado a los mineros desde siempre. Anteriormente, en la minería subterránea este riesgo quedaba reducido a los trabajadores; sin embargo, en la minería a cielo abierto la contaminación ambiental por polvo extiende este riesgo a las poblaciones que rodean el área minera. De este modo, las actividades mineras son responsables de una de las fuentes de contaminación por metales pesados más persistentes del planeta, debido a los estériles que suelen ser almacenados ocupando normalmente grandes superficies de terreno (Belmonte, 2010). Asimismo los proyectos mineros comprenden distintas fases secuenciales que empiezan con la exploración y terminan con el periodo de post-cierre de la mina y donde cada fase está asociada a un conjunto de impactos ambientales. Por ello, en México, después de tantos años de actividades mineras sin regulación ambiental y sin ninguna medida de compensación o restricción para quienes han resultado afectados por daños a la salud y al ambiente, el sector ahora se encuentra regulado por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley de Aguas Nacionales. Este cuadro ofrece

una visión más amplia del sector y no debe verse como desalentadora de la inversión, sino como un reto para establecer criterios y regulaciones ambientales específicas para la minería en México.

4. EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS

Cabello (2006) menciona que cualquier organización que provea bienes o servicios requiere medir su capacidad de transformar recursos en productos, surgiendo así el fenómeno de la medición de la eficiencia para las industrias. A la luz de estos hechos, comparar actividades económicas similares se hace necesario, con el afán de mejorar la productividad al identificar y adoptar prácticas superiores. No obstante, medir el desempeño de las actividades económicas no tiene una metodología única, por lo que es posible hacerlo mediante indicadores de la productividad promedio del trabajo, índices de eficiencia o los costos de producción.

En este estudio, la productividad se concibe como la relación entre la producción y los insumos utilizados, donde la frontera de posibilidades de producción muestra la relación máxima de producción posible dada una cantidad de insumos y tecnología. Niveles de producción que se encuentren por debajo de esta frontera vienen a ser catalogados como ineficientes técnicamente, pues es posible incrementar la producción sin utilizar más insumos. Por tal motivo, la eficiencia determina un valor con una escala fija y comparable con procesos similares, mientras que la productividad obtiene una medida particular para cada insumo proporcionando diferentes escalas.

El cálculo empírico de la frontera eficiente se puede realizar mediante aproximaciones paramétricas y no paramétricas. Las del tipo paramétrico utilizan programación matemática o técnicas econométricas para estimar los parámetros de la frontera. Sin embargo, este enfoque tiene como desventaja la imposición de una determinada forma funcional, mientras que el enfoque no paramétrico permite realizar supuestos sobre propiedades de la tecnología de producción que permiten definir los procesos productivos factibles con los que se delimitan los planes de producción realizables (Coelli *et al.*, 1997).

El método elegido para la construcción de indicadores de eficiencia en esta investigación es el DEA, principalmente porque es una técnica que requiere de menos supuestos y especificaciones técnicas, además de que brinda resultados sin que se defina previamente la distribución del término de la ineficiencia. Desde su aparición han sido numerosos los trabajos que se han realizado para la evaluación de la eficiencia en la economía a través del DEA. Sin la intención de cansar al lector, a continuación pasamos revista de algunos estudios importantes, a fin de que se pueda apreciar con mayor claridad lo que se ha encontrado, relacionado con el presente trabajo pero en diferentes sectores.

a) Sector salud. Banker *et al.* (1986), pioneros en este estudio, realizan un ejercicio empírico comparando los costos y la producción de una muestra de hospitales en Carolina del Norte a través de dos modelos diferentes: uno econométrico translogarítmico y el DEA. En su conclusión, mientras que el modelo translogarítmico sugiere rendimientos constantes a escala, el

DEA presenta mayor flexibilidad para sus estimaciones, pues es posible utilizar rendimientos constantes, crecientes, decrecientes o variables a escala. Para México, es posible citar el trabajo de Salinas-Martínez *et al.* (2009), donde se cuantifica la eficiencia técnica de la atención a pacientes con diabetes distinguiendo entre dos productos: la provisión de servicios y los resultados en salud.

b) Sector educativo. Aquí encontramos trabajos como el de Charnes *et al.* (1981), donde se plantea un plan de toma de decisiones basadas en la resolución de diferentes modelos matemáticos DEA con el objeto de detectar la existencia de diferencias en la eficiencia de diferentes programas o modelos de producción. Por otro lado, Beasley (1995) propone un modelo de multiactividad que permite evaluar a organizaciones que realizan actividades tecnológicamente diferentes compartiendo recursos comunes. Mar-Molinero (1996), por su parte, explora la justificación teórica del Beasley concentrándose en su versión envolvente.

c) Sector público y de servicios. Distexhe y Perelman (1994), Good *et al.* (1995) o Nachum (1999), por ejemplo, abordan casos del sector público y de servicios cuya aparición en la literatura es más reciente. De igual modo, Navarro y Torres (2006) analizan la eficiencia técnica, de escala y global de las 13 divisiones de distribución que integran la Comisión Federal de Electricidad en México entre 1990 y 2003. Su estudio permitió identificar las unidades eficientes, las cuales fueron referentes de las divisiones ineficientes y se identificaron áreas de mejora de las mismas.

d) Sector industrial. Jaforullah (1999) investiga la tecnología de producción, las posibilidades de sustitución entre los factores de producción y la eficiencia técnica de la industria textil de Bangladesh, usando datos de 64 regiones sobre valor agregado, número de personas ocupadas y valor del *stock* de capital. Por su parte, para el periodo 1975-1995, Mahadevan (2000) intenta, por un lado, comprender la eficiencia técnica en 28 industrias de manufactura de Singapur y, por otro lado, investigar las causas de la operación ineficiente en estas industrias. Para ello, usa datos agregados a nivel industria sobre valor agregado (como producto) y como insumos los gastos de capital y número de trabajadores empleados.

En García (2008) se estima el modelo DEA para el *cluster* de la electrónica y sus componentes en México entre 1988 y 2003. En su trabajo analiza los índices de eficiencia por rama y zona metropolitana. Su estimación fue orientada por insumos (personal ocupado total y el valor total de los activos fijos) mientras que como producto utilizó dos modalidades: en la primera, el valor agregado censal bruto y en la segunda la producción bruta total. El autor encontró que esta actividad económica tiende a concentrarse debido a las externalidades que genera impactando positivamente en su productividad, así como también la relocalización de las actividades productivas que consideró.

Como se ha visto en los ejemplos anteriores, existe una amplia literatura sobre el tema; sin embargo, no se tiene conocimiento de alguna aplicación al sector minero, por lo que se espera que el estudio abone a la anterior evidencia empírica.

Por otro lado, los supuestos originales del modelo son tres: las firmas tienen rendimientos constantes a escala; la isocuanta es convexa hacia el origen y con pendiente no positiva; y la función de producción eficiente es conocida. Posteriormente, Banker *et al.* (1989) relajan el supuesto de rendimientos constantes a escala permitiendo que ahora sean variables, es decir, constantes, crecientes o decrecientes.

Siguiendo a Coelli *et al.* (1997), dado un proceso de producción con rendimientos constantes a escala, en el cual se utilizan los K insumos (x_1, x_2, \dots, x_K) para producir M productos (y_1, y_2, \dots, y_M) de N firmas, la eficiencia técnica de cada una de ellas podría estimarse utilizando programación lineal.

El primer paso en el procedimiento que sigue este modelo es obtener las proporciones de los productos entre insumos para cada firma: $u'y_1/v'x_1$, donde u es un vector de los pesos de los productos con extensión $M \times 1$ y v es un vector $K \times 1$ que representa los pesos de los insumos. Mediante la solución del problema de programación lineal se obtienen los pesos óptimos:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{u,v} (u'y_1/v'x_1) \\ \text{S. a. } & u'y_j/v'x_j \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N \\ & u, v \geq 0. \end{aligned}$$

De esta maximización se obtiene el indicador de eficiencia para cada firma evaluada. A lo anterior hay que añadirle la siguiente restricción para convertirlo en un modelo de rendimientos variables a escala:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{S. a. } & -y_i + Y\lambda = 0, \\ & \theta x_i - X\lambda = 0, \\ & N1'\lambda = 1 \text{ (restricción de convexidad)} \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

donde $N1$ es un vector de 1 con extensión $N \times 1$. Así, esta restricción contribuye a que las firmas que cuentan con ineficiencia tengan como referente aquellas que tienen tamaño similar. Sin embargo, hay que enfatizar también sus limitaciones; Coelli *et al.* (1997) remarcan que son tres:

- a) No es una técnica apropiada para probar hipótesis; dado que es una técnica no paramétrica, no cuenta con indicadores estadísticos para medir perturbaciones.
- b) No se ha especificado un número óptimo de unidades a incluir en el análisis.
- c) Las variables de insumo y producto a considerarse no han sido especificadas; aun así, el uso de muchas variables se considera metodológicamente erróneo.

La metodología utilizada para este análisis es un modelo DEA estándar con el supuesto de rendimientos variables a escala. Este supuesto va a permitir que la comparación entre estados y productos se realice tomando en consideración el tamaño de cada unidad, en este caso, medido

por la similitud en procesos de producción. Se utilizó el enfoque al producto para construir los indicadores de eficiencia debido a que se considera que, por las características del sector, los productores cuentan con mayor manipulación sobre los niveles de producción y no sobre insumos. Los datos para construir los indicadores se obtuvieron de los Censos Económicos de México de 1999, 2004 y 2009, pudiendo estimar para cada uno de los años anteriores los indicadores, considerando únicamente la minería no petrolera. Se calculó el nivel de eficiencia para este sector para cada uno de los estados en los tres cortes transversales así como los índices para las clases de actividad económica en Zacatecas que componen la producción de minerales metálicos y no metálicos.

Para caracterizar la actividad productiva de las industrias extractivas se ha utilizado como *output* la producción bruta total medida en pesos corrientes. Se decidió considerar la producción bruta total y no el valor agregado bruto debido a la naturaleza de la minería como actividad económica. Al ser éste, en su mayoría, un sector proveedor de insumos, el valor agregado al producto final suele ser bajo y la mayor parte de su composición de valor se encuentra en la generación de bienes intermedios. Así, aunque en primera instancia da la impresión de tratarse de una doble contabilidad, la medida es necesaria debido a que hay estados con saldos de valor agregado negativos que al llevarse a la estimación generan resultados atípicos. Dado que la técnica no permite el cálculo de los índices si se presentan valores negativos o nulos en las variables, una alternativa al uso de la producción bruta total sería la utilización del valor agregado bruto eliminando aquellas clases de actividad con valores negativos o iguales a cero; sin embargo, al tratarse de un número pequeño de industrias, la pérdida de información sería considerable.

Como insumos se han seleccionado el capital y el trabajo medidos por los activos fijos totales en pesos corrientes y el personal ocupado total; estas variables han sido seleccionadas siguiendo trabajos anteriores (como Jaforullah (1999), Mahadevan (2000) y García (2008), entre otros). Por último, los índices de eficiencia técnica se calcularon con el *software* libre DEAP 2.1; el valor de éstos se presenta entre 0 y 1, siendo el valor 1 el de la máxima eficiencia.

5. RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los indicadores de eficiencia para el sector minero no petrolero de cada una de las entidades federativas del país, así como la eficiencia técnica promedio para cada año. En el caso del estado de Zacatecas parece que la participación importante en la producción nacional se ve reflejada sobre la eficiencia del sector.

De los resultados obtenidos se aprecia que en 1998 Zacatecas presentó un índice de eficiencia de 0,67, menor al promedio nacional. Dado que los índices tienen el enfoque al producto, este valor se interpreta como la opción de mejorar en un 23% el valor de la producción sin modificar su dotación de insumos: empleo y capital.

Cuadro1. Índices de eficiencia de la minería no petrolera por entidad federativa.

Entidad	1998	2003	2008
Aguascalientes	1,00	0,60	0,57
Baja California	0,64	0,48	0,09
Baja California Sur	1,00	1,00	0,72
Campeche	0,52	0,37	1,00
Coahuila	1,00	1,00	0,90
Colima	0,76	0,65	0,53
Chiapas	0,35	0,18	0,52
Chihuahua	0,58	0,67	0,41
Distrito Federal	0,31	0,58	0,26
Durango	0,69	0,82	0,32
Guanajuato	0,34	0,40	0,59
Guerrero	0,68	0,47	0,49
Hidalgo	0,81	0,34	0,18
Jalisco	0,06	0,58	0,52
México	0,47	0,55	0,13
Michoacán	1,00	0,51	0,51
Morelos	1,00	0,53	0,99
Nayarit	0,83	0,81	0,39
Nuevo León	0,83	0,83	0,46
Oaxaca	0,42	0,64	0,45
Puebla	0,91	0,38	0,38
Querétaro	1,00	0,44	0,62
Quintana Roo	1,00	0,49	0,60
San Luis Potosí	0,82	1,00	0,49
Sinaloa	0,84	0,84	0,40
Sonora	1,00	1,00	1,00
Tabasco	0,38	0,55	0,74
Tamaulipas	0,60	0,68	1,00
Tlaxcala	1,00	1,00	1,00
Veracruz	0,65	0,25	0,29
Yucatán	0,28	0,68	0,41
Zacatecas	0,67	1,00	0,63
Eficiencia media	0,70	0,63	0,55

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del INEG (2001,2005 y 2010a).

Para los años 2003 y 2008 el indicador fue superior al promedio nacional, llegando a presentar eficiencia máxima en 2003. Se encontró que el referente de comparación para Zacatecas en 1998 y 2003 fue Coahuila, el cual se colocaba en el primer lugar de participación en el valor bruto de la producción y Zacatecas ocupaba el tercer sitio. Finalmente, en 2008 el referente fue Sonora, que ocupó el primer lugar mientras que Zacatecas continuaba en el tercer puesto.

De manera general, en 1998 fueron 9 los estados con eficiencia plena, para 2003 ya solo eran 6 (incluyendo Zacatecas) y para 2008 únicamente eran 4. En los tres periodos de tiempo

destacan Tlaxcala⁵ y Sonora, con eficiencia del 100%. Es importante señalar que tanto la eficiencia media como el total de entidades eficientes han tendido a disminuir en la última década, situación que refleja la problemática a la que hace frente el sector minero no petrolero mexicano. Dicho de otro modo, aunque el valor de la producción se haya incrementado, así como sus niveles de exportación, empleo y capital, no lo ha hecho en términos de eficiencia.

Una peculiaridad observada es que, en el año 2008, 19 estados se ubicaron por debajo de la eficiencia media y solo Tlaxcala y Sonora continuaron con una tendencia de máxima eficiencia desde 1998. Sin embargo, el caso de Tlaxcala habría que considerarlo con precaución ya que, a diferencia de Zacatecas, su sector se especializa en la producción de tierras fuller, arena, grava y calcita. No obstante, como veremos más adelante, si asumimos homogeneidad en los procesos de producción dada la similitud en la estructura de los costos, la generalización de estos resultados sería válida y podríamos considerar como entidad eficiente a cualquier estado que presente un índice de eficiencia igual a uno sin importar la composición entre industrias al interior del sector.

En contraste, el Distrito Federal, Hidalgo, Veracruz y Guanajuato han resultado pertenecer al grupo de los menos eficientes. El caso de Guanajuato es particularmente interesante, pues su estructura productiva parecería a todas luces favorable. Este estado es un importante productor de oro, plata y cantera y ha participado entre el 1% y 2% de la producción nacional, entre el 3% y 4% del total de la población ocupada y entre el 0,4% y el 2% de los activos fijos totales. Sin embargo, esta aparente ventaja estructural no se ha visto reflejada en su eficiencia, lo que nos lleva a prestar atención especial a este resultado.

Otros estados como San Luis Potosí, Guerrero, Durango y Nuevo León preservaron indicadores de eficiencia relativamente altos y estables; sin embargo, 2008 es el año más irregular, quizá por comenzar a registrar los efectos de la crisis en los Estados Unidos; dicho año golpea particularmente a aquellos estados que en años anteriores presentaron indicadores de eficiencia elevados.

En general, la eficiencia indica la competitividad con la cual se despliegan los recursos humanos y de capital, por lo tanto, los factores que pueden influir en el comportamiento diferenciado de los niveles de eficiencia son múltiples. Éstos pueden obedecer a la estructura productiva, las condiciones de demanda de cada mercado, la falta de incentivos para invertir, las políticas tributarias e inclusive, como se señaló en el apartado teórico, las ventajas de las economías de localización. Bajo esta lógica, entidades con perfiles productivos encaminados hacia la minería tienden a ser más eficientes; sin embargo, ahondar en este punto permitiría visualizar la relación entre dotación de recursos, estructura productiva y eficiencia. En otras

⁵A pesar de la baja diversificación de su sector minero, este estado demostró ser eficiente bajo las condiciones de producción que la técnica específica.

palabras, existen circunstancias intrínsecas y extrínsecas de las operaciones mineras que hacen que cada labor sea particular, como lo es la dinámica de Guanajuato.

En una visión conjunta, cabría esperar que Zacatecas mostrara indicadores por encima de la media e inclusive muy cercanos a uno para cada uno de los años. La evidencia empírica sugiere que, aunque su eficiencia es considerable, existen posibilidades de mejorar. Un análisis más detallado lo proporciona el Cuadro 2, que sintetiza los resultados obtenidos por clase de actividad. Antes, habría que recordar que en el año 2008 la producción de plata concentró el 50% de los trabajadores y el 70% de la producción, lo que sugiere una sobre-especialización regional. Esta ventaja comparativa y siguiendo la literatura revisada, podría derivar en encadenamientos productivos o *clusters* mineros si se sigue la política industrial adecuada. En rigor, el estado cuenta con importantes oportunidades para inducir la localización de producción en yacimientos metálicos y no metálicos.

Cuadro 2. Índices de eficiencia para las clases de actividad seleccionadas en Zacatecas.

Clase de actividad	1998	2003	2008
212210 Minería de hierro	0,31	0,53	-
212221 Minería de oro	0,01	-	1,00
212222 Minería de plata	1,00	1,00	1,00
212231 Minería de cobre y níquel	0,61	0,82	0,91
212232 Minería de plomo y zinc	1,00	1,00	1,00
212292 Minería de mercurio y antimonio	1,00	-	-
212311 Minería de piedra de cal	1,00	1,00	-
212312 Minería de mármol	0,95	0,98	0,29
212319 Minería de otras piedras dimensionadas	0,37	0,38	1,00
212321 Minería de arena y grava para la construcción	0,33	0,13	0,94
212324 Minería de sílice	1,00	1,00	-
212325 Minería de caolín	0,19	1,00	-
212329 Minería de otras arcillas y otros minerales refractarios	0,71	0,78	0,35
212391 Minería de sal	1,00	-	-
212395 Minería de fluorita	1,00	-	-
212399 Minería de otros minerales no metálicos	0,21	1,00	1,00
Eficiencia media	0,67	0,80	0,83

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del INEG (2001, 2005 y 2010a).

En suma, apreciamos que la eficiencia promedio⁶ ha ido aumentando, pero el número de clases productivas tendió a disminuir llegando a una desaparición tanto de actividades eficientes como ineficientes. La plata, como era de esperar, registró eficiencia máxima para los tres periodos de tiempo al igual que la minería de plomo y zinc. La minería de la piedra de cal, la del sílice, la del mercurio o la del antimonio; rubros eficientes, han desaparecido con el paso de los

⁶ Nótese que la eficiencia media de todas las clases no corresponde la eficiencia media en el estado (Cuadro 1). En este ejercicio se compara entre clases de actividad minera, mientras que en el anterior se compara entre entidades federativas.

años, por lo que la sobre-especialización de plata, plomo y zinc las ubica como referente para el incremento en la eficiencia técnica de otras actividades mineras.

Estamos ante una tendencia general y sostenida de reducción en la diversificación minera. Esto exige relativizar la importancia en la detección de los factores que reconfiguraron el esquema productivo. Entonces, si observamos que actividades plenamente eficientes para 1998, como el mercurio, la sal o la fluorita, desaparecieron diez años después, el análisis de eficiencia técnica carece de relevancia. Es decir, no hay congruencia entre el predominio de industrias ineficientes (minería de arcillas, minerales refractarios, arena o grava) y la desaparición de otras con eficiencia máxima. No queremos decir con esto que no haya una lógica interna que explique la dinámica del recurso minero, ni negamos la existencia de factores internos y estructurales a ella. Simplemente se pone sobre la mesa la discusión al respecto: que determinantes como la densidad de la mano de obra calificada, la tradición industrial, el ambiente tecnológico o la relación que hay entre centros de negocios y establecimientos de investigación pudieron haber generado este fenómeno.

Aunado a lo anterior, también es preciso reconocer que las estimaciones según tipo de actividad minera deben contemplarse en la justa medida de su diferenciación productiva. Esto significa que los requerimientos de insumos así como de factores de la producción son, de hecho, considerablemente distintos entre las variedades de extracción minera metálica y no metálica. Esta heterogeneidad se extiende, incluso, a las actividades al interior de estas dos grandes variedades minerales. De esta manera, un estudio más puntual deberá considerar la naturaleza propia de cada tipo de actividad minera y, en razón de su propia lógica de utilización de insumos y factores, extraer una medición de eficiencia ponderada para la cual se reconozcan principios de racionalización de costos y maximización de ingresos particulares.

Respecto a esto último, en Topp *et al.* (2008) se examina la productividad del sector minero en Australia, encontrando importantes trabas inherentes a la medición e interpretación de las tendencias de la productividad entre los distintos tipos de actividad extractiva. Los autores advierten que, debido a las características propias de cada tipo de extracción así como las condiciones geológicas del yacimiento, los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción varían. Así, por ejemplo, la combinación de recursos requeridos para producir una tonelada de níquel puede ser muy distinta a la necesaria para extraer una tonelada de grava.⁷

⁷ Al menos para el caso particular de Zacatecas, existen procesos de extracción que permiten la obtención de diferentes bienes de manera simultánea. Por ejemplo, para el caso de los minerales metálicos es común la extracción, al mismo tiempo, de bienes como oro, plomo, zinc, cobre, estaño y fierro. Por lo que respecta a los minerales no metálicos, los mismos procesos dan lugar al aprovechamiento de cantera, variedades de arcilla (principalmente el caolín), agregados pétreos, cal hidratada y almagre, principalmente (SE, 2011: p. 23-26). Lo anterior permite aducir la comparabilidad entre los bienes minerales, dado que los procesos de obtención de los mismos propician la existencia de una estructura de costes en común.

Sin embargo, reconociendo este problema de heterogeneidad, los autores pasan a construir indicadores de productividad del capital y del trabajo para cada uno de los tipos de minería que en ese país se realizan. Estos índices constituyen la base de su análisis sobre el decrecimiento de la productividad en el sector. Bajo estas premisas, habría que señalar que, si bien pudiera existir un problema de heterogeneidad en cuanto al proceso productivo, los procesos de beneficio de minerales (trituración, molienda, decantación y flotación, por ejemplo) generalmente permiten extraer más de un único producto, lo que permitiría la comparación directa entre distintas clases de actividad.

Finalmente, dos posibilidades de ampliación de estos resultados podrían consistir en la elaboración de un modelo econométrico que permita identificar la relación existente entre distintas variables propuestas por las teorías de la localización tales como: por un lado, economías de escala, infraestructura, la existencia de insumos, la especialización productiva y el empleo; por el otro, la eficiencia relativa del sector. Asimismo, se precisa puntualizar las características propias de cada tipo de actividad minera, con el fin de tener una representación más plausible del empleo de sus factores e insumos como determinantes en el grado de su eficiencia operativa.

6. CONCLUSIONES

Este estudio brinda como aportación novedosa para el sector minero los índices de eficiencia técnica que formarán una fuente de información importante sobre el desempeño de la minería no petrolera. Es decir, en nuestro conocimiento, en México no existen estudios en los que se aplique la metodología DEA en este sector, por lo tanto, la realización de este estudio genera evidencia empírica de la aplicación de la técnica.

Los resultados revelan que la eficiencia media a nivel nacional y el número de entidades técnicamente eficientes tendió a disminuir en el periodo estudiado. Además, se determinaron Coahuila y Sonora como los referentes de comparación para Zacatecas, donde dada una cierta cantidad de recursos es posible convertirse en entidad plenamente eficiente (notando que para 2003 se logró eficiencia máxima).

Se comprobó que, como se supuso, el sector minero de Zacatecas resulta con altos niveles de eficiencia relativa en comparación con el resto de los estados debido a las características productivas de éste. Este resultado coincide con la literatura revisada en el apartado 2, donde la ubicación y la localización industrial se ven favorecidas en aquellas regiones con características geográficas favorables.

Siguiendo el nivel de análisis de García (2008), el estudio pudo realizarse en dos etapas. La primera permitió identificar estados eficientes que pueden ser tomados como referentes para Zacatecas, esto a nivel agregado; la segunda, un análisis desagregado por clases de actividad donde se encontró que la sobre-especialización en la minería de plata, plomo y zinc han llevado

a la desaparición de otras actividades eficientes como la minería de piedra de cal, la del sílice, la del mercurio o del antimonio.

De manera similar a Mahadevan (2000) o Navarro y Torres (2006), se ubicaron actividades productivas plenamente eficientes que podrían permitir a los diseñadores de políticas públicas incentivar la productividad de aquéllas que resultaron ser menos eficientes.

Los resultados aquí presentados muestran niveles de eficiencia muy altos, existiendo un grupo de empresas altamente eficientes que evidencian los reducidos niveles de eficiencia técnica del resto. La técnica DEA permite añadir una información que se escapaba a todos los estudios descriptivos previamente realizados: la mayor parte de las empresas mineras de hierro, de caolín o de arena y grava para la construcción en Zacatecas son poco eficientes, pero globalmente la eficiencia parece elevada por el efecto que tienen unas pocas empresas de estas clases que son técnicamente eficientes al cien por cien.

En resumen, el análisis sirve de base para caracterizar el posicionamiento del sector minero de Zacatecas en cuanto a sus niveles de eficiencia productiva, ayudando a orientar la acción de estímulo público de la región, identificando los tipos de actividad más débiles y la necesidad de impulsar la eficiencia y competitividad de la mayor parte de las empresas del sector en la región.

Cabe señalar que la asunción de los resultados y conclusiones aquí presentadas quedan supeditadas a las limitaciones que impondrían el tipo de análisis y los datos empleados en este estudio. Se plantea que, tras la identificación de clases productivas ineficientes, no existe el uso de tecnología adecuada para una explotación eficiente que optimice el aprovechamiento de los factores de la producción.

Una vez ubicadas las clases ineficientes, es posible ahondar en la problemática particular sobre cada una de ellas para, eventualmente, elaborar proyectos y programas que identifiquen la explotación económica de estos minerales en las regiones. Por otro lado, es posible estimular la transferencia, la absorción y el desarrollo de tecnologías cuyo impacto aumente su productividad. Inclusive, proveer de infraestructura necesaria y dotar de valor agregado a los productos minerales, incrementaría la eficiencia de su explotación.

Futuras extensiones del trabajo podrían consistir en la identificación de las variables determinantes que influyen en el comportamiento de la eficiencia global del sector extractivo y que ayudarían a comprender mejor la aparente contradicción entre la permanencia de actividades ineficientes y la desaparición de las más eficientes. Inclusive, abordar el fenómeno desde un punto de vista ambiental, tratando de cuantificar los costos sociales y ecológicos a través de la técnica resultaría ser un análisis interesante. Es decir, aquellas actividades menos eficientes ambientalmente pueden traducirse en importantes costos cuya evaluación, por sí misma, representaría un estudio propio del desempeño del sector minero. Por lo anterior, es preciso reconocer que la salvaguarda de la integridad ambiental debe superponerse a los

intereses meramente económicos que implica el lograr mayores niveles de eficiencia. Las ventajas que derivan de la actividad minera en términos competitivos y de inclusión de otros sectores económicos deben preservarse y, en su caso, incrementarse, en la medida en que éstas no constituyan una amenaza a la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales.

Adicionalmente, cabe mencionar que los resultados expuestos en su diferenciación por clase de actividad minera están sujetos a la naturaleza propia de cada una de ellas respecto a su utilización de factores e insumos. La comparabilidad entre ellas es solo sostenible en la medida en que los minerales metálicos y los no metálicos, como procesos diferenciados, compartan para sí los mismos costes extractivos. Derivado de ello, una construcción más justa de la eficiencia técnica deberá llevarse a cabo al amparo del conocimiento detallado de la estructura de costes propia de la extracción de cada mineral particular que resulte de interés.

Finalmente, el trabajo presenta un estudio de caso, aplicando una metodología específica a la actividad minera en su sentido genérico, cuyos hallazgos contribuyen a la literatura empírica existente del DEA que pudieran servir como referencia a estudios posteriores que busquen analizar la minería.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias de dos dictaminadores anónimos.

REFERENCIAS

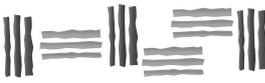
- BAKEWELL, P. (1976). *Minería y sociedad en el México colonial, Zacatecas 1546-1700*, Fondo de cultura económica, México, D.F.
- BANKER, R., CHARNES, A. y COOPER, W. (1989). “An introduction to data envelopment analysis with some of their models and its uses”, *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, no. 5, pp. 125–163.
- BANKER, D., CONRAD, R. y STRAUSS, R. (1986). “A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: an illustrative study of hospital production”, *Management Science*, vol. 32, no. 1, pp. 30–44.
- BASTIN, E. (1941). “Paragenetic relations in the silver ores of Zacatecas, Mexico”, *Economic Geology*, vol. 36, no. 4, pp. 371–400.
- BEASLEY, J. (1995). “Determining teaching and research efficiencies”, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 46, issue 46, pp. 441–452.
- BELMONTE, F. (2010). “Contaminación ambiental por estériles mineros en un espacio turístico en desarrollo, la sierra minera de Cartagena-la Unión (sureste de España)”, *Cuadernos de Turismo*, no. 25, pp. 11–24.
- BURNES, A. (2006). *El drama de la minería mexicana: del pacto colonial a la globalización contemporánea*, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.

- CABELLO, A. (2006). *Estimación de eficiencia técnica de los clusters automotriz y de hierro-acero en las zonas metropolitanas de México: 1998 y 2003 por el método de envoltura de datos*. Tesis de maestría. CISE. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México.
- CAMIMEX (2010). La industria minera de México, retos y oportunidades. Consultado el 15/12/2010 en http://www.conferenciamineria.com.mx/programa/memorias/22_Jueves/Manuel%20Luevanos.pdf.
- ____ (2011). *Informe anual 2011*, Cámara Minera de México, México, DF.
- CHARNES, A., COOPER, W. y RHODES, E. (1981). “Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through”, *Management Science*, vol. 27, no. 6, pp. 668–697.
- COELLI, T., PRASADA, D. y BATTESE, G. (1997). *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- CROSS, H. (1976). *The mining economy of Zacatecas, Mexico in the nineteenth century*. Tesis de doctorado, Berkeley, University of California, California.
- DISTEXHE, V. y PERELMAN, S. (1994). “Technical efficiency and productivity growth in an era of deregulation: the case of airlines”, *Revue suisse d'économie politique*, vol. 130, pp. 669–689.
- GARCÍA, X. (2008). *Indicadores de eficiencia y sus determinantes: caso cluster electrónica y componentes para las zonas metropolitanas de México*. Tesis de maestría. CISE. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México.
- GOOD, D., RÖLLER, L. y SICKLES, R. (1995). “Airline efficiency differences between Europe and the US: implications for the pace of EC integration and domestic regulation”, *European Journal of Operational Research*, vol. 80, pp. 508–518.
- HOTELLING, H. (1929), “Stability in competition”, *Economic Journal*, vol. 39, pp. 41–57.
- INEG (2001). *XV Censo Industrial. Censo Económico 1999*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2002). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2004). *La Industria Minera Ampliada*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2005). *XVI Censo Industrial. Censo Económico 2004*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2006). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1999-2004*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2010a). *XVII Censo Industrial. Censo Económico 2009*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- ____ (2010b). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2005-2009*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- JAFORULLAH, M. (1999). “Production technology, elasticity of substitution and technical efficiency of the handloom textile Industry of Bangladesh”, *Applied Economics*, vol. 31, pp. 437–442.

- KRUGMAN, P. (1991). "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, vol. 99, no. 3, pp. 483–499.
- LÓPEZ, E. (1960). *Ensayo sobre localización de la industria en México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- MAHADEVAN, R. (2000). "How technically efficient are Singapore's manufacturing industries?", *Applied Economics*, vol. 32, pp. 2007–2014.
- MAR-MOLINERO, C. (1996). "On the joint determination of efficiencies in a data envelopment analysis context", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 47, pp. 1273–1279.
- MARSHALL, A. (1920). *Principles of Economics*, MacMillan, London.
- NACHUM, L. (1999). "Measurement of productivity of professional services. An illustration on Swedish management consulting firms", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 19, no. 9, pp. 922–949.
- NAVARRO, J. y TORRES Z. (2006). "Análisis de la eficiencia técnica global mediante la metodología DEA en la industria eléctrica mexicana en su fase de distribución, 1990 – 2003", *Revista nicolaita de estudios económicos*, vol. 1, no. 1, pp. 9–28.
- OHLIN, B. (1933). *Interregional and international trade*. Harvard University Press, Cambridge.
- SALINAS-MARTÍNEZ, A.M., AMAYA-ALEMÁN, M.A., ARTEAGA GARCÍA, J.C., NÚÑEZ-ROCHA, G.M. y GARZA-ELIZONDO, M.E. (2009). "Eficiencia técnica de la atención al paciente con diabetes en el primer nivel", *Salud pública de México*, vol. 51, no. 1, pp. 48–58.
- SÁNCHEZ, F. y LARDÉ, J. (2006). *Minería y competitividad internacional en América Latina, serie división de recursos naturales e infraestructura*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- SE (2006). *Informe de la Minería Mexicana*, Secretaría de Economía, Gobierno de México.
- _____ (2011). *Panorama Minero del Estado de Zacatecas*, Secretaría de Economía, Gobierno de México.
- SHENHAV, Y, SHRUM, W. y ALON, S. (1994). "Goodness' concepts in the study of organizations: a longitudinal survey of four leading journals", *Organization Studies*, vol. 15, no. 5, pp. 753–777.
- SÖLVELL, Ö., LINDQVIST, G. y KETELS, C. (2003). *The cluster initiative greenbook*, Brommatryck AB, Stockholm.
- TOPP, V., SOAMES, L., PARHAM, D. y BLOCH, H. (2008). "Productivity in the mining industry: measurement and interpretation", Australian Government, Productivity Commission Staff, working paper.
- WEBER, A. (1909). *Über den Standort der Industrien. Traducción al inglés, Theory of the location of Industries*, (2ª edición, 1971), Russel & Russel, New York.



UNIVERSIDAD
PABLO DE
OLAVIDE
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (14). Páginas 76–123.
Diciembre de 2012. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=63>

Alternativas metodológicas para el cálculo de las series retrospectivas regionales de EPA tras el cambio en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas

PAVÍA, JOSÉ M.

Departamento de Economía Aplicada
Universitat de Valencia
Correo electrónico: pavia@uv.es

FABUEL, FRANCISCO

Instituto Valenciano de Estadística, Estadísticas Económicas, Demográficas y Sociales
Correo electrónico: fabuel_fra@gva.es

MORILLAS, FRANCISCO G.

Departamento de Economía Aplicada
Universitat de Valencia
Correo electrónico: Francisco.Morillas@uv.es

RESUMEN

A fin de solventar la potencial pérdida de información que la entrada en vigor de la nueva Clasificación Nacional de Actividades Económicas provocaría en las series de EPA, el INE ha propuesto una metodología que permite el enlace de las series CNAE 1993 y CNAE 2009. El procedimiento de enlace se basa en trabajar con una matriz de paso nacional sobre los datos a nivel de división. Los mercados de trabajo regionales, sin embargo, difieren del nacional y, además, las series regionales no suelen estar disponibles a nivel de división. Este trabajo estudia qué impacto tendría en las series enlazadas (i) trabajar en un nivel de agregación superior al de división y (ii) utilizar una matriz de paso regional propia. Centrada en las series de ocupados publicadas para la Comunidad Valenciana, la investigación muestra que: (a) a nivel sectorial, es equivalente emplear la matriz de España o una propia y, también, el trasladar las divisiones y luego agregarlas que el trasladar directamente las series agregadas; y (b) que a nivel de rama de actividad, es preferible trabajar con una matriz propia.

Palabras clave: CNAE; Encuesta de Población Activa; INE; series temporales.

Clasificación JEL: C18; C82; J00.

MSC2010: 62P20; 62M10.

Artículo recibido el 30 de julio de 2012 y aceptado el 19 de octubre de 2012.

Alternative Approaches for Calculating the Retrospective Regional EPA Series Following the Changes in the National Classification of Economic Activities

ABSTRACT

In order to overcome the potential loss of information that the transition to the new National Classification of Economic Activities could provoke in EPA series, INE has proposed a methodology to link CNAE 1993 and CNAE 2009 series. The procedure is based on employing a national transition matrix over division data. Regional labor markets, however, differ from the national one and additionally regional series are not generally available at the division level. This paper examines the impact that in the linked series should have (i) working at a level of aggregation above division and (ii) using a regional transition matrix. Focusing employment series published for the Valencian region, this research shows that (a), at the sectorial level, results do not depend on use of either the Spanish transition matrix of Spain or the Valencian one and also they are independent of the order in which aggregation of the divisions takes place and that (b), at the branch of activity, it is preferable to work with an own regional matrix.

Keywords: CNAE; active population survey; INE; time series.

JEL classification: C18; C82; J00.

MSC2010: 62P20; 62M10.



1. Introducción

En el año 2009 entró en vigor la nueva Clasificación Nacional de Actividades Económicas, CNAE-2009, en sustitución de la, hasta entonces, vigente Clasificación, CNAE-1993. Como consecuencia de ello, se ha producido una “rotura” en las series de la Encuesta de Población Activa (EPA) publicadas en España. Para el enlace de las series, el Instituto Nacional de Estadística (INE) propone utilizar “una matriz de conversión, calculada a partir de la doble codificación de la actividad del establecimiento del empleo principal para las personas ocupadas en alguno de los cuatro trimestres de 2008”, donde la codificación se ha realizado utilizando la “desagregación de dos dígitos en ambas clasificaciones” (INE, 2009a). Así mismo, el INE recomienda enlazar tanto las series de ramas como las de sectores a partir de transferir y agregar sus divisiones (a dos dígitos).

Cuando se desciende al ámbito regional, sin embargo, el analista se encuentra con un doble problema: (a) una estructura del mercado de trabajo regional no coincidente con la del conjunto de España; y (b) una falta de disponibilidad de las series desagregadas regionales a nivel de división. Es decir, por una parte, ocurre que la utilización de la matriz de España puede provocar una distorsión (quizás significativa) en la serie enlazada; mientras que, por otro lado, se observa que para aplicar estrictamente la metodología del INE se debería reconstruir (a partir de las oleadas de microdatos de la encuesta) las series a nivel de división, lo que plantearía, una vez disponibles los datos¹, nuevas complicaciones. Para solucionar la primera de las dificultades, el analista podría optar por construir, replicando la metodología del INE, una matriz de transferencia regional propia; mientras que para solventar el segundo de los inconvenientes el investigador podría colapsar, al nivel de desagregación publicado en cada región, la matriz de transferencia y utilizar la matriz colapsada para enlazar las series agregadas disponibles.

Cada una de las aproximaciones anteriores presenta sus ventajas e inconvenientes. El presente trabajo analiza, centrándose en las series de ocupados de EPA publicadas por el Instituto Valenciano de Estadística (IVE) para la Comunidad Valenciana, el impacto del cambio de clasificación y estudia las consecuencias de emplear cada una las soluciones comentadas en el párrafo anterior. En concreto, tomando como base los datos de las series trimestrales de ocupados de la EPA publicadas por el IVE en su página web para los períodos 1999.I-2008.IV en la clasificación CNAE-1993 y 2008.I-2009.IV en CNAE-2009, se analizan las diferencias (en niveles y en evolución subyacente) entre las series que se obtendrían con cada una de las estrategias anteriores. En particular, en la sección cuarta se analizan las diferencias que se observan enlazando directamente las series agregadas, mientras que en la sección quinta se comparan las series que se obtienen utilizando la matriz de España con aquellas que se logran empleando una matriz de transferencia propia de la Comunidad Valenciana. Las secciones segunda y tercera ofrecen detalles de cómo se obtuvieron las matrices colapsadas y la matriz de paso propia de la Comunidad Valenciana. Por último, la sección sexta cierra el estudio. Varios anexos completan el documento.

¹ El INE ofrece, previo pago, la posibilidad de adquirir los ficheros de microdatos anonimizados de la EPA codificados a tres dígitos (es decir, por grupos en lugar de divisiones).

2. Matrices de transferencia por ramas y sectores

A partir de las oleadas de la EPA implementadas por el INE durante los cuatro trimestres de 2008, en que las respuestas de los encuestados fueron codificadas utilizando las clasificaciones CNAE-1993 y CNAE-2009, el INE ha construido un fichero, que ofrece en su página web², donde presenta la matrices de paso de la clasificación de actividades CNAE-1993 a CNAE-2009 y viceversa. Las matrices de paso que provee el INE han sido elaboradas utilizando las divisiones a dos dígitos de ambas clasificaciones (60 divisiones en el caso de la CNAE-1993 y 88 divisiones para CNAE-2009) a partir de, como el propio INE señala: (i) la doble codificación, en términos de la CNAE-1993 y la CNAE-2009, que se obtuvo en la EPA durante los cuatro trimestres de 2008 de la actividad del establecimiento en que trabajan los ocupados; y (ii) la correspondencia teórica entre ambas clasificaciones (para fines estadísticos); accesible vía internet.³

A partir de estas matrices de paso o transferencia, el INE ha calculado en la nueva clasificación, CNAE-2009, las series que corresponden al período comprendido entre el primer trimestre de 2000 y el cuarto de 2007,⁴ empleando para ello la metodología descrita, muy sucintamente, en INE (2009a).⁵ En concreto, el INE recomienda trabajar con las divisiones a dos dígitos para realizar el paso de una a otra CNAE y posteriormente obtener los valores por ramas o sectores mediante agregación de los valores obtenidos tras la transferencia (estrategia trasladar-agregar).

Las variables que se publican a nivel regional, como las que publica el IVE, sin embargo, no suelen estar disponibles a dos dígitos, por lo que, en general, utilizando exclusivamente la información publicada no se puede seguir la recomendación del INE⁶. Para enlazar las series en estas circunstancias, es preciso realizar una explotación específica de los ficheros de microdatos correspondientes a cada uno de los trimestres y construir las series a dos dígitos, o bien “colapsar” las matrices a ramas de actividad o sectores, como paso previo para trasladar/transferir las cifras observadas de una a otra CNAE (es decir, aplicar la estrategia agregar-trasladar).

Si bien cuando se trabaja con matrices de transferencia las operaciones de trasladar y agregar son habitualmente conmutativas y pueden ser planteadas en cualquier orden, en este caso concreto, debido a la naturaleza dinámica del fenómeno a estudiar, la conmutatividad de tales operaciones no se mantiene. Para que tal propiedad se conservase, sería preciso disponer de la matriz de transferencia correspondiente a cada trimestre y aplicar en cada período la que correspondiese. En tal sentido, cabe esperar que la aplicación de la estrategia agregar-trasladar produzca algunas desviaciones (especialmente a medida que nos alejamos del período de referencia de 2008) respecto de los valores que se habrían obtenido si se hubiese

² INE (2009b), http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/matriz_conversion_retro0009.xls

³ INE (2008a), http://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/cnae93rev1_cnae2009.xls

⁴ http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa_retro0009.xls

⁵ INE (2009a), http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/nota_epa_retro0009.pdf

⁶ Las cifras que ofrece el IVE en su página web no están disponibles a tal nivel de detalle, por lo que la estrategia trasladar-agregar recomendada por el INE no puede ser aplicada directamente en el caso de la Comunidad Valenciana. Gracias a la colaboración de los responsables del Servicio de Estadísticas Económicas, Demográficas y Sociales del IVE, no obstante, sí fue posible seguir, sin coste económico adicional, la recomendación del INE para las series de ocupados.

podido seguir la estrategia trasladar-agregar del INE. A pesar de lo anterior, la dificultad (si no imposibilidad) que existe en multitud de situaciones de aplicar el procedimiento recomendado provoca que la cuestión relevante se trasponga a evaluar la validez y limitaciones de la estrategia agregar-trasladar. Tal cuestión se aborda en el epígrafe cuarto: “¿Agregar y trasladar o trasladar y agregar?”.

En aras de la completitud, no obstante, es preciso notar también que la estrategia recomendada trasladar-agregar no está libre de problemas ya que como consecuencia de la creciente necesidad de comparación internacional y de adecuación a las nuevas realidades económicas no existe una correspondencia biunívoca ni a nivel de clases ni de secciones entre ambas clasificaciones. Como el propio INE (2009a) señala: “*la correspondencia entre ambas clasificaciones, para aquellas agrupaciones en las que no existe identidad conceptual en su contenido (es decir, cuando la correspondencia no es biunívoca), tiende a ser menos robusta cuanto más se separa del periodo en el que la doble codificación ha sido realizada (año 2008 en este caso), ya que la propia estructura de actividad de la economía española es dinámica.*” A priori, por tanto, cabrá esperar mayores discrepancias en aquellas agrupaciones en las que más cambios se hayan producido⁷. A modo de resumen cuantitativo se puede indicar que la CNAE-93 consta de 512 clases de las cuales 277 se subdividen en 2 o más clases de la CNAE-2009; mientras que la CNAE-2009 está compuesta por 629 clases, de las cuales 274 participan de 2 o más clases de la CNAE-93 (INE, 2008b). A grandes rasgos se puede indicar que la CNAE-2009 ha aumentado el nivel de detalle con el objetivo de recoger la mayor importancia que la sociedad ha dado a las actividades relacionadas con el medio ambiente y con la finalidad de capturar mejor el impacto que tienen las actividades relacionadas con las nuevas tecnologías, especialmente internet. De ahí que, como se mostrará en epígrafes posteriores, sea, por ejemplo, en la agrupación J “*Información y Comunicación*” donde se observen algunas de las mayores discrepancias al pasar de una a otra CNAE.

Para colapsar las matrices, estas deben venir expresadas en valores absolutos o en tanto por uno (que la suma de todos los coeficientes de la matriz sea unitario). Las matrices elaboradas y puestas a disposición del público por el INE, sin embargo, se ofrecen *fila estandarizadas* (la suma de los coeficientes de cada fila es la unidad⁸), lo que dificulta el proceso de agregación, aunque en contrapartida permite una fácil interpretación de los coeficientes. En concreto, en su expresión fila estandarizada el valor a_{ij} de una matriz es interpretado como el porcentaje de individuos clasificados en la categoría i -ésima en la clasificación de origen que son reclasificados en la categoría j -ésima en la clasificación de destino.

Afortunadamente, sin embargo, el INE ofrece también el peso relativo que tiene, en cada clasificación, cada una de las divisiones a dos dígitos, permitiendo con ello que se puedan transformar las matrices fila estandarizadas en matrices de coeficientes de suma global unitaria. En concreto, si denotamos por ω_i al peso, en tanto por uno, correspondiente a la i -ésima división a dos dígitos de la clasificación de origen y por $\mathbf{A} = (a_{ij})$ a la matriz fila estandarizada (en tanto por uno) que permite pasar

⁷ En <http://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/cnae2009.pdf> se puede consultar un resumen gráfico de la correspondencia entre secciones.

⁸ En realidad se ofrecen en tanto por cien, por lo que la suma de las filas es 100.

de la clasificación de origen a la de destino, la matriz de coeficientes, **C**, se obtendría mediante $\mathbf{C} = (a_{ij} * \omega_i)$.

Para hacer más ágil la exposición, a partir de este momento representaremos mediante:

- $\mathbf{A}_{n \times m}$ a la matriz fila estandarizada de orden $n \times m$ que permite pasar las cifras de CNAE-1993 a CNAE-2009;
- $\mathbf{B}_{m \times n}$ a la matriz fila estandarizada de orden $m \times n$ que permite pasar las cifras de CNAE-2009 a CNAE-1993;
- $\mathbf{C}_{n \times m}$ a la matriz de coeficientes (de suma global unitaria) de orden $n \times m$ que permite pasar las cifras de CNAE-1993 a CNAE-2009;
- $\mathbf{D}_{m \times n}$ a la matriz de coeficientes (de suma global unitaria) de orden $m \times n$ que permite pasar las cifras de CNAE-2009 a CNAE-1993;
- $\omega_{1 \times 60}$ al vector columna de orden 1×60 de ponderaciones de las divisiones a dos dígitos en la CNAE-1993; y,
- $\varpi_{1 \times 88}$ al vector de orden 1×88 de ponderaciones de las divisiones a dos dígitos en la CNAE-2009.

De forma que, con la notación anterior, para obtener las matrices de coeficientes entre divisiones no hay más que calcular:

$$\mathbf{C}_{60 \times 88} = (\mathbf{i}_{88} \otimes \omega_{1 \times 60}) \cdot * \mathbf{A}_{60 \times 88}$$

$$\mathbf{D}_{88 \times 60} = (\mathbf{i}_{60} \otimes \varpi_{1 \times 88}) \cdot * \mathbf{B}_{88 \times 60}$$

donde \mathbf{i}_{60} e \mathbf{i}_{88} son vectores fila de unos de órdenes respectivos 60 y 88, \otimes es el símbolo del producto de Kronecker y “.” denota el producto de matrices elemento a elemento.

Teóricamente, se debería verificar que para todos los órdenes la traspuesta de $\mathbf{C}_{n \times m}$ fuese igual a $\mathbf{D}_{m \times n}$. Es decir, que, por ejemplo, $(\mathbf{C}_{60 \times 88})^T = \mathbf{D}_{88 \times 60}$. Sin embargo, debido al hecho de que las matrices y los vectores de ponderaciones ofrecidos por el INE aparecen con solo seis decimales (en tanto por uno) y no con todos los dígitos significativos, los errores de redondeo que esto introduce provoca que no se verifique la igualdad teórica. La diferencia máxima entre los coeficientes de las matrices $(\mathbf{C}_{60 \times 88})^T$ y $\mathbf{D}_{88 \times 60}$ es, sin embargo, de escasa cuantía. En concreto, en valor absoluto, la diferencia máxima es de $7.3486 * 10^{-7}$, lo que equivale a una desviación, en el coeficiente correspondiente, de poco más del 0.02%. Así, se ha optado por utilizar (y colapsar) la matriz $\mathbf{C}_{60 \times 88}$ para pasar los valores clasificados en CNAE-1993 a CNAE-2009 y la matriz $\mathbf{D}_{88 \times 60}$ para pasar de CNAE-2009 a CNAE-1993. Esta decisión implica que si los valores observados para un trimestre se pasasen primero de CNAE-1993 a CNAE-2009 y, posteriormente, se volviesen a pasar a CNAE-1993 se producirían pequeñas (insignificantes) desviaciones comparándolos con los valores originales.

Una vez construidas las matrices de transferencia a nivel de división ($\mathbf{C}_{60 \times 88}$ y $\mathbf{D}_{88 \times 60}$), se calcularon las correspondientes matrices de paso a nivel de rama de actividad y de sector. Para ello se construyeron oportunas matrices de diseño que permiten agregar los coeficientes de las matrices que corresponden a una misma rama (o sector). En concreto, empleando los datos de la Tabla A.I (Anexo I), que detallan las

divisiones a dos dígitos que pertenecen en la clasificación CNAE-1993 a cada una de las ramas de actividad utilizadas por el IVE en sus publicaciones sobre la EPA, y la información de la Tabla A.II, que concreta las divisiones a dos dígitos que integran cada una de las ramas de actividad en la clasificación CNAE-2009 se construyeron las matrices $\mathbf{M}_{15 \times 60}$ y $\mathbf{N}_{17 \times 80}$, que permiten colapsar, agregando adecuadamente, las matrices a dos dígitos a matrices por ramas de actividad. En concreto, utilizando la ordenaciones obvias que se derivan de las Tablas A.I y A.II para las ramas de actividad, se definieron los coeficientes m_{ij} y n_{ij} de las matrices $\mathbf{M}_{15 \times 60} = (m_{ij})$ y $\mathbf{N}_{17 \times 88} = (n_{ij})$ como: $m_{ij} = 1$ si la j -ésima división de la clasificación CNAE-1993 pertenece a la rama i -ésima y $m_{ij} = 0$ en otro caso; y $n_{ij} = 1$ si la j -ésima división de la clasificación CNAE-2009 pertenece a la rama i -ésima y $n_{ij} = 0$ en otro caso.

Con las definiciones anteriores, las matrices de transferencia de coeficientes entre ramas de actividad ($\mathbf{C}_{15 \times 17}$ y $\mathbf{D}_{17 \times 15}$) se obtuvieron fácilmente a través del siguiente producto de matrices:

$$\mathbf{C}_{15 \times 17} = \mathbf{M}_{15 \times 60} \mathbf{C}_{60 \times 88} (\mathbf{N}_{17 \times 88})^T$$

$$\mathbf{D}_{17 \times 15} = \mathbf{N}_{17 \times 88} \mathbf{D}_{88 \times 60} (\mathbf{M}_{15 \times 60})^T$$

A partir de las matrices por ramas de actividad se obtuvieron las matrices por sectores agregando adecuadamente las ramas de actividad. En concreto, teniendo en cuenta que con la clasificación CNAE-1993 las ramas se agrupan en A+B, C+D+E, F y G+...+T y que con la clasificación CNAE-2009 se agrupan en A, B+D+E+C, F y G+...+T, se construyeron, empleando la lógica descrita para la elaboración de \mathbf{M} y \mathbf{N} , nuevas matrices de diseño $\mathbf{P}_{4 \times 15}$ y $\mathbf{Q}_{4 \times 17}$, de donde se derivaron las matrices de coeficientes de paso por sectores:

$$\mathbf{C}_{4 \times 4} = \mathbf{P}_{4 \times 15} \mathbf{C}_{15 \times 17} (\mathbf{Q}_{4 \times 17})^T$$

$$\mathbf{D}_{4 \times 4} = \mathbf{Q}_{4 \times 17} \mathbf{D}_{17 \times 15} (\mathbf{P}_{4 \times 15})^T$$

Finalmente, y a partir de las matrices anteriores, se obtuvieron las correspondientes matrices, $\mathbf{A}_{15 \times 17}$ y $\mathbf{A}_{4 \times 4}$ y $\mathbf{B}_{17 \times 15}$ y $\mathbf{B}_{4 \times 4}$, fila estandarizadas. A modo de ejemplo, en las Tablas I y II se ofrece, en tanto por cien, las matrices de transferencia $\mathbf{A}_{4 \times 4}$ y $\mathbf{B}_{4 \times 4}$ obtenidas. De los coeficientes obtenidos se deduce, por ejemplo, que al 6.83% de los ocupados que son clasificados en el sector Agrícola en la CNAE-1993 corresponde clasificarlos en la CNAE-2009 en el sector Servicios.

Tabla I. Matriz de transferencia (fila estandarizada) entre clasificaciones CNAE-1993 y CNAE-2009 para los principales sectores económicos, $\mathbf{A}_{4 \times 4}$.

CNAE-1993	CNAE-2009			
	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios
Agricultura	93.1559	0.0117	0.0000	6.8324
Industria	0.0000	97.0984	0.0917	2.8099
Construcción	0.0000	0.0000	99.9363	0.0637
Servicios	0.0003	0.5025	0.3335	99.1637

Fuente: elaboración propia a partir de INE (2009b). Nota: coeficientes en porcentaje.

Tabla II. Matriz de transferencia (fila estandarizada) entre clasificaciones CNAE-2009 y CNAE-1993 para los principales sectores económicos, $\mathbf{B}_{4 \times 4}$.

CNAE-1993	CNAE-2009			
	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios
Agricultura	99.9947	0.0000	0.0000	0.0053
Industria	0.0032	97.8373	0.0000	2.1595
Construcción	0.0000	0.1205	98.0106	1.8689
Servicios	0.4356	0.6570	0.0111	98.8963

Fuente: elaboración propia a partir de INE (2009b). Nota: coeficientes en porcentaje.

3. Matrices de transferencia de la Comunidad Valenciana

El INE recomienda utilizar las matrices de transferencia de España (construidas con las respuestas recogidas en la EPA para el conjunto del país) para pasar los datos entre clasificaciones. Esto permite que la herramienta utilizada en todos los casos sea la misma y que, en tal sentido, las series que pueden corresponder a diferentes ámbitos geográficos sean comparables. No es menos cierto, sin embargo, que la estructura del mercado de trabajo varía en el espacio (y también en el tiempo⁹) por lo que la aplicación de una matriz fija, la de España, a todos los territorios podría provocar importantes desviaciones sobre lo que deberían haber sido los valores realmente observados. El sesgo que este hecho puede introducir tendría escaso significado económico y únicamente respondería a la circunstancia de haber utilizado una estructura de reparto que no se ajusta adecuadamente a la estructura subyacente de las series estudiadas.

Para poder valorar cuál sería el impacto de utilizar la estrategia recomendada por el INE a los datos de la Comunidad Valenciana sería preciso construir una matriz de transferencia propia y analizar si las diferencias que se obtienen son o no significativas. En este apartado, se aborda la tarea de la construcción de tal matriz. Utilizando los microdatos de la base de datos depurada de las oleadas de la EPA de 2008 correspondientes al ámbito de la Comunidad Valenciana se construyó, replicando la metodología seguida por el INE para construir la matriz de España, una matriz de transferencia propia de la Comunidad Valenciana y se enlazaron las series utilizando tal matriz.

En concreto, para el cálculo de las matrices de coeficientes ${}_{CV}C_{n \times m}$ (y ${}_{CV}D_{n \times m}$) de la Comunidad Valenciana se construyeron las matrices de factores de elevación acumulados, $(FE)_{88 \times 60}$, $(FE)_{17 \times 15}$ y $(FE)_{4 \times 4}$, utilizando la correspondencia entre las clases en CNAE-2009 y en CNAE-1993 (y por trasposición de CNAE-1993 a CNAE-2009). El cálculo de los elementos de estas matrices no es complejo, aunque debido al elevado número de observaciones que hubo que tratar (más de 24 mil) se realizó de forma automática mediante un *software ad-hoc*. En concreto, denotando por $FE_{k, 88 \times 60} = (fe_{ij})_{k, 88 \times 60}$ a la matriz obtenida con factores de elevación en el trimestre k-ésimo para el paso entre divisiones de CNAE-2009 a CNAE-1993 (donde $(fe_{ij})_{k, 88 \times 60}$ representa la suma

⁹ Como se comentó previamente, el fenómeno estudiado es dinámico, lo que provoca que las operaciones de agregar y trasladar no sean conmutativas. En este caso, sin embargo, la variación en el tiempo será menos intensa que en el espacio. Es decir, entre dos trimestres (años) consecutivos los cambios en la estructura del mercado de trabajo de un territorio varía, por término medio, menos de lo que varía la estructura de trabajo entre territorios en un mismo periodo temporal.

de todos los factores de elevación correspondientes a la equivalencia entre la clase i en CNAE-2009 y la clase j en CNAE-1993, para los datos correspondientes al trimestre k), se tiene que una vez obtenidas las matrices $FE_{k,88 \times 60}$ y $FE_{k,60 \times 80}$, para $k=1,2,3$ y 4 ,¹⁰ se obtuvieron las matrices $FE_{k,17 \times 15}$ y $FE_{k,4 \times 4}$ (y $FE_{k,15 \times 17}$ y $FE_{k,4 \times 4}$), y de ahí, por agregación, las matrices anuales $FE_{a,n \times m}$, cuyo coeficiente genérico (i,j) es:

$$(fe_{ij})_{a,n \times m} = \sum_k (fe_{ij})_{k,n \times m}$$

La información obtenida en estas matrices $FE_{a,n \times m}$ es la que permite el cálculo de las matrices de coeficientes (${}_{CV}C_{n \times m}$ y ${}_{CV}D_{m \times n}$) y fila estandarizadas (${}_{CV}A_{n \times m}$ y ${}_{CV}B_{m \times n}$) de la Comunidad Valenciana. Para la obtención de las matrices de coeficientes no hay más que dividir cada elemento de la matriz correspondiente $FE_{a,n \times m}$ por la suma total de todos sus elementos; mientras que para obtener las matrices fila estandarizadas basta con dividir cada elemento por la suma total de los elementos de su misma fila.

4. ¿Agregar y trasladar o trasladar y agregar?

El Instituto Nacional de Estadística (INE) construye la matriz de transferencia entre clasificaciones CNAEs a partir de las divisiones a dos dígitos (60 en el caso de la CNAE-1993 y 88 para la CNAE-2009) y recomienda construir los valores correspondientes a la variable de interés a partir de trasladar primero las cifras de las divisiones a dos dígitos que lo componen, para en segunda etapa obtener por agregación los valores de la variable de interés.

En concreto, imaginemos que x_{93} representa el vector 4×1 de valores observados para, por ejemplo, el número de ocupados en agricultura, industria, construcción y servicios en el segundo trimestre de 2006 con la clasificación CNAE-1993 y denotemos por y_{93} al vector 60×1 del número de ocupados registrados, también en el segundo trimestre de 2006, para las 60 divisiones de la clasificación CNAE-1993.¹¹ En estas condiciones la recomendación del INE para obtener los valores en la clasificación CNAE-2009 que corresponderían a x_{93} , que notaremos como x_{09} , consiste en obtener en primer lugar (utilizando la matriz de paso a nivel de divisiones) el vector 88×1 , y_{09} , del número de ocupados para las 88 divisiones de la clasificación CNAE-2009 y de ahí, agregando, obtener el vector 4×1 x_{09} . Lo que, si utilizamos la notación matricial introducida en la sección segunda, se expresaría mediante:

$$x_{09} = Q_{4 \times 17} N_{17 \times 88} y_{09} = Q_{4 \times 17} N_{17 \times 88} A_{88 \times 60} y_{93}$$

El problema estriba en que los valores correspondientes a divisiones no suelen estar disponibles (como ocurre con los valores publicados en la página web del IVE), por lo que salvo que se haga una explotación a medida de los ficheros de microdatos que dieron origen a las series publicadas, tales variables no podrían ser trasladadas utilizando la metodología recomendada por el INE. En esta tesitura, el analista puede optar, como se indicó en la sección segunda, por aproximar sus series colapsando las matrices de transferencia y trasladando las series ya agregadas. Es decir, por aplicar, para el ejemplo del párrafo previo, la solución:

$$x_{09} = B_{4 \times 4} x_{93} = B_{4 \times 4} P_{4 \times 15} N_{15 \times 60} y_{93}$$

¹⁰ Aunque estas matrices son traspuestas, el cálculo se realizó de forma independiente para reducir las posibilidades de error en el programa construido.

¹¹ Es decir, se verifica que $x_{93} = P_{4 \times 15} N_{15 \times 60} y_{93}$.

Si para cada trimestre fuese obtenida y aplicada la matriz de transferencia que correspondiese a ese trimestre, ambas estrategias serían equivalentes y originarían las mismas soluciones. La cuestión aquí es que se utiliza una matriz fija (la obtenida como media de los trimestres de 2008) y, por consiguiente, ambas aproximaciones generan soluciones diferentes. Ahora bien, ¿hasta qué punto son diferentes las soluciones?, ¿son preocupantes las diferencias?, ¿son significativas las diferencias de seguir una u otra estrategia?, ¿pueden ser consideradas como 'válidas' las soluciones aproximadas obtenidas aplicando la estrategia agregar-trasladar? Es más, considerando que los datos observados, al haber sido obtenidos mediante una encuesta, son ya una aproximación a la evolución real subyacente del fenómeno, cabría preguntarse: ¿Cambian los perfiles cíclicos y los puntos de giro de las series?

Afortunadamente, gracias a la explotación de los ficheros de microdatos históricos de las series de ocupados publicadas en la web de IVE, en el presente estudio ha sido posible ofrecer algunas respuestas a las preguntas anteriores. En concreto, para el período 1999.I-2008.IV, las 17 series de ocupados por rama de actividad de la Comunidad Valenciana y las 4 series de ocupados por sector y ámbito geográfico (Comunidad Valenciana, Alicante, Castellón y Valencia) en la clasificación CNAE-1993 fueron trasladadas a CNAE-2009 utilizando ambas estrategias. En total, por tanto, se dispone de 33 series (17+16) para la comparación, para las cuales además hay disponibles tres conjuntos de estimaciones para 2008 (el que se observó clasificando directamente los microdatos en CNAE-2009 y los dos obtenidos trasladando desde CNAE-1993 las series agregadas y por divisiones).

Prestando especial atención a las diferencias para las series del ámbito de la Comunidad Valenciana, en primer término se compararán las series en niveles y a continuación se realizará un análisis de los perfiles cíclicos y los puntos de giro que dibujan. En todo caso, y como referente, se utilizarán las series obtenidas tras aplicar la estrategia trasladar-agregar, ya que es la recomendada por el INE. Asimismo, y para completar los análisis, se compararán los niveles de los valores realmente observados en 2008 en CNAE-2009 con los correspondientes valores trasladados.

4.1. Comparación en niveles

A fin de hacer un análisis más sistemático, en primer término se realizarán los análisis por ramas de actividad para, posteriormente, abordar el estudio por sectores. Dentro de cada grupo, además, primero se realizarán las comparaciones entre las series recodificadas, para finalmente comparar ambos conjuntos de valores con las observaciones directas recolectadas en 2008.

En todo este subapartado, no obstante, se ha utilizado un mismo estadístico de comparación: la diferencia absoluta relativa en porcentaje, D_r ; la cual, si notamos por x al valor de referencia y por y al valor asociado de comparación, se ha calculado para cada trimestre y variable mediante:

$$D_r = 100 \frac{|x - y|}{x}$$

Medias anuales y globales se han calculado de los valores logrados para el estadístico D_r para realizar los análisis.

4.1.1. Ramas de actividad

En la Tabla III se ofrecen los valores medios (anuales y globales) de las diferencias relativas en valor absoluto de los valores obtenidos, para cada una de las 17 series de ocupados de la Comunidad Valenciana por ramas de actividad. Las mayores diferencias se localizan en las ramas B+D+E, J y L (ver el Anexo I, para una descripción de las ramas), siendo asimismo destacables las diferencias que se observan para las ramas C, M, N y R+S+U. Aunque en general las mayores diferencias relativas se producen para las ramas que en niveles tienen menor tamaño y, por tanto, presentan una mayor desviación relativa para una misma diferencia absoluta, lo cierto es que a la luz de las cifras anteriores, ambas estrategias no parecen equivalentes a nivel de rama de actividad, especialmente para las ramas B+D+E, J y L. Se ha de notar, no obstante, que una parte de estas diferencias son consecuencia directa de las diferentes estructuras productivas que tienen la Comunidad Valenciana y España. De hecho, estas tres ramas destacan por estar entre aquellas donde las diferencias de estructura son más evidentes (ver la sección 5). Las diferencias en todo caso son notables ya que además coincide que estas son algunas de las agrupaciones en las que más se han concentrado los cambios entre clasificaciones (INE, 2009c).

Tabla III. Diferencias relativas en valor absoluto entre las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana por ramas de actividad.

Rama	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Global
A	0.38	0.17	0.06	0.08	0.12	0.25	0.27	0.12	0.17	0.27	0.19
B+D+E	27.72	32.09	37.84	26.94	14.52	22.02	10.50	7.25	28.78	22.03	22.97
C	3.06	3.55	3.38	3.55	3.71	3.28	2.97	2.38	2.88	2.90	3.17
F	0.14	0.17	0.16	0.06	0.11	0.64	1.09	0.52	0.37	0.33	0.36
G	0.16	0.21	0.19	0.21	0.15	0.15	0.10	0.14	0.10	0.06	0.15
H	2.88	2.71	1.61	3.12	4.59	2.62	2.99	1.23	4.32	5.03	3.11
I	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
J	37.81	41.28	39.64	61.02	64.33	47.26	28.24	17.47	37.79	38.18	41.30
K	0.05	0.07	0.06	0.02	0.05	0.09	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05
L	9.71	12.25	12.25	4.55	8.61	31.75	44.67	28.13	23.42	16.57	19.19
M	2.41	2.15	2.79	2.43	3.49	2.67	7.41	4.15	1.40	1.36	3.03
N	1.34	7.12	5.36	8.71	7.82	1.52	4.52	0.73	5.08	3.06	4.52
O	0.03	0.04	0.06	0.04	0.02	0.03	0.01	0.04	0.04	0.03	0.03
P	0.05	0.03	0.09	0.06	0.07	0.06	0.08	0.04	0.04	0.04	0.05
Q	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
R+S+U	1.23	3.73	1.10	3.00	6.31	1.70	5.94	3.40	2.93	2.46	3.18
T	0.06	0.06	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04

Fuente: elaboración propia.

La estrategia recomendada por el INE, sin embargo, tampoco es una panacea. Como se puede deducir fácilmente observando los resultados presentados en la Tabla IV, donde se comparan los valores trasladados utilizando cada una de las estrategias (trasladar-agregar y agregar-trasladar) con las cifras efectivamente recogidas en la EPA durante 2008 en CNAE-2009. Especialmente significativas son las diferencias que se obtienen de nuevo, incluso aplicando la estrategia recomendada por el INE, para las

ramas J, L y B+D+E. En todo caso, no obstante, se puede afirmar que con carácter general y a nivel de rama de actividad es preferible utilizar la estrategia trasladar-agregar recomendada por el INE a la alternativa agregar-trasladar.

Tabla IV. Diferencias relativas en valor absoluto, para las series de ocupados de la Comunidad Valencia, de los valores obtenidos tras aplicar las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar con cifras recolectadas en la EPA.

Rama	Error relativo de series obtenidas con estrategia trasladar-agregar (INE)					Error relativo de series obtenidas con estrategia agregar-trasladar				
	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008
A	3.96	3.30	1.27	1.94	2.62	4.30	3.56	1.33	2.38	2.89
B+D+E	5.64	5.10	3.19	3.43	4.34	31.52	26.96	19.24	15.53	23.31
C	1.31	0.77	0.36	0.30	0.68	4.17	3.50	3.37	3.23	3.57
F	1.36	1.29	0.43	0.84	0.98	1.54	1.35	0.76	1.58	1.31
G	0.76	0.09	0.24	0.62	0.43	0.84	0.14	0.24	0.73	0.49
H	2.11	3.94	3.48	5.02	3.64	6.06	7.89	9.76	10.19	8.48
I	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J	22.11	12.25	20.35	26.08	20.20	62.70	45.71	73.69	83.27	66.34
K	0.38	0.45	0.56	0.47	0.46	0.42	0.47	0.65	0.44	0.49
L	20.24	22.09	0.95	4.81	12.02	5.97	15.29	19.68	33.30	18.56
M	2.60	0.42	5.51	9.03	4.39	3.58	1.77	3.13	8.14	4.15
N	1.15	0.80	4.58	6.17	3.17	4.98	6.18	6.53	7.00	6.17
O	0.07	0.03	0.09	0.32	0.13	0.07	0.07	0.07	0.35	0.14
P	1.02	0.42	0.44	1.10	0.75	1.02	0.40	0.36	1.14	0.73
Q	1.09	1.32	0.94	0.58	0.98	1.09	1.35	0.91	0.56	0.98
R+S+U	3.56	0.74	1.28	0.28	1.46	6.20	4.09	0.94	1.41	3.16
T	0.03	0.05	0.02	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Sectores

Si la comparación por ramas de actividad deja clara que la aproximación agregar-trasladar no representa, en general, una alternativa suficientemente adecuada para estimar los valores en niveles, el panorama es muy diferente a nivel de sector. En efecto, observando los resultados mostrados en la Tabla V –donde se presentan, por sectores y para los tres ámbitos provinciales más el agregado regional, un resumen de las diferencias obtenidas (medidas a través del estadístico D_r) en el número de ocupados recodificados de CNAE-1993 a CNAE-2009– se deduce claramente que las diferencias por sectores no son muy importantes, ya que, salvo en el caso de la industria, todas ellas se mueven con discrepancias por debajo del 1% (inferiores a los niveles de error de estimación que suelen ser habituales en las encuestas). En general, por tanto, podemos considerar que a nivel de sector la estrategia aproximada (agregar-trasladar) y la estrategia recomendada por el INE (trasladar-agregar) son básicamente equivalentes. Es más, dado que la base para el cálculo de la matriz de transferencia son los valores de ocupados, pues como señala el INE se ha realizado “*tabulando la actividad principal del total de ocupados al nivel de divisiones (códigos de dos dígitos) de ambas clasificaciones*”, lo lógico es que este resultado pudiera ser extrapolado para el resto de variables publicadas.

Tabla V. Diferencias relativas en valor absoluto entre las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana por sectores.

Sector	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Global
Alicante											
Agricultura	0.36	0.28	0.18	0.14	0.24	0.51	0.50	0.11	0.30	0.36	0.30
Industria	2.45	2.63	1.18	1.10	3.16	2.43	2.65	1.97	0.85	1.18	1.96
Construcción	0.70	0.32	0.29	0.34	0.28	1.67	2.71	1.08	0.64	0.93	0.89
Servicios	1.06	0.99	0.41	0.41	1.19	1.17	1.44	0.85	0.39	0.44	0.84
Castellón											
Agricultura	0.39	0.37	0.57	0.61	0.12	0.28	0.21	0.34	0.30	0.29	0.35
Industria	2.13	1.94	1.24	1.31	2.43	2.98	1.34	1.30	1.59	2.08	1.83
Construcción	1.00	0.67	0.14	0.32	0.48	0.35	0.43	0.26	0.17	0.21	0.40
Servicios	1.03	1.04	0.88	0.90	1.42	1.85	0.62	0.65	0.74	0.82	1.00
Valencia											
Agricultura	0.39	0.46	0.32	0.21	0.16	0.37	0.42	0.22	0.26	0.68	0.35
Industria	0.58	0.25	0.50	1.33	1.51	0.35	1.40	1.20	0.99	0.88	0.90
Construcción	1.06	0.92	0.60	0.34	0.73	0.60	0.08	0.16	0.15	0.29	0.49
Servicios	0.43	0.17	0.16	0.37	0.36	0.15	0.42	0.38	0.27	0.17	0.29
Comunidad Valenciana											
Agricultura	0.38	0.17	0.06	0.08	0.12	0.26	0.27	0.12	0.17	0.27	0.19
Industria	0.90	1.23	0.78	1.24	2.20	1.32	1.77	1.47	1.04	1.16	1.31
Construcción	0.44	0.67	0.41	0.28	0.34	0.41	0.91	0.35	0.23	0.23	0.43
Servicios	0.25	0.35	0.22	0.43	0.74	0.53	0.79	0.58	0.36	0.34	0.46

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, analizando ahora las diferencias de los valores recodificados con los registrados en la encuesta con clasificación CNAE-2009 para 2008, ver la Tabla VI, se puede afirmar que, en general, las soluciones obtenidas siguiendo la estrategia del INE (trasladar-agregar) son ligeramente más próximas a los valores observados que las obtenidas con la aproximación agregar-trasladar; empero, ninguna solución es plenamente satisfactoria pues todavía existen diferencias, que, en este caso, se concentran principalmente en la agricultura (especialmente para la provincia de Alicante). En cualquier caso, no obstante, se puede considerar que en términos globales las soluciones se aproximan bastante a los valores estimados directamente a partir de las respuestas en la EPA.

4.2. Comparación cíclica

El análisis en niveles realizado en el subapartado anterior ha conducido a dos conclusiones básicas: (i) a nivel de ramas de actividad las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar no son, en general, equivalentes y pueden conducir a diferencias significativas en niveles; sin embargo, (ii) por sectores ambas soluciones muestran resultados bastante parecidos, ya que las distancias de los resultados que se obtienen siguiendo cada estrategia no son muy apreciables. Las series de EPA, sin embargo, están sujetas a error (muestral y no muestral) ya que son estimaciones que se obtienen a partir de datos de encuesta, por lo que los valores concretos constituyen un indicador más que una medición exacta del verdadero valor que toma la variable; siendo esto especialmente cierto cuando lo que se pretende es realizar un seguimiento

coyuntural de la evolución del mercado de trabajo. La existencia de ciertas desviaciones entre valores trasladados y publicados, por tanto, no invalida necesariamente el proceso que se haya podido seguir. Desde ese punto de vista, en consecuencia, sería interesante analizar si las evoluciones que dibujan las series trasladadas con una y otra estrategia son similares o si, por el contrario, presentan diferencias significativas que impliquen que se obtienen perfiles cíclicos diferentes dependiendo de la estrategia utilizada.

Tabla VI. Diferencias relativas en valor absoluto respecto a las cifras recolectadas en EPA, para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana y sus tres provincias, de los valores obtenidos tras aplicar las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar.

Sector	Error relativo de series obtenidas con estrategia trasladar-agregar (INE)					Error relativo de series obtenidas con estrategia agregar-trasladar				
	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008
	Alicante					Alicante				
Agricultura	19.45	7.64	2.75	4.76	8.65	19.38	7.46	1.98	5.26	8.52
Industria	0.36	1.03	1.09	0.72	0.80	1.67	0.45	0.20	1.75	1.02
Construcción	0.60	0.63	2.05	2.22	1.38	0.65	0.41	0.96	0.22	0.56
Servicios	0.50	0.46	0.78	0.43	0.54	0.14	0.11	0.32	0.14	0.18
	Castellón					Castellón				
Agricultura	1.36	1.03	1.11	1.92	1.35	1.76	0.94	1.50	1.62	1.45
Industria	0.38	0.27	0.16	1.19	0.50	1.65	2.27	2.59	1.46	1.99
Construcción	1.15	0.17	2.56	2.63	1.63	0.75	0.06	2.31	2.58	1.42
Servicios	0.32	0.24	0.73	0.20	0.37	0.72	1.04	1.76	1.27	1.20
	Valencia					Valencia				
Agricultura	4.11	1.90	0.59	0.61	1.80	3.55	2.62	1.26	1.37	2.20
Industria	1.53	1.32	1.60	0.96	1.35	2.12	2.07	2.66	2.03	2.22
Construcción	1.86	1.91	1.44	2.18	1.85	1.95	1.67	1.05	1.78	1.61
Servicios	1.04	0.73	0.78	0.66	0.80	1.20	0.87	0.97	0.85	0.98
	Comunidad Valenciana					Comunidad Valenciana				
Agricultura	3.96	3.30	1.27	1.94	2.62	4.30	3.56	1.33	2.38	2.90
Industria	0.96	0.40	0.56	0.54	0.62	1.88	1.56	1.79	1.85	1.77
Construcción	1.36	1.29	0.43	0.84	0.98	1.37	1.11	0.58	1.42	1.12
Servicios	0.41	0.25	0.19	0.20	0.26	0.67	0.54	0.57	0.63	0.60

Fuente: elaboración propia.

En la literatura económica, para analizar las similitudes y las sincronías entre los ciclos, se han venido utilizando distintos enfoques, como el estudio de las funciones de correlación cruzada o la comparación entre los puntos de giro que presentan las series a comparar. Debido a que en este trabajo no se desea analizar la sincronía-asincronía-desfase cíclico que presentan distintos conjuntos de series diferentes, sino que el objetivo es ver si dos *traslaciones* distintas de una misma variable dibujan la misma evolución cíclica, se ha optado por utilizar la segunda aproximación. Este procedimiento se centra en caracterizar los ciclos a través de sus fases de expansión y recesión, donde las fases del ciclo vendrán determinadas por los momentos concretos en los que la actividad económica cambia de signo: puntos de giro. Aunque, una vez caracterizados los ciclos, lo habitual es comparar las evoluciones cíclicas de las distintas

series examinando las duraciones y las amplitudes de las distintas fases¹²; en este caso, el análisis es más sencillo pues trabajamos con estimaciones (traslaciones) alternativas de una misma serie, por lo que bastará con estudiar si se detectan o no los mismos puntos de giro.

A pesar de la gran atención que ha recibido el estudio de los ciclos económicos en la literatura estadístico-económica, no parece existir, sin embargo, un consenso entre los estudiosos de la materia sobre (i) cuáles son los métodos que deben implementarse para obtener estimaciones fiables de la evolución cíclica de una serie, (ii) cómo debería definirse el ciclo y (iii) respecto al modo de medirlo. En este trabajo seguiremos la propuesta más extendida que admite que el ciclo de una serie se define a partir de las desviaciones que registra esta sobre su evolución subyacente. Por lo que, para estimar el ciclo, como punto de partida, se debe extraer de una serie su evolución subyacente; para, en segunda etapa, calcular las desviaciones o fluctuaciones que esta registra.¹³

En concreto y de acuerdo con la recomendación anterior, en este trabajo, para extraer la componente cíclica se han utilizado las tasas de variación interanuales de las señales de ciclo-tendencia de las series¹⁴. Señales que han sido obtenidas utilizando el programa TSW¹⁵ que implementa una metodología de extracción basada en la modelización ARIMA de la serie y en la asignación de las raíces asociadas a los polinomios al componente inobservado (tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregular) al que teóricamente corresponderían.

Para elaborar el fechado de la señal (es decir, para determinar los momentos o fechas concretas en las que se produce un cambio de fase en la señal cíclica), sin embargo, no pueden ser considerados todos los máximos y mínimos que dibuje la componente cíclica, ya que no todos ellos responden a la idea de cambios en la fase del ciclo¹⁶. Con el objetivo de eliminar estos ciclos espurios y, asimismo, garantizar ciclos de una duración adecuada, en la literatura se han propuesto varios criterios de identificación de puntos de giro¹⁷. Sin entrar en detalle de las distintas propuestas y en el grado de la arbitrariedad que acompaña a todas ellas, en este trabajo se ha considerado que para que un máximo o mínimo relativo pueda ser identificado como punto de giro se debe verificar que (i) la distancia entre dos puntos de giro del mismo signo (duración del ciclo) ha de ser superior a 15 meses (es decir, debe existir una distancia mínima de 6 trimestres), (ii) que al mismo tiempo que la distancia entre dos puntos de giro de distinto signo (duración de las fases) ha de ser superior a 5 meses (es decir, debe existir una distancia mínima de 2 trimestres), y que (iii) debe además existir entre dos puntos de giro del mismo signo un punto de giro de signo contrario.

¹² Véase, por ejemplo, Niemira y Klein (1994).

¹³ Véase, por ejemplo, Kaiser y Maravall (1999).

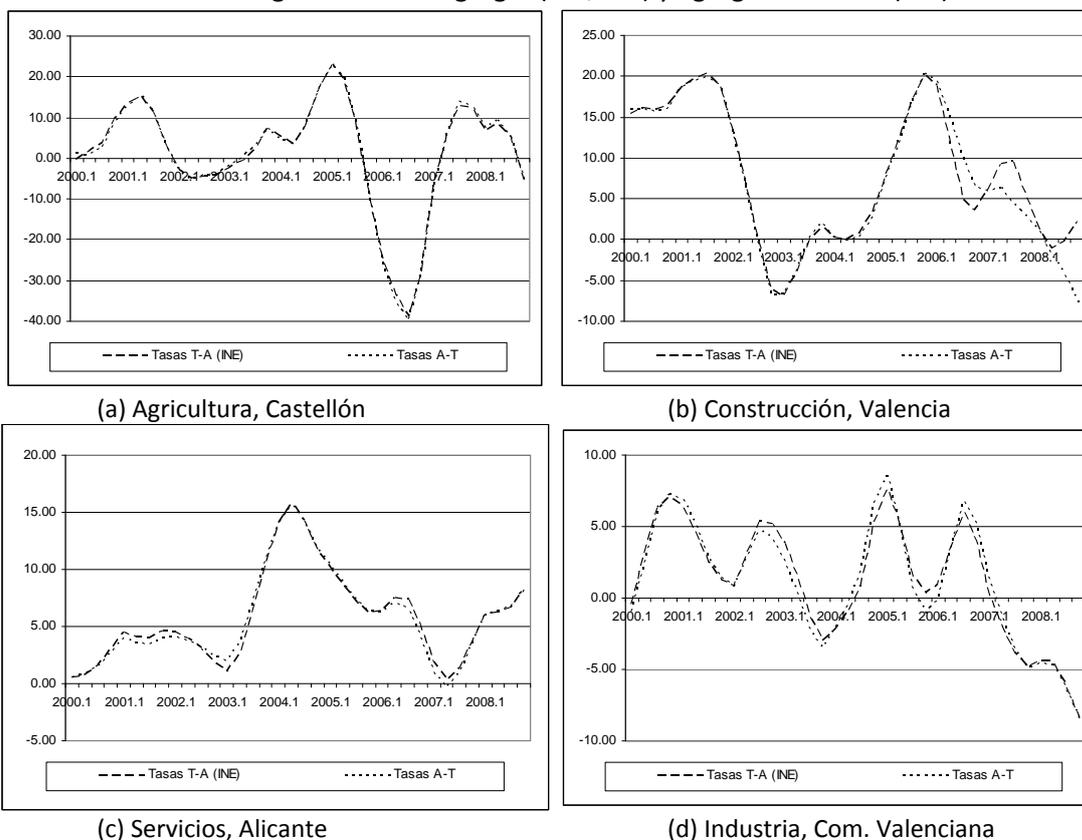
¹⁴ Aunque existen una gran variedad de procedimientos se ha optado por este por ser una de las formas más sencillas, intuitivas y extendidas de extraer el componente cíclico de una serie.

¹⁵ TRAMO-SEATS para Windows en su versión Beta 1.0.4, Rev. 136, de 16 de marzo de 2009, tras aplicar las opciones por defecto (con RSA=4) a las 33 series de ocupados recodificadas para el período 1999.I a 2008.IV.

¹⁶ Los filtros utilizados para extraer la señal cíclica no tienen capacidad para eliminar todos los puntos de giro espurios (máximos y mínimos inscritos en una clara trayectoria de aceleración o desaceleración) que se pueden detectar.

¹⁷ Véase, por ejemplo, Stekler (1991).

Figura 1. Ejemplo de comparaciones de evoluciones cíclicas (medidas en tasas de variación interanual sobre señales de ciclo-tendencia) de diversas series recodificadas utilizando las estrategias trasladar-agregar (T-A, INE) y agregar-trasladar (A-T).



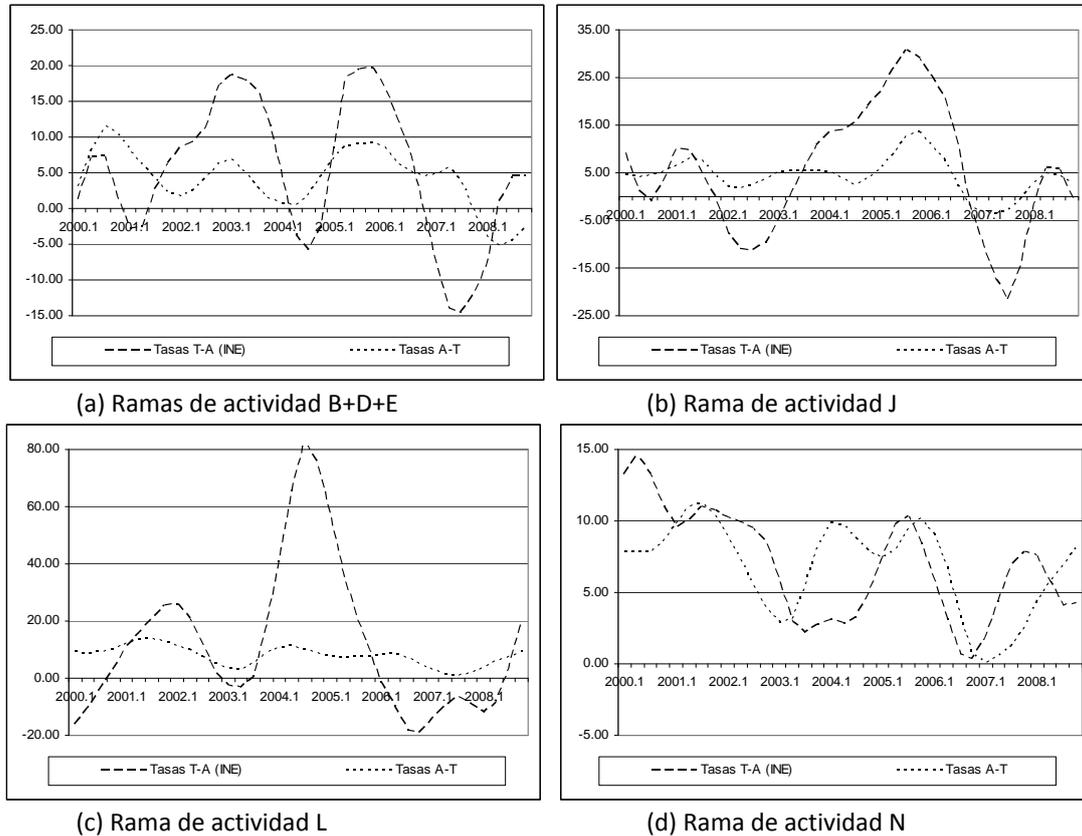
Las señales cíclicas de las series de ocupados sectoriales (agricultura, industria, construcción y servicios) obtenidas usando ambas estrategias (como ejemplo, en la Figura 1 se muestran las señales cíclicas de algunas de las series sectoriales recodificadas utilizando ambas estrategias) no presentan, en general, y como era de esperar tras las conclusiones alcanzadas en el epígrafe anterior, grandes diferencias. La excepción se encuentra en las evoluciones obtenidas para las series de construcción de Valencia, que divergen al final del período (ver la Figura 1b). Salvo para la serie anterior, todas las series¹⁸ muestran perfiles cíclicos muy similares y puntos de giro en los mismos instantes. Este resultado, sin duda, viene a confirmar y reforzar la conclusión de que a nivel sectorial ambas estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar son casi equivalentes.

Por otro lado, cuando el análisis se realiza sobre las señales cíclicas de las series por ramas de actividad las conclusiones son claramente diferentes. Si bien para la mayoría de ramas (A, C, F, G, I, K, O, P y Q) las señales cíclicas que se obtienen, con ambas estrategias, son indistinguibles y para otro grupo de ellas (H, M, R+S+U y T) son bastante similares, hay un conjunto de ramas (entre las que se encuentran las que mayores trasvases sufren en las clasificaciones de divisiones a dos dígitos) para las que

¹⁸ En el caso de las series de agricultura de Valencia también hay diferencias, pero estas son consecuencia del método de extracción empleado para obtener las componentes de ciclo-tendencia (que para la serie obtenida siguiendo la estrategia INE detecta un cambio de nivel). En todo caso, las señales obtenidas de las series de agricultura de Valencia logradas con ambas estrategias (agregar-trasladar y trasladar-agregar) son lineales, por lo que no tienen mayor interés.

las diferencias sí son destacables. Las mayores discrepancias se obtienen para las ramas B+D+E, L, J y N (ver la Figura 2). Llama la atención la inclusión de la rama N en este grupo, ya que las diferencias en niveles entre las series logradas con ambas estrategias no son especialmente grandes.

Figura 2. Ejemplo de comparaciones de evoluciones cíclicas (medidas en tasas de variación interanual sobre señales de ciclo-tendencia) de diversas ramas recodificadas utilizando las estrategias trasladar-agregar (T-A, INE) y agregar-trasladar (A-T).



A la vista de los resultados mostrados en la Figura 2, con carácter general se puede afirmar que la estrategia agregar-trasladar puede producir resultados sensiblemente diferentes a la estrategia recomendada por el INE y que, por tanto, no puede ser empleada como sustitutiva. No obstante lo anterior, para la mayoría de las ramas ambas estrategias (T-A y A-T) son perfectamente intercambiables e, incluso, para algunas ramas como la J (*Información y comunicaciones*) donde los perfiles cíclicos que se obtienen son claramente diferentes, se observa que ambas estrategias identificarían finalmente los puntos de giro en casi los mismos instantes temporales.

5. Comparación entre recodificación con matriz de España y de Comunidad Valenciana

El INE recomienda con carácter general utilizar la matriz de paso de España para trasladar de una a otra clasificación CNAE los valores observados. La matriz de transferencia de España, sin embargo, se calcula teniendo en cuenta las respuestas de las personas encuestadas para la elaboración de la EPA en toda España; por lo que, en buena medida, representará una media ponderada (con los pesos de las estructuras de los mercados laborales de cada región como ponderaciones) de las matrices de transferencia del conjunto de las Comunidades Autónomas (CCAA) y no reflejará, por

tanto, las características individuales que presente la estructura productiva de una región o provincia en particular. Consecuentemente, aunque la recomendación del INE presenta la ventaja de gozar de una mayor precisión en cuanto a los coeficientes de paso estimados (ya que están basados en mayores tamaños muestrales), presenta el inconveniente de que los valores que se obtienen tras su aplicación pueden estar sujetos a importantes desviaciones consecuencia de las obvias diferencias que pueden existir entre las estructuras productivas de España y del ámbito territorial al que se apliquen.

Ya hemos visto en el apartado cuarto (al comparar las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar) que aplicada la recomendación del INE a la Comunidad Valenciana puede producir, para determinadas ramas de actividad, valores trasladados que se alejan significativamente de los valores que se obtienen directamente de la EPA. Las preguntas obvias son: ¿Es esto consecuencia de haber utilizado la matriz de paso de España?; ¿se hubiesen conseguido resultados más ajustados si se hubiese utilizado una matriz de paso propia de la Comunidad Valenciana?; más aún, dado que se puede razonar que teóricamente los resultados esperados deberían estar más próximos si se utilizase una matriz de transferencia propia, ¿serían las diferencias entre los valores obtenidos utilizando la matriz de España y de la Comunidad Valenciana importantes? Resumiendo, ¿deberían las series de la Comunidad Valenciana ser trasladadas con una matriz propia o la recomendación del INE produce en la Comunidad Valenciana series trasladadas que no difieren significativamente de las que se obtienen con la matriz de España? Este apartado trata de dar respuestas, entre otras, a estas preguntas.

Para ello, de igual modo que se construyeron las series de ocupados aplicando la estrategia trasladar-agregar con las matrices de paso de España, se han calculado esas mismas series empleando las matrices de transferencia de la Comunidad Valenciana obtenidas en el apartado tercero. La comparación en niveles y señales cíclicas entre estas series y las logradas utilizando la matriz de transferencia de España nos ayudará a buscar respuestas a las preguntas planteadas previamente. Así mismo, para completar los análisis, y al igual que se hizo utilizando la matriz de España en el apartado “¿Agregar y trasladar o trasladar y agregar?”, también se han recodificado las series a CNAE-2009 utilizando la estrategia agregar-trasladar, pero utilizando la matriz de transferencia de la Comunidad Valenciana.

Antes de abordar el análisis comparativo del conjunto de series generadas, no obstante, se aborda la comparación de las estructuras del mercado de trabajo que se derivan de las oleadas de la EPA de 2008 utilizadas para construir las matrices de transferencia de España y la Comunidad Valenciana; tal análisis se ofrece en el primer subapartado de esta sección.

5.1. Comparación de estructuras productivas y matrices de transferencia

5.1.1. Estructuras productivas

Obviamente las estructuras productivas y, por ende, los mercados de trabajo¹⁹ de España y la Comunidad Valenciana presentarán diferencias y, *a priori*, estas deberían ser tanto más importantes cuanto mayor sea el nivel de desagregación que se

¹⁹ En este estudio la estructura productiva se mide, de hecho, a través de la distribución del mercado de trabajo, por lo que, en este trabajo, son conceptos absolutamente equivalentes.

considere. En este apartado, el análisis se centrará en comparar, para las dos clasificaciones CNAE, las estructuras productivas (medias a partir de los valores medios correspondientes a las cifras observadas en la EPA durante los trimestres de 2008) en los niveles de: división, rama de actividad y sector²⁰. Con carácter general, para el análisis se implementarán un conjunto de coeficientes que servirán para medir el grado de similitud/disimilitud entre las distribuciones de los mercados de trabajo de cada uno de los ámbitos territoriales. Adicionalmente, el análisis se apoyará también en representaciones gráficas para los dos últimos niveles de agregación.

Para las comparaciones analíticas se han utilizado varios índices basados en distancias/normas entre vectores y coeficientes que miden la proximidad entre dos distribuciones. En concreto, se han empleado valores medios de las normas euclídeas –en términos absolutos ($\| \cdot \|_2$) y relativos ($\| \cdot \|_{2r}$)– e infinito –en términos absolutos ($\| \cdot \|_\infty$) y relativos ($\| \cdot \|_{\infty r}$)– y del coeficiente de entropía (basado en la distancia/divergencia de Kullback-Leibler, KL), cuyas expresiones matemáticas vienen dadas por:

$$\|y-x\|_2 = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (y_i - x_i)^2} \quad \|y-x\|_{2r} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\frac{y_i - x_i}{x_i} \right)^2}$$

$$\|y-x\|_\infty = \max_{1 \leq i \leq k} |y_i - x_i| \quad \|y-x\|_{\infty r} = \max_{1 \leq i \leq k} \left| \frac{y_i - x_i}{x_i} \right|$$

$$KL(x,y) = -\frac{1}{100} \sum_{i=1}^k x_i \log \left(1 - \left| \frac{y_i - x_i}{100} \right| \right)$$

donde x representa un vector cualquiera de España, y denota el correspondiente vector para la Comunidad Valenciana, x_i e y_i las i -ésimas componentes de los vectores x e y , respectivamente, y k el número de componentes; donde, como se observa por la definición de las normas en términos relativos y del coeficiente de entropía²¹, la distribución de España es utilizada como referencia.

Los valores obtenidos para los coeficientes anteriores, que miden el grado de similitud entre las estructuras productivas de España y la Comunidad Valenciana, se ofrecen en la Tabla VII, donde se observa que a medida que se trabaja con niveles de agregación superior las estructuras productivas van convergiendo en términos relativos. Obviamente, sin embargo, en términos absolutos las diferencias se van incrementando a medida que crece el nivel de agregación, ya que las cifras con las que se trabajan son cada vez de mayor magnitud. Con carácter general, no obstante, destaca la mayor similitud que existe entre las estructuras en la clasificación CNAE-1993 frente a las de la clasificación CNAE-2009.

²⁰ Las distribuciones de las estructuras productivas a nivel de división se pueden consultar en los Anexos II y III; mientras que desagregadas por ramas y sectores se ofrecen en las Tablas VIII y IX, respectivamente.

²¹ El coeficiente de entropía, tal y como está definido, mide la diferencia entre las distribuciones como una suma ponderada de las diferencias entre componentes (con la importancia del componente como ponderación). Es nulo cuando hay coincidencia perfecta y castiga más las diferencias correspondientes a las componentes de mayor tamaño. Este coeficiente representa una evolución del coeficiente clásico, definido como $-(100)^{-1} \sum x_i \log(x_i/y_i)$, que es más sensible a componentes próximos a cero en y . Comparado con el resto de coeficientes tiene la ventaja de ser menos sensible al número de sumandos.

Tabla VII. Grado de similaridad de las estructuras productivas de España y la Comunidad Valenciana.

Medida similaridad	División		Ramas		Sectores	
	CNAE-1993	CNAE-2009	CNAE-1993	CNAE-2009	CNAE-1993	CNAE-2009
Euclídea	0.53	0.45	1.15	1.18	1.97	2.19
Euclídea relativa	0.68	0.60	0.18	0.18	0.15	0.16
Infinito	2.10	2.10	2.10	2.87	2.61	2.97
Infinito relativa	3.98	3.88	0.33	0.43	0.23	0.25
Entropía	2.28	2.43	2.01	2.03	1.65	1.60

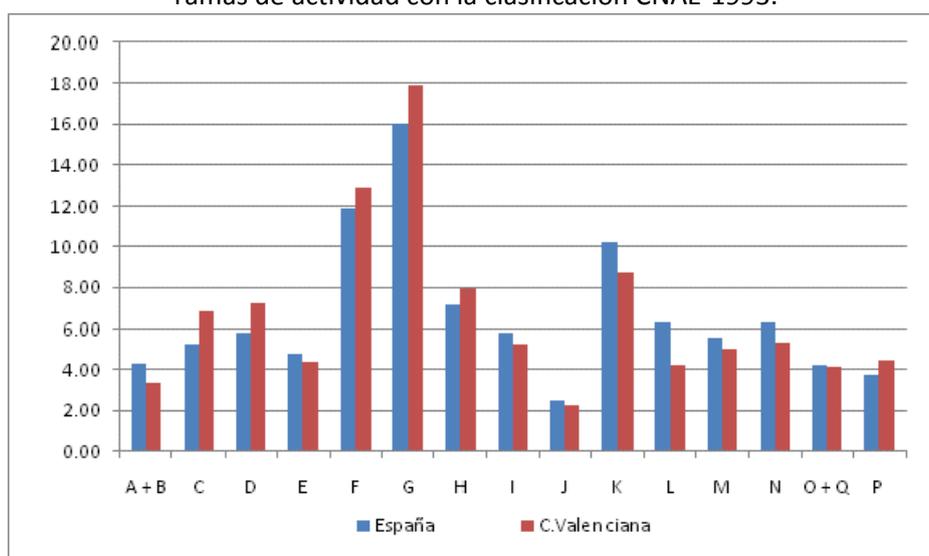
Fuente: elaboración propia.

Descendiendo en el nivel de detalle y comparando, en primer lugar, las estructuras en la clasificación CNAE-1993, las mayores diferencias, en términos absolutos, se observan en la división *Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria* (75), que en España tiene, en media, una importancia más de dos puntos porcentuales superior a la que tiene en la Comunidad Valenciana. Junto a las diferencias para esta división también destacan (en valores absolutos) las que se registran para las divisiones 26, 51, 45 y 19 (ver el Anexo II), todas ellas con diferencias porcentuales en valor absoluto superiores al 1%, destacando por su importancia la Construcción cuyo peso en 2008 en la Comunidad Valenciana era superior al de España. En términos relativos, las mayores diferencias se localizan en la división 19, debido a su escasa importancia en el conjunto del país (con algo menos del 0.3% del empleo total) cuando en la Comunidad Valenciana representa algo más de 1.3% del empleo total. Además de la división anterior, las divisiones 26 y 17 también destacan por el mayor peso relativo que tienen en la Comunidad Valenciana.

En la comparación por divisiones en la clasificación CNAE-2009, es de nuevo la división *Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria* (84) la que registra las mayores diferencias en términos absolutos. De hecho, ambas divisiones miden exactamente lo mismo en cada una de las clasificaciones. Asimismo, y como no podía ser de otra manera, vuelven a destacar en CNAE-2009 las divisiones equivalentes a las identificadas en CNAE-1993. En concreto, en términos absolutos las mayores diferencias se concentran, en este caso, en las divisiones 23 (cuya división homóloga en CNAE-1993 es la 26), 56, 46 (que equivale a la división 51 en CNAE-1993) y 15 (heredera de la división 19 de CNAE-1993); ver el Anexo III para una descripción de las divisiones. Por otro lado, en términos relativos, se repite el mismo podio de la clasificación CNAE-1993, aunque hay un ligero cambio de orden. En particular, de nuevo la división 15 es donde se concentran las mayores diferencias relativas, seguido en esta ocasión de 13 (equivalente a la división 17 en CNAE-1993) y 23.

Estas diferencias a nivel de divisiones se trasladan lógicamente a nivel de ramas de actividad (obviamente atenuadas en términos relativos y algo incrementadas, por el efecto acumulación, en términos absolutos; ver la Tabla VII). Las estructuras productivas por ramas de actividad de España y la Comunidad Valenciana en la clasificación CNAE-1993 se ofrecen, de forma gráfica, en la Figura 3 y en mayor detalle en la Tabla VIII. Las mayores diferencias en términos absolutos vuelven a concentrarse en la rama L, que coincide con la división 75, seguido en esta ocasión de las ramas G, C, K, D, F y A+B (ver el Anexo I), todas ellas superando el 1% en términos absolutos.

Figura 3. Estructuras de los mercados de trabajo de España y la Comunidad Valenciana por ramas de actividad con la clasificación CNAE-1993.



En términos relativos las mayores diferencias vuelven a concentrarse en casi las mismas ramas que en términos absolutos. Con diferencias relativas que superan en valor absoluto, un 20% los correspondientes valores de las ramas de España L, C, D, A+B y P. Comparado con los términos absolutos destaca ahora la salida de las ramas G, K y F de la lista de los más destacados (sin duda debido a su enorme peso dentro del mercado de trabajo) y la entrada de la rama P (con un peso absoluto claramente menor).

Tabla VIII. Estructuras de los mercados de trabajo a nivel de rama de actividad de España y la Comunidad Valenciana.*

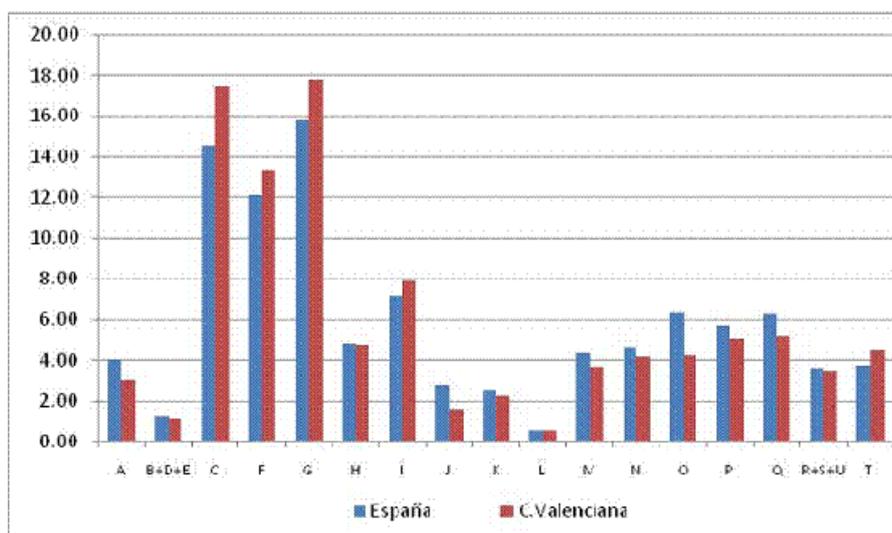
CNAE-1993			CNAE-2009		
Rama	España	C.Valenciana	Rama	España	C.Valenciana
A + B	4.34	3.33	A	4.04	3.01
C	5.26	6.84	B+D+E	1.22	1.14
D	5.85	7.22	C	14.57	17.44
E	4.81	4.40	F	12.11	13.32
F	11.88	12.95	G	15.81	17.81
G	15.99	17.92	H	4.77	4.72
H	7.17	7.91	I	7.17	7.91
I	5.83	5.28	J	2.76	1.57
J	2.50	2.24	K	2.51	2.25
K	10.24	8.74	L	0.58	0.57
L	6.31	4.21	M	4.33	3.66
M	5.59	5.02	N	4.57	4.17
N	6.30	5.35	O	6.30	4.21
O + Q	4.22	4.13	P	5.67	5.06
P	3.72	4.46	Q	6.23	5.24
			R+S+U	3.64	3.46
			T	3.72	4.46

* Los identificadores de las ramas de actividad utilizados en ambas CNAEs no tienen por qué guardar relación; ver las Tablas A.I y A.II.

Fuente: elaboración propia.

Para comparar en la clasificación CNAE-2009 las estructuras productivas por ramas de actividad de España y la Comunidad Valenciana, es preciso observar ahora los valores ofrecidos en la parte derecha de la Tabla VIII y la representación gráfica ofrecida en la Figura 4. Como es fácil deducir de la Figura 4, las mayores diferencias en términos absolutos se registran en las ramas C, O y G (ver el Anexo I); lógicamente tales ramas son herederas de aquellas que también fueron identificadas como las menos similares en la clasificación CNAE-1993. Además de para las ramas anteriores, también destacan las diferencias que se observan para F, J y A. En términos relativos las mayores diferencias también se registran en ramas similares a las identificadas previamente.

Figura 4. Estructuras de los mercados de trabajo de España y la Comunidad Valenciana por ramas de actividad con la clasificación CNAE-2009.



Aunque las ramas de actividad donde se han identificado las mayores diferencias son básicamente las mismas en ambas clasificaciones, no para todas ellas se producen diferencias significativas entre los valores trasladados y observados en la EPA (para 2008). Ello sin duda apunta a que probablemente influye, por encima de las diferencias globales, la manera en que se distribuyen dentro de cada rama las diferencias; es decir, las distribuciones de transferencia: la interacción de las divisiones que componen cada rama y las diferencias que existen entre las estructuras de España y la Comunidad Valenciana para esas ramas.

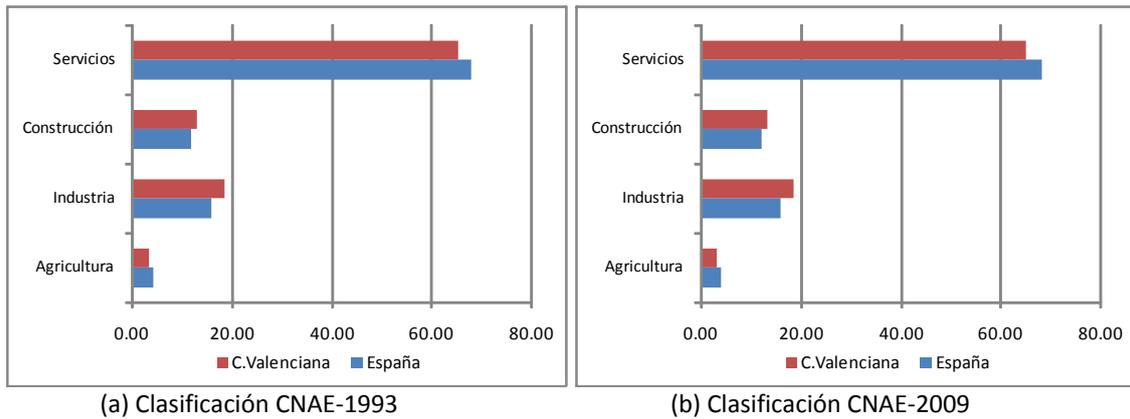
Tabla IX. Estructuras de los mercados de trabajo a nivel sectorial de España y la Comunidad Valenciana.

Sector	CNAE-1993		CNAE-2009	
	España	C.Valenciana	España	C.Valenciana
Agricultura	4.34	3.33	4.04	3.01
Industria	15.91	18.46	15.79	18.58
Construcción	11.88	12.95	12.11	13.32
Servicios	67.87	65.26	68.06	65.09

Fuente: elaboración propia.

Por último, para realizar las comparaciones sectoriales se ofrecen la Tabla IX y las representaciones de la Figura 5. En ellas se puede observar que las diferencias absolutas entre ambas clasificaciones prácticamente se mantienen y que, por tanto, en términos agregados sectoriales se produce aproximadamente el mismo trasvase porcentual de ocupados entre CNAEs. Obviamente, este resultado en términos absolutos, implica que la imagen para los trasvases entre clasificaciones en términos relativos sea completamente diferente. En la comparación entre estructuras productivas, las mayores diferencias, en términos relativos, se producen en Agricultura, seguido, en este orden, de Industria, Construcción y Servicios.

Figura 5. Estructuras de los mercados de trabajo de España y la Comunidad Valenciana por sectores.



En resumen, a todos los niveles (especialmente de división y ramas de actividad) se encuentran importantes diferencias entre las estructuras productivas de España y la Comunidad Valenciana, las cuales son lógicamente persistentes en ambas clasificaciones. Estas diferencias *per se*, sin embargo, no parecen suficientes para explicar las diferencias que se observan entre valores observados y trasladados, por lo que para tratar de comprender las diferencias observadas será necesario analizar, a través del estudio de las matrices de transferencia, cómo se distribuyen internamente estas diferencias.

5.1.2. Matrices de transferencia

Para valorar el grado de similitud de las matrices de transferencia se realizarán varios tipos de comparaciones. Por una parte, se compararán directamente las matrices de coeficientes (utilizando diversas métricas y realizando análisis detallados) para determinar en qué división/rama/sector se producen las mayores discrepancias en su reparto entre clasificaciones; mientras que, por otra, se compararán en cada ámbito las estructuras de transferencia de cada división/rama/sector sin tener en cuenta las diferencias de estructura productiva. Esto permitirá localizar dónde se concentran las mayores diferencias de paso no debidas a divergencias entre los tamaños de cada división, rama o sector.

5.1.2.1. Matrices de coeficientes

En primer término, para la comparación de las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana se calculará para España una matriz media de coeficientes, $E_{n \times m}$. En efecto, dado que teóricamente se debería verificar la igualdad $C_{n \times m} = (D_{m \times n})^T$ (la

cual, como se expuso en el apartado segundo, no se verifica debido a problemas de redondeo) se han calculado las matrices:

$$E_{n \times m} = \frac{1}{2} (C_{n \times m} + (D_{m \times n})^T)$$

a partir de las cuales se han implementado varios test de bondad de ajuste y se han obtenido para los distintos órdenes (n x m) los coeficientes:

$$\|E - V\|_2 = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (e_{ij} - v_{ij})^2} \quad \|E - V\|_{2r} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{e_{ij} \neq 0} \left(\frac{e_{ij} - v_{ij}}{e_{ij}} \right)^2}$$

$$\|E - V\|_\infty = \max |e_{ij} - v_{ij}| \quad \|E - V\|_{\infty r} = \max_{e_{ij} \neq 0} \left| \frac{e_{ij} - v_{ij}}{e_{ij}} \right|$$

donde E y V representan, respectivamente, las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana, k es el número de coeficientes no nulos en la matriz de España²² y e_{ij} y v_{ij} sirven para notar un elemento genérico —el elemento (i, j) — de las matrices E y V , respectivamente.

En primer lugar y antes de analizar dónde se pueden concentrar las mayores diferencias entre las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana estudiaremos si los valores observados para la Comunidad Valenciana en el conjunto de las oleadas de la EPA de 2008 podrían haber sido generados por la matriz de coeficientes de España. Para ello, se ha implementado un contraste de bondad de ajuste (comparando el coeficiente q de Pearson con la distribución χ^2) en el que se han considerado exclusivamente los coeficientes no nulos de la matriz de España.²³

En concreto, denotando por N al tamaño de la población ocupada en la Comunidad Valenciana en el acumulado de los cuatro trimestres de 2008, que se deriva de los factores de elevación de la EPA para la Comunidad Valenciana, se ha calculado para cada grupo de agregación (por divisiones, ramas y sectores) el estadístico:

$$q = \sum_{e_{ij} \neq 0} \frac{(Ne_{ij} - Nv_{ij})^2}{Ne_{ij}}$$

y se ha obtenido el p-valor correspondiente a una distribución χ^2 con tantos grados de libertad como coeficientes no nulos menos uno tiene la matriz correspondiente. El resumen de los cálculos implementados se ofrece en la Tabla X.

A la luz de los valores presentados en la Tabla X es obvio que a todos los niveles de agregación existen diferencias significativas entre las estructuras de los mercados de trabajo de España y la Comunidad Valenciana y que, por tanto, los valores observados para la EPA en la Comunidad Valenciana en 2008 no pueden considerarse una realización del conjunto de España. Este resultado, de hecho, queda corroborado observando los estadísticos de resumen presentados en la Tabla XI.

²² Se ha de tener en cuenta que de los 5280 coeficientes de la matriz de paso entre divisiones, solo 189 son no nulos; mientras que en las matrices de paso entre ramas los coeficientes no nulos *suben* hasta 51 de entre 255 y en las matrices entre sectores crecen hasta un 80%, 12 de los 16 coeficientes son no nulos.

²³ Al ser la Comunidad Valenciana un subconjunto de España, aquellos valores para los que el correspondiente coeficiente de España es nulo también lo será para la Comunidad Valenciana.

Tabla X. Análisis de bondad de ajuste entre las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana.

Matriz	q de Pearson	Grados de libertad	p-valor
Divisiones	1.247.460	188	0.0000
Ramas actividad	352.431	50	0.0000
Sectores	173.710	11	0.0000

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla XI, las diferencias en términos absolutos entre los coeficientes de las distintas matrices crecen a medida que crece la agregación, algo lógico pues cada vez los valores son de mayor cuantía. Sin embargo, dado que los coeficientes de similitud se van reduciendo en términos relativos, podemos interpretar que las matrices van convergiendo a medida que se consideran mayores niveles de agregación. Llama la atención el valor obtenido para $\|E_{4 \times 4} - {}_{cv}C_{4 \times 4}\|_{cor}$, que es unitario, indicando que hay transferencia de trabajadores entre sectores productivos en España que, sin embargo, no se registran a nivel de la Comunidad Valenciana. De hecho, esto ocurre en tres ocasiones. En España hay algunos trabajadores clasificados en Agricultura en CNAE-1993 que son clasificados en Industria en CNAE-2009, trabajadores clasificados en Servicios en CNAE-1993 que son clasificados en Agricultura en CNAE-2009 y trabajadores clasificados en Construcción en CNAE-1993 que son clasificados en Servicios en CNAE-2009 y ninguno de tales trasvases se registran para el mercado de trabajo valenciano.

Tabla XI. Grado de similitud entre las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana.

Medida	Divisiones	Ramas	Sectores
Euclídea	0.30	0.62	1.21
Euclídea relativa	1.56	0.70	0.55
Infinito	2.10	2.10	2.79
Infinito relativa	8.12	2.26	1.00

Fuente: elaboración propia.

A la vista de estos resultados, la cuestión inmediata que debería ser abordada sería ¿dónde se localizan las mayores diferencias? Para buscar respuestas a esta pregunta se ha realizado un rastreo pormenorizado de las entradas donde se registran mayores discrepancias.

En el análisis más detallado se observa que, a nivel de división, las mayores diferencias entre las matrices de coeficientes de España y la Comunidad Valenciana se localizan en los cruces (donde en primer término se nombra la división en CNAE-1993 y en segundo lugar en la clasificación CNAE-2009): 75 y 84; 55 y 56; 26 y 23; 51 y 46; 52 y 47; y, 1 y 1 (ver el Anexo II y III). Es decir, las diferencias más importantes en términos de división no son consecuencia de trasvases entre divisiones que se han comportado de manera diferente entre los ámbitos de España y la Comunidad Valenciana, sino consecuencia de las diferentes estructuras productivas de ambos territorios.

Por ramas de actividad, las mayores diferencias se concentran (donde de nuevo en primer lugar se nombra la rama en la clasificación CNAE-1993 y en segundo lugar la rama en la clasificación CNAE-2009) entre L y O, G y G, C y C, A+B y A, N y Q, H e I, y P y T (ver el Anexo I). Mientras que, a nivel sectorial, las mayores diferencias se vuelven a

concentrar en la diagonal (es decir, de transferencias entre sectores consecuencia de las diferentes estructuras productivas), con Servicios e Industria casi moviéndose en diferencias porcentuales del entorno del 2.75% y Agricultura y Construcción alrededor del 1.05%.

De nuevo, por tanto, las mayores discrepancias en las matrices de coeficientes son debidas a diferencias de estructura productiva y no trasvases entre sectores. Es decir, las discrepancias en las matrices de coeficientes entre divisiones, ramas o sectores detectadas en el subapartado anterior tienen su base en el elemento equivalente en la otra clasificación y no en los trasvases que se hayan podido producir al cambiar de clasificación.

Falta por analizar, no obstante, si de forma local (es decir, no teniendo en cuenta las diferencias de pesos de cada división, rama o sector) se producen diferencias significativas entre los trasvases que se registran. En otras palabras, estudiar si ponderando cada división, rama o sector en una misma base para ambos ámbitos territoriales la distribución de trasvases es similar o no. Esto es posible analizarlo comparando las filas de las matrices fila estandarizadas, ya que al ser todas las filas de suma unitaria (o 100 en porcentaje), las diferencias de tamaño de cada fila para cada ámbito desaparecen y solo se comparan las distribuciones de trasvases.

5.1.2.2. Matrices fila estandarizadas

De igual forma a como se hizo para comparar diferencias en estructuras productivas y matrices de coeficientes, se utilizarán un conjunto de estadísticos para valorar el grado de similitud existente entre las distribuciones de transferencia de cada división/rama/sector de España y la Comunidad Valenciana. Además de comparaciones de matrices a nivel global, se realizarán diversas pruebas de ajuste local (por división/rama/sector). A nivel global, se han utilizado las métricas introducidas en el subapartado anterior para medir proximidad entre matrices y, adicionalmente, se ha obtenido el estadístico CKL, basado en el concepto de entropía cruzada, que calcula la media ponderada de las entropías de cada grupo, con ponderaciones proporcionales al tamaño de cada grupo, es decir:

$$CKL(X, Y) = -\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^m r_{ij} \log(1 - |s_{ij} - r_{ij}|)$$

donde n y m representan, respectivamente, el número de filas de la correspondiente matriz fila estandarizada, x_i el peso (en porcentaje) del grupo que representa la i -ésima fila en la correspondiente estructura productiva y r_{ij} y s_{ij} , respectivamente, los valores (en proporción) de los coeficientes (i, j) de las matrices de transferencia fila estandarizadas de España y la Comunidad Valenciana.

A nivel local, para cada fila de las correspondientes matrices fila estandarizadas (tomando las de España como referencia): (i) se han calculado los estadísticos introducidos en el apartado 5.1.1 para medir el grado de similitud entre estructuras productivas²⁴, donde obviamente al aplicar las métricas en términos relativos ($\| \cdot \|_{2r}$ y $\| \cdot \|_{\infty r}$) solo se han considerado los valores para los que la correspondiente entrada en la

²⁴ Al fin y al cabo, cada fila de una matriz fila estandarizada se puede ver como una distribución, por lo que lo que se hace es estudiar cómo se distribuyen los individuos clasificados (en un grupo) en una clasificación entre los grupos en que se divide la otra clasificación.

matriz de España es no nula; y (ii) se han aplicado pruebas χ^2 de bondad de ajuste en cada nivel de agregación. En concreto, para esto último, denotando por $r_i=(r_{i1}, \dots, r_{im})$ a la fila i -ésima de una matriz de transferencia fila estandarizada (en proporciones) de España y $s_i=(s_{i1}, \dots, s_{im})$ a la fila equivalente en la Comunidad Valenciana y por N_i al tamaño de la población ocupada del grupo i -ésimo de la Comunidad Valenciana (que se deriva de aplicar los factores de elevación de la EPA para la Comunidad Valenciana en el acumulado de los cuatro trimestres de 2008), se han calculado los estadísticos

$$q_i = \sum_{r_{ij} \neq 0} \frac{(N_i r_{ij} - N_i s_{ij})^2}{N_i r_{ij}}$$

que se han comparado con los correspondientes valores de la distribución χ^2 con tantos grados de libertad como el número sumandos en q_i menos uno.

Tabla XII. Grado de similaridad entre las matrices fila estandarizadas de transferencia de CNAE-1993 a CNAE-2009 de España y la Comunidad Valenciana.

Medida	Divisiones	Ramas	Sectores
Euclídea	11.70	2.10	1.21
Euclídea relativa	0.20	0.57	0.57
Infinito	98.0	7.17	2.59
Infinito relativa	5.28	2.81	1.00
CKL	3.32	1.47	0.56

Fuente: elaboración propia.

En la Tablas XII y XIII se ofrecen los coeficientes de similaridad globales calculados para los distintos niveles de agregación comparando, respectivamente, las matrices de transferencia fila estandarizadas de España y la Comunidad Valenciana entre las clasificaciones CNAE-1993 y CNAE-2009 (Tabla XII) y CNAE-2009 y CNAE-1993 (Tabla XIII). Comparando los resultados de las tablas para divisiones se observa que en términos absolutos las diferencias que presentan las matrices de transferencia son superiores a las que presentan las matrices de coeficientes, mientras que en términos relativos, en general, estas son inferiores. Estos resultados indican que cuando se elimina el efecto del tamaño de las divisiones las matrices son más parecidas, pero que, sin embargo, hay algunas pocas divisiones para las que las diferencias en las distribuciones de transferencia son extremadamente significativas.

A nivel de rama y sector se observan resultados parecidos, aunque los coeficientes en términos relativos son bastante similares, lo que señala que en este caso las matrices son bastante parecidas en términos globales incluso después de haber eliminado el efecto tamaño, empero lo anterior hay algunas ramas para las que las diferencias son notables.

Dejando para el último término los análisis estadísticos de bondad de ajuste, a continuación se identificarán las divisiones/ramas/sectores para las que las transferencias entre clasificaciones son más destacables. Analizando las medidas de similaridad calculadas comparando las matrices de paso entre las clasificaciones CNAE-1993 y CNAE-2009 por divisiones, se deduce que las mayores diferencias se concentran en las divisiones 10, 11, 2, 30, 18, 55, 64, 70 y 33 (ver el Anexo II). En efecto, como es fácil derivar atendiendo a los valores de la Tabla XIV, donde se ofrece el detalle de las distribuciones de transferencia para estas divisiones para España y la

Comunidad Valenciana, las diferencias de transferencia entre ambos ámbitos son evidentes y destacables para todas las divisiones identificadas, resaltando especialmente las diferencias entre las divisiones 10, 11, 2 y 30.

Tabla XIII. Grado de similaridad entre las matrices fila estandarizadas de transferencia de CNAE-2009 a CNAE-1993 de España y la Comunidad Valenciana.

Medida	Divisiones	Ramas	Sectores
Euclídea	13.75	2.27	0.34
Euclídea relativa	1.78	0.71	0.53
Infinito	100.00	8.66	0.81
Infinito relativa	10.66	2.62	1.00
CKL ⁽¹⁾	0.69	1.32	0.25

(1) Calculado excluyendo las divisiones 5, 6 y 7 para las que no se observa ningún ocupado en la Comunidad Valenciana en 2008.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Principales diferencias a nivel de división de distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-1993 y CNAE-2009 para España y la Comunidad Valenciana.

CNAE-1993	CNAE-2009	España	Comunidad Valenciana	CNAE-1993	CNAE-2009	España	Comunidad Valenciana
10	5	96.59	0.00	24	19	0.16	0.00
10	8	1.80	100.00	24	20	67.05	87.68
10	19	1.61	0.00	24	21	31.98	11.86
11	6	82.84	0.00	24	26	0.47	0.46
11	9	17.16	100.00	24	32	0.34	0.00
2	1	2.23	77.05	55	55	22.64	12.38
2	2	97.55	22.95	55	56	77.36	87.62
2	16	0.23	0.00	64	53	43.99	56.29
30	26	80.47	47.79	64	60	0.11	0.00
30	28	7.31	0.00	64	61	55.90	43.71
30	33	10.89	52.21	70	41	-23.54	35.51
30	62	1.33	0.00	70	68	60.39	56.80
18	13	0.14	0.00	70	81	16.06	7.68
18	14	94.47	75.20	33	26	32.01	20.88
18	15	5.39	24.80	33	28	0.43	0.68
				33	32	62.30	75.27
				33	33	5.26	3.17

Fuente: elaboración propia.

Comparando los resultados presentados en las Tablas XIV y XV, se observa que las diferencias a nivel de rama de actividad se amortiguan sensiblemente respecto a las de división, aunque estas todavía son evidentes para algunas ramas. De hecho, prácticamente todas las medidas de similaridad utilizadas apuntan a que las mayores diferencias entre las distribuciones de transferencia entre España y la Comunidad Valenciana se concentran en las ramas K, D, C, A+B y O+Q.

Tabla XV. Distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-1993 y CNAE-2009 a nivel de rama de actividad para España y la Comunidad Valenciana.

CNAE		CNAE-2009																	
1993		A	B+D+E	C	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R+S+U	T	
Esp	A+B	93.16		0.01									6.81				0.02		
CV	A+B	90.58		-									9.42				-		
Esp	C		0.07	92.63					7.29									0.01	
CV	C		0.12	96.33					3.55									-	
Esp	D		14.01	85.83	0.10								0.06						
CV	D		9.21	90.68	0.11								-						
Esp	E		1.43	97.15	0.18				0.01									1.23	
CV	E		2.04	97.44	0.08				-									0.44	
Esp	F				99.94								0.06						
CV	F				100								-						
Esp	G			0.00		98.90	0.13											0.97	
CV	G			-		99.39	0.25											0.36	
Esp	H							100											
CV	H							100											
Esp	I						81.47		13.29			0.01	5.24						
CV	I						88.64		7.82			-	3.54						
Esp	J									100									
CV	J									100									
Esp	K	0.00		0.12	2.21				11.13	0.04	5.67	41.59	37.93		0.69			0.62	
CV	K	-		0.24	4.08				7.02	0.15	6.52	40.52	40.81		0.36			0.29	
Esp	L												0.05	99.93				0.02	
CV	L												-	100				-	
Esp	M														100				
CV	M														100				
Esp	N											1.20				98.80			
CV	N											2.15				97.85			
Esp	O+Q		7.78						10.81				1.69		0.25			79.46	
CV	O+Q		9.06						7.24				2.47		0.05			81.18	
Esp	P																		100
CV	P																		100

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, las mayores discrepancias se concentran precisamente en algunas de las divisiones que originan las ramas para las que se obtuvieron mayores diferencias cuando en el apartado cuarto se realizó la comparación entre las estrategias trasladar-agregar y agregar-trasladar. Recuérdese que en aquel momento las mayores diferencias se observaron para las ramas origen B+D+E, J y L, siendo asimismo destacables las diferencias que se observan para las ramas C, M, N y R+S+U. De hecho, habría sido interesante realizar un análisis pormenorizado de las columnas de las matrices fila estandarizadas ya que se observa que, en esencia, los mayores cambios parecen producirse para las ramas para las que se obtuvieron en el apartado cuatro mayores diferencias. A la luz de estos resultados, además de las diferencias de

estructuras productivas, se puede afirmar que son las diferencias en las distribuciones de transferencia las que explicarían la mayoría de las discrepancias.

La comparación entre las estructuras de transferencia de España y la Comunidad Valenciana por sectores se ofrece en la Tabla XVI. Como se observa claramente a partir de los valores de la tabla (y de hecho así lo confirman todos los índices de similitud) las mayores diferencias se concentran en Agricultura e Industria, siendo más notables para el sector primario.

Tabla XVI. Distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-1993 y CNAE-2009 a nivel sectorial para España y la Comunidad Valenciana.

CNAE-1993		CNAE-2009			
		Agricultura	Industria	Construcción	Servicios
España	Agricultura	93.16	0.01		6.83
C.Valenciana		90.58	-		9.42
España	Industria		97.10	0.09	2.81
C.Valenciana			98.52	0.06	1.42
España	Construcción			99.94	0.06
C.Valenciana				100	-
España	Servicios		0.50	0.33	99.16
C.Valenciana			0.61	0.55	98.85

Fuente: elaboración propia.

De igual forma que en el análisis del paso entre las clasificaciones CNAE-2009 y CNAE-1993, para comparar en detalle las distribuciones de transferencia entre las clasificaciones CNAE-2009 y CNAE-1993 se han calculado medidas resumen de similitud a nivel individual, los resultados de los cuales se ofrecen en el Anexo IV. Los valores de las distribuciones que presentan mayores diferencias a nivel de división se ofrecen en la Tabla A.3, mientras que para el conjunto de distribuciones de transferencia se puede observar la Tabla A.5 por ramas y la Tabla A.4 por sectores. A fin de no sobrecargar el texto, se omite un análisis detallado de estas tablas.

Después del extenso análisis anterior donde se han identificado los grupos (divisiones/ramas/sectores) donde se localizan las mayores diferencias en términos locales, se ha estudiado, mediante la implementación de pruebas de bondad de ajuste, hasta qué punto los valores de transferencia realmente observados en la Comunidad Valenciana podrían haber sido generados por las distribuciones de España. Este análisis complementará el anterior pues permitirá localizar para qué divisiones²⁵ las diferencias son estadísticamente significativas. En todo caso, es evidente que para aquellos casos en los que la estructura de transferencia se reduzca a un solo punto (es decir, donde el 100% de un grupo en una clasificación se asocia a un único grupo en la otra clasificación) no tendrá sentido calcular el ajuste.

²⁵ Debido a la sensibilidad que presenta el estadístico q al tamaño de la muestra (que lleva a rechazar *de facto* la hipótesis nula en casi todos los casos cuando el tamaño es grande) no se presentan estas pruebas para ramas y sectores, ya que en tales casos el resultado ha apuntado a que existen diferencias significativas.

En el caso del paso de CNAE-1993 a CNAE-2009 los resultados indican que a nivel de división para todas las divisiones donde tiene sentido realizar los cálculos existen diferencias significativas. Por otro lado, cuando el análisis se realiza de CNAE-2009 a CNAE-2009, los resultados son algo más variados (ver la Tabla XVII).

Tabla XVII. Análisis de bondad de ajuste por filas la matriz fila estandarizada por divisiones entre clasificaciones CNAE-2009 y CNAE-1993.

Rama	Estadíst.	g.l.	p-valor												
1	26.56	1	0.00	24	1.35	2	0.51	50	0.00	0	-	75	0.00	0	-
2	0.26	2	0.88	25	25.66	3	0.00	51	0.00	0	-	77	8.27	1	0.00
3	0.01	1	0.93	26	230.11	4	0.00	52	122.98	1	0.00	78	0.00	0	-
5	0.00	0	-	27	959.25	2	0.00	53	0.00	0	-	79	2.88	1	0.09
6	0.00	0	-	28	17.22	5	0.00	55	0.00	0	-	80	10.46	2	0.01
7	0.00	0	-	29	0.68	2	0.71	56	0.00	0	-	81	41.52	4	0.00
8	4.93	1	0.03	30	8.51	4	0.07	58	52.54	1	0.00	82	0.00	0	-
9	66.52	1	0.00	31	0.00	0	-	59	12.47	2	0.00	84	0.00	0	-
10	0.00	1	0.98	32	571.48	8	0.00	60	1.68	2	0.43	85	26.09	2	0.00
11	0.01	1	0.90	33	17.52	11	0.09	61	0.00	0	-	86	0.00	0	-
12	0.00	0	-	35	28.51	1	0.00	62	0.02	1	0.89	87	0.00	0	-
13	0.63	2	0.73	36	0.00	0	-	63	212.27	2	0.00	88	0.00	0	-
14	2.41	2	0.30	37	0.00	0	-	64	6.78	1	0.01	90	0.00	0	-
15	49.02	1	0.00	38	49.09	2	0.00	65	0.00	0	-	91	0.43	1	0.51
16	1.44	3	0.70	39	0.00	0	-	66	0.00	0	-	92	0.00	0	-
17	2.57	3	0.46	41	141.07	1	0.00	68	0.00	0	-	93	0.16	1	0.69
18	0.00	0	-	42	0.00	0	-	69	0.00	0	-	94	0.00	0	-
19	2.63	2	0.27	43	0.39	3	0.94	70	0.00	0	-	95	7.66	4	0.10
20	3.37	1	0.07	45	0.00	0	-	71	0.00	0	-	96	0.07	1	0.79
21	0.04	1	0.83	46	0.00	0	-	72	0.00	0	-	97	0.00	0	-
22	0.95	2	0.62	47	51.38	1	0.00	73	0.00	0	-	99	0.00	0	-
23	0.00	0	-	49	0.00	0	-	74	0.01	1	0.90				

Fuente: elaboración propia

5.2. Comparación en niveles

Una vez identificados los grupos (divisiones/ramas/sectores) donde se concentran las mayores diferencias en estructura productiva y en distribuciones de paso, es el momento de abordar el análisis de las diferencias que puedan existir entre las series trasladadas utilizando cada una de las matrices de transferencia. En primer lugar se analizará, empleando la estrategia agregar-trasladar, el impacto que tiene el uso de una u otra matriz sobre todas las series publicadas en la web del IVE (más de un millar), para a continuación realizar un estudio más detallado de las 33 series de ocupados analizadas en la sección anterior (epígrafe 5.2.2).

5.2.1. Comparación con valores observados en 2008

En 2008 el INE al realizar las encuestas recopiló la información básica utilizando ambas clasificaciones CNAE, por lo que para los cuatro trimestres de ese año se dispone de los valores (estimados) reales. Así, todas las series trasladadas a partir de las series publicadas en la página web del IVE, utilizando la estrategia agregar-trasladar y las matrices de transferencia de España y la Comunidad Valenciana, han sido comparadas con los valores reales para valorar que grupo de series presenta valores más próximos a los reales.

La comparación entre valores trasladados y valores observados en 2008 se ha realizado en términos agregados dado el elevado número de variables consideradas. A fin de buscar patrones generales. Lo que se ha hecho es medir, para cada grupo de variables, el porcentaje de veces en el que el valor trasladado utilizando la matriz de la Comunidad Valenciana genera mejores soluciones que el correspondiente valor trasladado empleando la matriz de España (los empates, que se corresponden con las variables totales que miden agregaciones por ramas o sectores, no han sido considerados).

En concreto, para el cálculo de los porcentajes (i) se ha obtenido para el valor de cada trimestre de cada serie la diferencia en valor absoluto entre el valor real, r , y los valores trasladados utilizando las matrices de España, e , y la Comunidad Valenciana, v ; (ii) se ha contabilizado el número de observaciones para las que la estimación con la matriz de España está más próxima al valor real, n_e , y también el número para las que la más próxima es la estimación obtenida tras trasladar utilizando la matriz de la Comunidad Valenciana, n_v , a partir de las cuales se ha calculado el estadístico:

$$100 \frac{n_v}{n_v + n_e}$$

El análisis de tales estadísticos ha permitido extraer varias conclusiones generales. Primero, utilizar la matriz de la Comunidad Valenciana para trasladar valores entre CNAEs produce, en general, valores más próximos a los reales que los que se obtienen con la matriz de España. Segundo, la ventaja de las estimaciones logradas utilizando la matriz de la Comunidad Valenciana es más clara para las series trasladadas a CNAE-2009 (precisamente las que despiertan un mayor interés práctico). Tercero, en general y como era de esperar, el uso de la matriz de la Comunidad Valenciana funciona mejor para las variables del conjunto de la Comunidad que para las variables provinciales. Cuarto, entre los grupos de variables donde se observa una mayor ventaja (media en porcentaje de veces que mejora resultados más próximos a los reales) al utilizar la matriz de la Comunidad Valenciana frente a la de España se encuentran las variables agrupadas por ramas de actividad. Este resultado es interesante, pues es precisamente para este conjunto de variables donde los resultados obtenidos con la estrategia agregar-trasladar utilizando la matriz de España presentaban mayores limitaciones, produciendo estimaciones menos precisas que desaconsejaban ese enfoque.

5.2.2. Trasladando con ambas matrices de transferencia

Ya se ha visto en el subepígrafe anterior que cuando se trabaja con valores trasladados a partir de variables agregadas por ramas y/o sectores, las estimaciones que se logran

utilizando la matriz de la Comunidad Valenciana son, en general, mejores que las que se obtienen con la matriz de España. Asimismo, cuando la estrategia recomendada (trasladar-agregar) fue utilizada para generar las series de número de ocupados en la clasificación CNAE-2009 se observó (ver la Tabla III) que esta no era una panacea. A pesar de que, en general, este enfoque mejoraba la estrategia agregar-trasladar, se obtuvo que para determinadas variables por ramas de actividad²⁶ producía importantes diferencias entre los valores reales (de 2008) y los trasladados. Casualmente, además, algunas de las ramas para las que se observaron las mayores desviaciones en la sección cuarta se corresponden precisamente con aquellas donde se concentran las mayores diferencias en las distribuciones de transferencia de España y la Comunidad Valenciana. Por lo que, en este contexto, cabría preguntarse si podrían obtenerse mejores ajustes o si estos variarían significativamente si en esta estrategia se emplease la matriz de la Comunidad Valenciana en lugar de la de España. Este subapartado tiene por objeto realizar tal comparación.

El análisis se realizará en dos etapas tanto por ramas de actividad como por sectores. En primer término se realizará una comparación para todo el período trasladado (1999.I a 2008.IV) utilizando como referente las series obtenidas utilizando la matriz de España (ya que es la recomendada por el INE) y, posteriormente, el análisis se completará con una comparación de los dos grupos de variables con los valores realmente observados en 2008. Al igual que en la sección cuarta, se ha utilizado como estadístico de comparación la diferencia absoluta relativa en porcentaje, D_r , entre el valor de referencia (los valores trasladados utilizando la matriz de España o los valores reales de 2008, según corresponda) y el valor alternativo o de comparación. Este estadístico se ha calculado para cada trimestre y variable, obteniéndose medias anuales y globales como resúmenes en que basar los análisis.

5.2.2.1. Ramas de actividad

En la Tabla XVIII se ofrecen los valores medios (anuales y globales) de las diferencias relativas en valor absoluto de los valores obtenidos, para cada una de las 17 series de ocupados de la Comunidad Valenciana por ramas de actividad, tras aplicar la estrategia agregar-trasladar con las matrices de España y Comunidad Valenciana. Como se observa para todas las ramas, las diferencias obtenidas son bastante estables a lo largo del tiempo, siendo no superiores al 5%, salvo las discrepancias observadas para las ramas J y L. Además de las ramas anteriores, las otras ramas donde se registran las mayores discrepancias relativas son H, N, M, A, R+S+U y B+D+E. Comparando estos resultados con los de la Tabla III, se observa que aparecen de nuevo las ramas J y L con diferencias notables. Un análisis de las distribuciones de transferencia entre CNAE-1993 y CNAE-2009 (Tabla XV) permite deducir fácilmente por qué en estas ramas se concentran las mayores diferencias. El análisis, sin embargo, hay que realizarlo por columnas²⁷, ya que es esto lo que permite descubrir el destino y, por tanto, la composición de las series en la clasificación CNAE-2009 identificadas con las mayores diferencias.

²⁶ Por sectores las diferencias eran poco significativas.

²⁷ La observación (por filas) de la matriz de transferencia fila estandarizada de CNAE-2009 a CNAE-1993 (Anexo IV) también permite observar (aunque algo distorsionado este fenómeno).

Tabla XVIII. Diferencias relativas en valor absoluto para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana por ramas de actividad trasladadas con la matriz de la Comunidad Valenciana frente a las trasladadas con la matriz de España.

Rama	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Global
A	2.45	2.53	2.41	2.40	2.46	2.52	2.50	2.41	2.47	2.52	2.47
B+D+E	2.75	1.37	3.50	1.20	2.33	1.39	1.79	1.40	1.52	1.45	1.87
C	0.81	0.85	0.76	0.74	0.72	0.76	0.81	0.81	0.85	0.79	0.79
F	0.63	0.71	0.64	0.70	0.65	1.04	1.29	0.99	0.84	0.97	0.85
G	0.31	0.35	0.34	0.33	0.38	0.38	0.39	0.37	0.41	0.44	0.37
H	4.80	4.92	4.91	4.45	3.98	4.56	5.96	5.31	4.01	3.78	4.67
I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J	18.63	18.25	18.10	17.61	17.63	16.44	18.47	16.40	18.11	16.73	17.64
K	0.35	0.29	0.45	0.47	0.47	0.45	0.39	0.40	0.41	0.44	0.41
L	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94
M	2.76	2.69	3.06	2.97	3.07	2.97	2.89	2.79	2.85	2.83	2.89
N	5.57	5.67	4.91	4.40	4.70	3.65	2.57	2.87	3.30	3.43	4.11
O	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
P	0.63	0.63	0.59	0.62	0.67	0.65	0.71	0.67	0.74	0.75	0.67
Q	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
R+S+U	3.07	3.11	2.58	2.85	2.09	2.28	1.77	1.43	0.15	1.02	2.03
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia

Centrándose en primer lugar en la composición de la rama J, se observa que dependiendo de la matriz que se utilice su composición es notablemente diferente. Así, por ejemplo, destaca que utilizando la matriz de España a nivel de rama de actividad²⁸ el 7.29% de los ocupados clasificados en CNAE-1993 en el sector C serían asignados al sector J de CNAE-2009, cuando de acuerdo con la estructura del mercado de trabajo de la Comunidad Valenciana solo debería ser reasignados el 3.55% de tales trabajadores. Similares resultados ocurren con las reasignaciones que impone la matriz de España para las ramas I, K y O+Q que con la matriz de España pasarían, respectivamente, el 13.29%, 11.13% y 10.81% de sus trabajadores, cuando con la matriz de la Comunidad Valenciana solo correspondería el 7.82%, 7.02% y 7.24% respectivamente. Para la rama L, por su parte, la diferencia se centra en que con la matriz de España le correspondería el 5.67% de la rama K y con la de la Comunidad Valenciana el 6.52%.

²⁸ En realidad el análisis debería ser realizado a nivel de división; se ofrece a nivel de rama para simplificar la exposición. A nivel de división obviamente también se tienen diferencias notables. Por ejemplo, con la matriz de España el 41.75% de la división 22 es asignado a J, cuando con la matriz de la Comunidad Valenciana solo lo sería el 33.66%. Similares desviaciones se observan con las divisiones 64 y 92 que pasan a la rama J el 55.91% y 22.77%, respectivamente, de sus ocupados utilizando la matriz de España y el 43.71% y 15.50%, con la matriz de la Comunidad Valenciana.

Tabla XIX. Diferencias relativas en valor absoluto, para las series de ocupados por ramas de la Comunidad Valenciana, de los valores obtenidos tras trasladar con matrices de España y de la Comunidad Valenciana respecto a las cifras oficiales.

Rama	Error relativo de series obtenidas con matriz de España (INE)					Error relativo de series obtenidas con matriz Comunidad Valenciana				
	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008
A	3.96	3.30	1.27	1.94	2.62	1.31	0.73	1.19	0.70	0.98
B+D+E	5.64	5.10	3.19	3.43	4.34	4.18	3.51	4.60	4.81	4.28
C	1.31	0.77	0.36	0.30	0.68	0.49	0.04	0.39	0.45	0.34
F	1.36	1.29	0.43	0.84	0.98	0.56	0.51	0.52	0.47	0.52
G	0.76	0.09	0.24	0.62	0.43	0.33	0.35	0.22	0.20	0.28
H	2.11	3.94	3.48	5.02	3.64	1.79	0.11	0.14	1.50	0.88
I	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02
J	22.11	12.25	20.35	26.08	20.20	2.86	7.60	0.15	5.36	3.99
K	0.38	0.45	0.56	0.47	0.46	0.03	0.02	0.11	0.01	0.04
L	20.24	22.09	0.95	4.81	12.02	13.09	14.83	6.84	10.46	11.30
M	2.60	0.42	5.51	9.03	4.39	5.43	3.21	2.53	6.00	4.29
N	1.15	0.80	4.58	6.17	3.17	2.20	2.60	1.15	3.06	2.25
O	0.07	0.03	0.09	0.32	0.13	0.00	0.04	0.03	0.38	0.11
P	1.02	0.42	0.44	1.10	0.75	0.30	0.34	0.37	0.38	0.35
Q	1.09	1.32	0.94	0.58	0.98	0.12	0.35	0.02	0.38	0.22
R+S+U	3.56	0.74	1.28	0.28	1.46	2.07	0.89	3.01	1.00	1.74
T	0.03	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.02	0.01	0.03

Fuente: elaboración propia

En la Tabla XIX se ofrece el resumen de la comparación de los valores trasladados con cada una de las matrices (siguiendo la estrategia recomendada por el INE) respecto a los valores realmente publicados en 2008 con clasificación CNAE-2009. Como se observa, con carácter general el uso de la matriz de transferencia de la Comunidad Valenciana para pasar de una clasificación a otra genera, comparado con el empleo de la matriz de España, soluciones más próximas a los verdaderos valores. Destacan especialmente las reducciones de error que se observan para las ramas J, H y A. El uso de la matriz de la Comunidad Valenciana, sin embargo, tampoco resuelve todos los problemas, pues como se observa no es capaz de ajustarse suficientemente en la fluctuación intertrimestral para los valores trasladados de la rama L, que registra en las cifras oficiales un comportamiento bastante errático. En cualquier caso, y a pesar de lo anterior, el uso de una matriz propia de traslado presenta ventajas evidentes, pues además de la ventaja global que se obtiene hay que señalar que las medias anuales de los valores estimados también son claramente mejores.

5.2.2.2. Sectores

La comparación por ramas de actividad deja claro que el uso de la matriz de la Comunidad Valenciana produce soluciones de mayor calidad y, para determinadas ramas, sensiblemente diferentes a las que se obtienen con la matriz de España. Cuando la comparación se realiza a nivel de sector, sin embargo, se observa (ver la Tabla XX) que las soluciones son bastante parecidas excepto para el sector primario,

donde se obtienen diferencias sistemáticas por encima del 2%. Junto a este resultado general destacan las diferencias que se obtienen para el sector de la Construcción en la provincia de Alicante. En cualquier caso, se podría afirmar que salvo para la Agricultura el uso de una u otra matriz no implica grandes diferencias, aunque alcanzando como norma resultados ligeramente mejores cuando se utiliza la matriz de la Comunidad Valenciana. Esta conclusión viene, en cierta forma, a reforzar las conclusiones que se alcanzaron al analizar los datos de las variables provinciales de la Tabla XVIII obtenidos tras la estrategia agregar-trasladar con la matriz de la Comunidad Valenciana.

Tabla XX. Diferencias relativas en valor absoluto para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana por sectores trasladadas con la matriz de la Comunidad Valenciana frente a las trasladadas con matriz de España.

Sector	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Global
Alicante											
Agricultura	2.36	2.50	2.37	2.36	2.48	2.61	2.56	2.47	2.50	2.38	2.46
Industria	0.37	0.36	0.47	0.56	0.27	0.31	0.30	0.45	0.53	0.52	0.41
Construcción	0.80	1.19	0.73	0.65	0.77	1.58	2.22	1.37	1.06	1.40	1.18
Servicios	0.27	0.24	0.19	0.29	0.17	0.33	0.53	0.44	0.28	0.31	0.31
Castellón											
Agricultura	2.31	2.52	2.18	2.28	2.46	2.29	2.40	2.29	2.29	2.41	2.34
Industria	0.36	0.36	0.37	0.41	0.31	0.28	0.61	0.55	0.55	0.51	0.43
Construcción	0.58	0.39	0.75	0.88	0.56	0.52	0.43	0.73	0.58	0.76	0.62
Servicios	0.04	0.04	0.11	0.18	0.07	0.02	0.12	0.26	0.24	0.20	0.13
Valencia											
Agricultura	2.57	2.56	2.55	2.47	2.45	2.55	2.50	2.41	2.50	2.68	2.52
Industria	0.92	1.13	0.71	0.79	0.81	0.98	0.90	0.83	0.87	0.77	0.87
Construcción	0.54	0.45	0.57	0.70	0.58	0.68	0.83	0.77	0.75	0.76	0.66
Servicios	0.29	0.32	0.34	0.26	0.26	0.33	0.36	0.38	0.33	0.27	0.31
Comunidad Valenciana											
Agricultura	2.45	2.53	2.41	2.40	2.46	2.52	2.50	2.41	2.47	2.52	2.47
Industria	0.64	0.75	0.57	0.65	0.54	0.64	0.65	0.66	0.71	0.65	0.65
Construcción	0.63	0.71	0.64	0.70	0.65	1.04	1.29	0.99	0.84	0.97	0.85
Servicios	0.26	0.26	0.27	0.26	0.20	0.30	0.40	0.39	0.30	0.28	0.29

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, comparando, a través de los resúmenes del estadístico D_r , los valores trasladados con los observados, se puede deducir de la Tabla XXI que en el ámbito provincial no parece existir dominancia de las estimaciones obtenidas con una u otra matriz. Las estructuras productivas y las distribuciones de transferencia provinciales no necesariamente están sistemáticamente más próximas a la de la Comunidad Valenciana que a la de España, sino que presentan un comportamiento mixto, aunque, en general, salvo para la provincia de Alicante, se obtienen mejores aproximaciones con la matriz propia. Conjuntamente, en el ámbito autonómico, se observa que el uso de la matriz de la Comunidad Valenciana sí produce una mejora significativa respecto al empleo de la matriz de España. En este caso, se puede afirmar sin género de dudas que a nivel de sector se producen valores trasladados más

próximos a los reales cuando se emplea la matriz de la Comunidad Valenciana que cuando se emplea la matriz de España.

Tabla XXI. Diferencias relativas en valor absoluto respecto a las cifras oficiales EPA, para las series de ocupados de la Comunidad Valenciana y sus tres provincias, de los valores obtenidos tras emplear las matrices de España y de la Comunidad Valenciana.

Sector	Error relativo de series obtenidas con matriz de España (INE)					Error relativo de series obtenidas con matriz Comunidad Valenciana				
	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008	2008.I	2008.II	2008.III	2008.IV	2008
	Alicante					Alicante				
Agricultura	19.45	7.64	2.75	4.76	8.65	16.50	5.13	0.52	2.09	6.06
Industria	0.36	1.03	1.09	0.72	0.80	0.16	1.57	1.65	0.25	0.91
Construcción	0.60	0.63	2.05	2.22	1.38	0.23	0.24	3.62	4.63	2.18
Servicios	0.50	0.46	0.78	0.43	0.54	0.72	0.66	1.28	0.76	0.86
	Castellón					Castellón				
Agricultura	1.36	1.03	1.11	1.92	1.35	1.12	3.40	3.46	4.31	3.07
Industria	0.38	0.27	0.16	1.19	0.50	0.19	0.29	0.29	1.66	0.61
Construcción	1.15	0.17	2.56	2.63	1.63	0.64	0.58	1.81	1.65	1.17
Servicios	0.32	0.24	0.73	0.20	0.37	0.15	0.02	0.55	0.02	0.19
	Valencia					Valencia				
Agricultura	4.11	1.90	0.59	0.61	1.80	6.66	0.84	2.11	2.10	2.93
Industria	1.53	1.32	1.60	0.96	1.35	0.67	0.54	0.91	0.25	0.59
Construcción	1.86	1.91	1.44	2.18	1.85	1.01	1.18	0.82	1.43	1.11
Servicios	1.04	0.73	0.78	0.66	0.80	0.71	0.45	0.55	0.43	0.53
	Comunidad Valenciana					Comunidad Valenciana				
Agricultura	3.96	3.30	1.27	1.94	2.62	1.31	0.73	1.19	0.70	0.98
Industria	0.96	0.40	0.56	0.54	0.62	0.26	0.26	0.05	0.06	0.16
Construcción	1.36	1.29	0.43	0.84	0.98	0.56	0.51	0.52	0.47	0.52
Servicios	0.41	0.25	0.19	0.20	0.26	0.14	0.00	0.14	0.07	0.09

Fuente: elaboración propia

5.3. Comparación cíclica

En el apartado anterior se ha concluido que el traslado entre clasificaciones de los valores de la EPA podría ser mejorado utilizando la matriz de la Comunidad Valenciana. Comparando los valores de 2008 se observó que si se utiliza la matriz de la Comunidad Valenciana se obtienen valores más próximos a los publicados. Ahora bien, ¿qué impacto tiene el uso de una matriz sobre la evolución subyacente y los puntos de giro de las series?

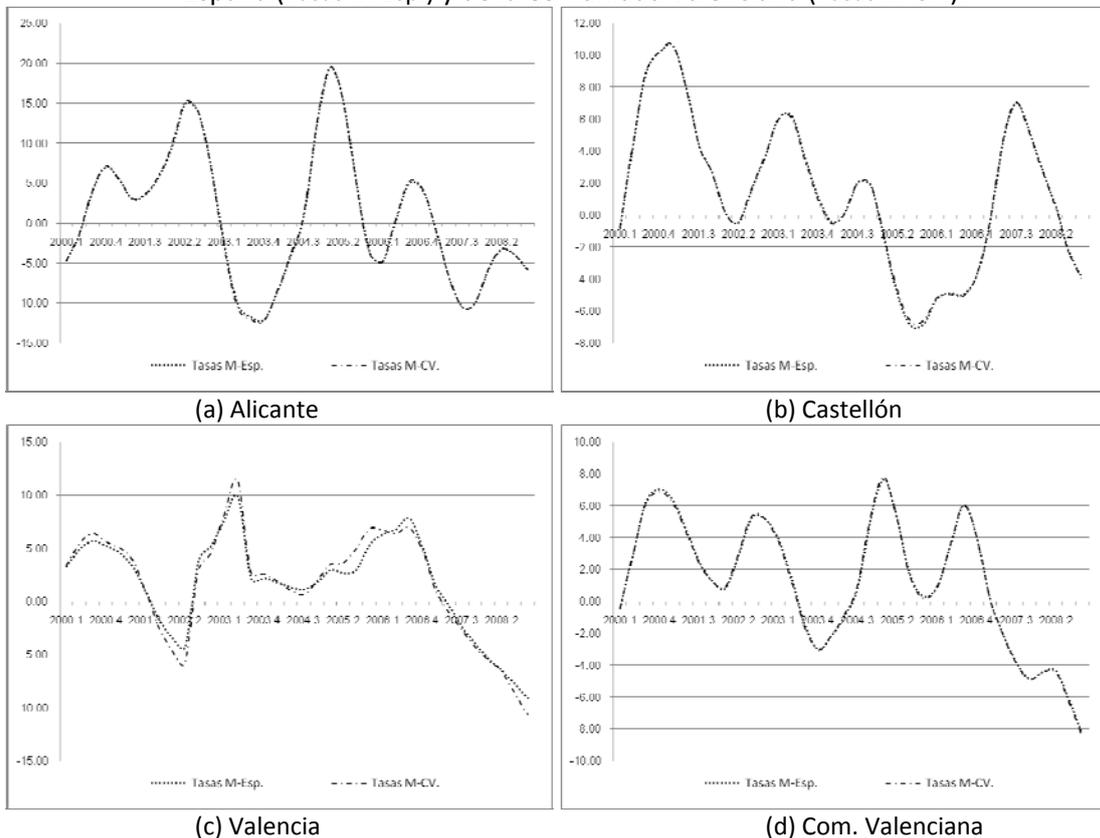
En esta subsección lo que se hace es comparar, para el período 1999.I a 2008.IV, los perfiles cíclicos de las 33 series de ocupados obtenidas tras trasladar con las matrices de España y la Comunidad Valenciana las series disponibles a dos dígitos y posteriormente agregarlas.

5.3.2.1. Sectores

Las señales cíclicas de las series de ocupados por sectores obtenidas no registran, en general, grandes diferencias, como se puede observar a partir de la Figura 6 donde a

modo de ejemplo se representan las señales cíclicas para cada ámbito territorial de industria. Las mayores diferencias se registran para las señales de construcción de Valencia y del agregado de la Comunidad Valenciana, donde al final del período analizado las series obtenidas con la matriz de España apuntan hacia una recuperación de la ocupación en el sector, mientras que las series obtenidas al aplicar la matriz de paso de la Comunidad Valenciana claramente muestran (al igual que ocurre para las series trasladadas para las provincias de Alicante y Castellón) que la ocupación en el sector está lejos de tocar fondo y continúa la caída que inició a mediados de 2007. Los resultados anteriores, sin duda, vienen a reforzar las conclusiones alcanzadas en el análisis en niveles. Si bien a nivel sectorial el uso de cualquiera de las dos matrices produce soluciones bastante parecidas, las soluciones que se obtienen empleando la matriz de la Comunidad Valenciana son claramente preferibles.

Figura 6. Comparaciones de evoluciones cíclicas (medidas en tasas de variación interanual sobre señales de ciclo-tendencia) de las series industriales trasladadas con las matrices de España (Tasas M-Esp.) y de la Comunidad Valenciana (Tasas M-CV.).

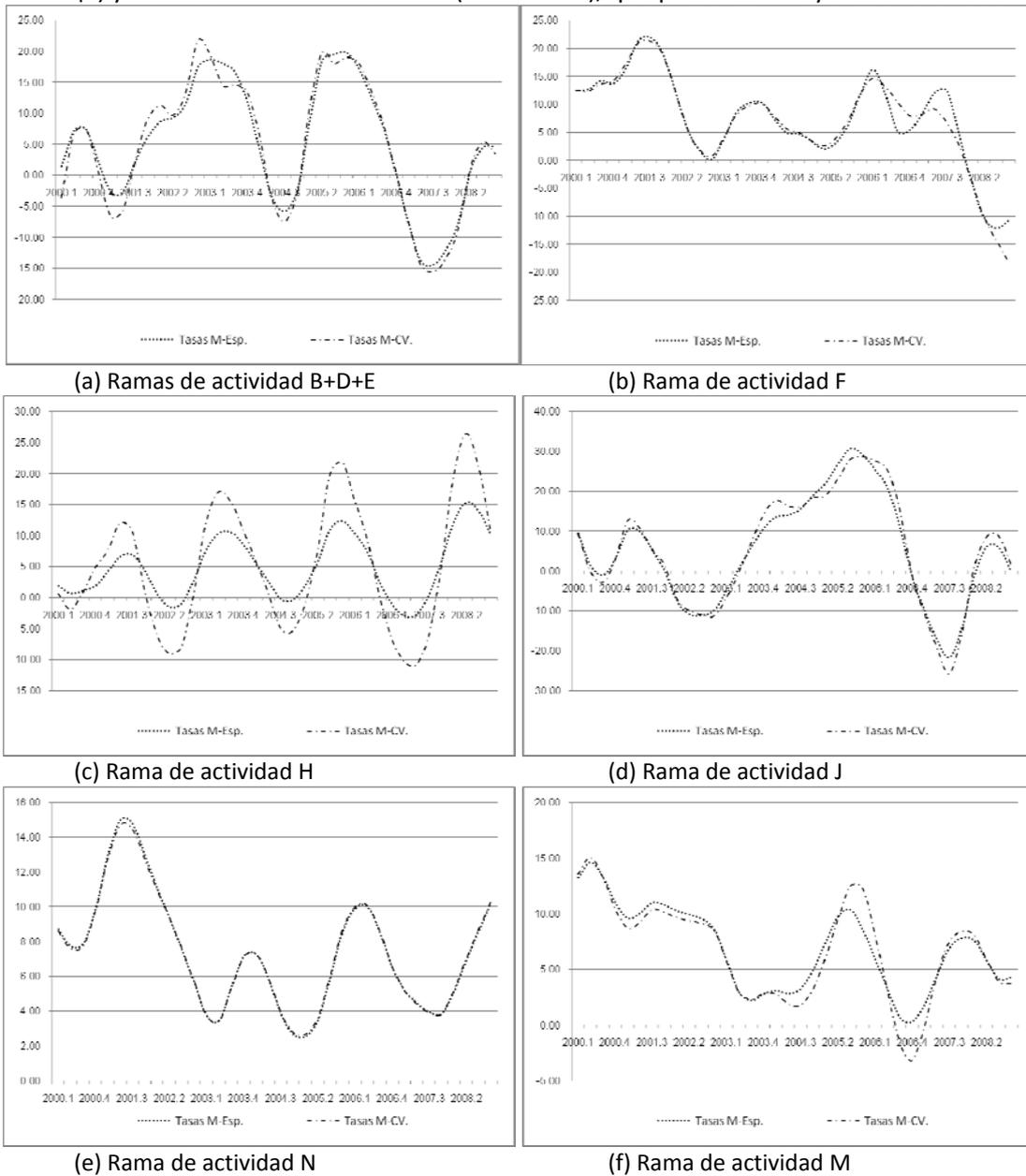


5.3.2.2. Ramas de actividad

Cuando el análisis se realiza sobre las señales cíclicas de las series por ramas de actividad las conclusiones son muy similares a las obtenidas para sectores. Las señales cíclicas para todas las ramas son prácticamente idénticas utilizando cualquiera de las dos matrices. Excepto para unas pocas ramas (B+D+E, F, H, J, N y M), cuyas representaciones de las señales cíclicas se ofrecen en la Figura 9, para el resto las

señales son casi absolutamente coincidentes. Es más, incluso para las ramas donde se observan algunas discrepancias, las diferencias son bastante escasas. Los puntos de giro de todas ellas, exceptuando la rama F para la que se presenta el problema ya reseñado en el apartado anterior al final del período de análisis, son coincidentes. Incluso en la rama H, para la que la serie trasladada con la matriz de la Comunidad Valenciana presenta ciclos con mayor amplitud que los de la serie trasladada con la matriz de España, se observan puntos de giro similares.

Figura 9. Comparaciones de evoluciones cíclicas (medidas en tasas de variación interanual sobre señales de ciclo-tendencia) de las ramas, trasladadas con las matrices de España (Tasas M-Esp.) y de la Comunidad Valenciana (Tasas M-CV.), que presentan mayores diferencias.



6. Conclusiones

Para evitar la pérdida de información histórica que supone la entrada en vigor en 2009 de la nueva Clasificación Nacional de Actividades Económicas en las series de EPA, el INE ha propuesto una metodología que permite el enlace de las series CNAE-1993 y CNAE-2009. El procedimiento de enlace se basa en trabajar con una matriz de paso nacional y el uso de los datos a nivel de división. En el ámbito regional el analista se encuentra, sin embargo, con una falta de disponibilidad de las series desagregadas regionales a nivel de división y una estructura del mercado de trabajo regional diferente a la del conjunto de España. Ante esta doble disyuntiva, este trabajo estudia cuál sería el impacto en las series enlazadas si (i) se trabajase en un nivel de agregación superior al de división y (ii) se utilizase una matriz de paso propia regional. El análisis se ha llevado a cabo para el caso de la Comunidad Valenciana y se centrado en las series de ocupados publicadas por el IVE.

A la luz de los resultados, se deduce que a nivel de rama de actividad el traslado de los valores agregados no parece generar, en general, resultados equivalentes a los que se obtienen cuando se trasladan los valores a nivel de división y posteriormente se agregan. Las causas de estas diferencias para aquellas ramas donde existen mayores diferencias se localizan en las diferentes estructuras productivas y, especialmente, en las diferentes composiciones de las distribuciones de transferencia que, entre divisiones, tienen las ramas de la Comunidad Valenciana y España. Empero lo anterior, es preciso notar que la estrategia recomendada por el INE tampoco es una panacea pues genera resultados claramente mejorables en aquellas agrupaciones donde más intensos han sido los cambios entre clasificaciones. Sectorialmente el panorama es muy diferente. De hecho, se puede afirmar que a nivel de sector y desde una perspectiva práctica la estrategia agregar-trasladar y la estrategia trasladar-agregar (propuesta por el INE) son básicamente equivalentes.

Por otro lado, la comparación de los resultados obtenidos mediante el uso de una matriz de transferencia propia de la Comunidad Valenciana frente a aquellos que se obtienen empleando la matriz de España, muestran que, en general, (i) con la matriz propia se obtienen mejores aproximaciones, que (ii) estas son relativamente de mayor calidad para las series trasladadas a CNAE-2009 y que (iii) por ramas de actividad se observa una mayor ventaja comparativa. A nivel sectorial, no obstante, el uso de cualquiera de las dos matrices produce soluciones bastante similares.

En resumen, se puede afirmar que, al menos para la Comunidad Valenciana, a nivel sectorial, el emplear una matriz propia o la matriz de España, y el trasladar las divisiones y luego agregar o trasladar directamente produce resultados prácticamente equivalentes; mientras que, por otra parte, a nivel de rama de actividad, se observa que, en general, es preferible trabajar con una matriz propia para no desvirtuar el significado de aquellas ramas donde existen más diferencias con España en cuanto a importancia y composición en su distribución de transferencia.

Finalmente, y teniendo en cuenta que los ficheros de microdatos anonimizados de la EPA están disponibles a nivel de grupo (3 dígitos) y el hecho de que como se ha obtenido en este trabajo incluso la estrategia recomendada por el INE genera soluciones claramente mejorables a nivel de sección, sería sumamente interesante abordar, en una futura investigación, el estudio del efecto que tendría en las series

trasladadas el trabajar con una matriz de paso a nivel de grupo en lugar de a nivel de rama. Siempre y cuando los tamaños muestrales lo permitiesen, las conclusiones logradas podrían ser de utilidad, además de para el conjunto de analistas económicos, para el propio INE y para las agencias estadísticas de las regiones de mayor tamaño.

Agradecimientos

La investigación reportada en este artículo describe parte de los trabajos realizados por los autores con motivo del contrato de prestación de servicios "Recodificación de las Series EPA de la Comunidad Valenciana de acuerdo al último cambio en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, y Análisis de sus Efectos" suscrito por el Instituto Valenciano de Estadística con la Universitat de Valencia. Los autores desean agradecer a dos evaluadores anónimos sus valiosos comentarios y a los responsables del Servicio de Estadísticas Económicas, Demográficas y Sociales del Instituto Valenciano de Estadística (IVE) y a Miguel Ángel García Martínez del Instituto Nacional de Estadística (INE) su inestimable ayuda, paciencia y respuestas a nuestros interrogantes. Por supuesto, cualquier inexactitud que persista es responsabilidad única de los autores.

Referencias

- INE (2008a) Correspondencia CNAE-93 Rev.1 con CNAE-2009, http://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/cnae93rev1_cnae2009.xls
- INE (2008b) Introducción a la CNAE-2009, http://www.ine.es/daco/daco42/clasificaciones/cnae09/int_cnae_2009.pdf
- INE (2009b) Enlace entre la CNAE 93 y la CNAE 09: matrices de paso de una a otra, http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/matriz_conversion_retro0009.xls
- INE (2009a) Matrices de doble codificación CNAE-93 – CNAE-2009, http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/nota_epa_retro0009.pdf
- INE (2009c) *Clasificación Nacional de Actividades Económicas CNAE-2009*. INE, Madrid.
- Kaiser, R. y Maravall, A. (1999) "Estimation of the business cycle: A modified Hodrick-Prescott filter", *Spanish Economic Review*, 1, 175-206.
- Niemira, M.P. y Klein, P.A. (1994) *Forecasting financial and economic cycles*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Stekler, H.O. (1991) "Turning Point Predictions, Errors and Forecasting Procedures", en Kajal Lahiri y Geoffrey H. Moore (eds.). *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*. Nueva York: Cambridge University Press, pp. 169-179.

ANEXO I. Relación entre divisiones y ramas de actividad en series IVE

Tabla A.1. Correspondencia entre divisiones y ramas de actividad con clasificación CNAE-1993.

Rama	Descripción actividad económica	Divisiones
A + B	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Pesca	01-02, 05
C	Industrias de alimentación, bebidas y tabaco; Textil y confección; Cuero y calzado; Madera y corcho; Papel, edición y artes gráficas	15 - 22
D	Industrias extractivas; Refino de petróleo; Industria química; Transformación de caucho, metalurgia; Energía y agua	10-14, 23-28, 40-41
E	Construcción de maquinaria, material eléctrico, material de transporte e industrias manufactureras diversas	29 - 37
F	Construcción	45
G	Comercio; Reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	50-52
H	Hostelería	55
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	60-64
J	Intermediación financiera	65-67
K	Actividades inmobiliarias y de alquiler; Servicios empresariales	70-74
L	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	75
M	Educación	80
N	Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	85
O + Q	Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; Servicios personales; Organismos extraterritoriales (O+Q)	90-93, 99
P	Actividades de los hogares	95

Tabla A.2. Correspondencia entre divisiones y ramas de actividad con clasificación CNAE-2009.

Rama	Descripción actividad económica	Divisiones
A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	01-03
B+D+E	Industrias extractivas; Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	05-09, 35-39
C	Industria manufacturera	10-33
F	Construcción	41-43
G	Comercio al por mayor y al por menor; Reparación de vehículos de motor y motocicletas	45-47
H	Transporte y almacenamiento	49-53
I	Hostelería	55-56
J	Información y comunicaciones	58-63
K	Actividades financieras y de seguros	64-66
L	Actividades inmobiliarias	68
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas	69-75
N	Actividades administrativas y servicios auxiliares	77-82
O	Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	84
P	Educación	85
Q	Actividades sanitarias y de servicios sociales	86-88
R+S+U	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento; Otros servicios; Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales	90-93, 94-96, 99
T	Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico; Actividades de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	97-98

ANEXO II. Códigos y ponderaciones de las divisiones de CNAE-1993 a dos dígitos

Cód.	Descripción	España	C.Val.
01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de los servicios relacionados con las mismas	3.95	3.14
02	Selvicultura, explotación forestal y actividades de los servicios relacionados con las mismas	0.16	0.04
05	Pesca, acuicultura y actividades de los servicios relacionados con las mismas	0.24	0.15
10	Extracción y aglomeración de antracita, hulla, lignito y turba	0.03	0.01
11	Extracción de crudos de petróleo y gas natural; actividades de los servicios relacionados con las explotaciones petrolíferas y de gas, excepto actividades de prospección	0.02	0.01
12	extracción de minerales de uranio y torio	0.00	0.00
13	Extracción de minerales metálicos	0.01	0.00
14	Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	0.20	0.32
15	Industria de productos alimenticios y bebidas	2.48	2.39
16	Industria del tabaco	0.03	0.02
17	Industria textil	0.42	0.95
18	Industria de la confección y de la peletería	0.42	0.34
19	Preparación curtido y acabado del cuero; fabricación de artículos de marroquinería y viaje; artículos de guarnicionería talabartería y zapatería	0.26	1.31
20	Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	0.52	0.85
21	Industria del papel	0.21	0.26
22	Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0.90	0.72
23	Coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	0.09	0.05
24	Industria química	0.98	0.85
25	Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	0.54	0.91
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1.04	2.45
27	Metalurgia	0.55	0.29
28	Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1.83	2.00
29	Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	1.28	1.05
30	Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	0.05	0.01
31	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0.44	0.44
32	Fabricación de material electrónico; fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	0.18	0.19
33	Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión, óptica y relojería	0.18	0.23
34	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1.10	0.68
35	Fabricación de otro material de transporte	0.40	0.24
36	Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras	1.10	1.49
37	Reciclaje	0.07	0.09
40	Producción y distribución de energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente	0.36	0.13
41	Captación, depuración y distribución de agua	0.20	0.21
45	Construcción	11.88	12.95
50	Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores; venta al por menor de combustible para vehículos de motor	2.23	2.12
51	Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas	4.01	5.35
52	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores; reparación de efectos personales y enseres domésticos	9.74	10.44
55	Hostelería	7.17	7.91
60	Transporte terrestre; transporte por tuberías	3.04	3.38
61	Transporte marítimo, de cabotaje y por vías de navegación interiores	0.11	0.07
62	Transporte aéreo y espacial	0.26	0.14
63	Actividades anexas a los transportes; actividades de agencias de viajes	1.05	0.75

64	Correos y telecomunicaciones	1.38	0.94
65	Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones	1.56	1.29
66	Seguros y planes de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	0.66	0.54
67	Actividades auxiliares a la intermediación financiera	0.28	0.41
70	Actividades inmobiliarias	0.96	1.00
71	Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, de efectos personales y enseres domésticos	0.23	0.27
72	Actividades informáticas	1.19	0.63
73	Investigación y desarrollo	0.28	0.23
74	Otras actividades empresariales	7.58	6.60
75	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	6.31	4.21
80	Educación	5.59	5.02
85	Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	6.30	5.35
90	Actividades de saneamiento público	0.40	0.48
91	Actividades asociativas	0.42	0.28
92	Actividades recreativas, culturales y deportivas	2.01	1.93
93	Actividades diversas de servicios personales	1.39	1.44
95	Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico	3.72	4.46
99	Organismos extraterritoriales	0.01	0.01

ANEXO III. Códigos y ponderaciones de las divisiones de CNAE-2009 a dos dígitos

Cod.	Descripción	España	C.Val.
01	Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados con las mismas	3.65	2.85
02	Silvicultura y explotación forestal	0.16	0.01
03	Pesca y acuicultura	0.24	0.15
05	Extracción de antracita, hulla y lignito	0.03	0.00
06	Extracción de crudo de petróleo y gas natural	0.02	0.00
07	Extracción de minerales metálicos	0.01	0.00
08	Otras industrias extractivas	0.20	0.32
09	Actividades de apoyo a las industrias extractivas	0.01	0.01
10	Industria de la alimentación	2.20	2.26
11	Fabricación de bebidas	0.28	0.12
12	Industria del tabaco	0.03	0.02
13	Industria textil	0.39	0.93
14	Confección de prendas de vestir	0.43	0.27
15	Industria del cuero y del calzado	0.28	1.39
16	Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	0.52	0.86
17	Industria del papel	0.22	0.27
18	Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0.52	0.48
19	Coquerías y refino de petróleo	0.09	0.05
20	Industria química	0.66	0.75
21	Fabricación de productos farmacéuticos	0.32	0.10
22	Fabricación de productos de caucho y plásticos	0.53	0.89
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1.04	2.45
24	Metalurgia; fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones	0.56	0.29
25	Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1.84	1.97
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	0.27	0.24
27	Fabricación de material y equipo eléctrico	0.48	0.43
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	0.78	0.69
29	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1.15	0.71
30	Fabricación de otro material de transporte	0.34	0.18
31	Fabricación de muebles	0.85	1.31
32	Otras industrias manufactureras	0.27	0.32
33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo	0.52	0.46
35	Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	0.36	0.13
36	Captación, depuración y distribución de agua	0.20	0.21
37	Recogida y tratamiento de aguas residuales	0.03	0.05
38	Recogida, tratamiento y eliminación de residuos; valorización	0.34	0.37
39	Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de residuos	0.03	0.04
41	Construcción de edificios	6.36	7.05
42	Ingeniería civil	0.92	0.83
43	Actividades de construcción especializada	4.82	5.44
45	Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas	1.91	1.67
46	Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas	4.01	5.35
47	Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas	9.89	10.79
49	Transporte terrestre y por tubería	3.04	3.38
50	Transporte marítimo y por vías navegables interiores	0.11	0.07

51	Transporte aéreo	0.26	0.14
52	Almacenamiento y actividades anexas al transporte	0.76	0.60
53	Actividades postales y de correos	0.61	0.53
55	Servicios de alojamiento	1.62	0.98
56	Servicios de comidas y bebidas	5.55	6.93
58	Edición	0.40	0.24
59	Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de televisión, grabación de sonido y edición musical	0.20	0.15
60	Actividades de programación y emisión de radio y televisión	0.24	0.14
61	Telecomunicaciones	0.77	0.41
62	Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática	1.06	0.57
63	Servicios de información	0.09	0.05
64	Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	1.57	1.30
65	Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social obligatoria	0.66	0.54
66	Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros	0.28	0.41
68	Actividades inmobiliarias	0.58	0.57
69	Actividades jurídicas y de contabilidad	1.58	1.46
70	Actividades de las sedes centrales; actividades de consultoría de gestión empresarial	0.32	0.22
71	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	1.10	0.92
72	Investigación y desarrollo	0.28	0.23
73	Publicidad y estudios de mercado	0.45	0.31
74	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	0.53	0.39
75	Actividades veterinarias	0.08	0.11
77	Actividades de alquiler	0.24	0.27
78	Actividades relacionadas con el empleo	0.15	0.17
79	Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades relacionadas con los mismos	0.31	0.19
80	Actividades de seguridad e investigación	0.73	0.54
81	Servicios a edificios y actividades de jardinería	2.79	2.83
82	Actividades administrativas de oficina y otras actividades auxiliares a las empresas	0.35	0.18
84	Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	6.30	4.21
85	Educación	5.67	5.06
86	Actividades sanitarias	4.40	3.94
87	Asistencia en establecimientos residenciales	1.06	0.95
88	Actividades de servicios sociales sin alojamiento	0.76	0.34
90	Actividades de creación, artísticas y espectáculos	0.28	0.39
91	Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales	0.19	0.16
92	Actividades de juegos de azar y apuestas	0.29	0.29
93	Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento	0.78	0.79
94	Actividades asociativas	0.42	0.28
95	Reparación de ordenadores, efectos personales y artículos de uso doméstico	0.28	0.11
96	Otros servicios personales	1.39	1.44
97	Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico	3.72	4.46
98	Actividades de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	0.00	0.00
99	Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales	0.01	0.01

ANEXO IV. Comparación entre las diferencias en las distribuciones de transferencia de CNAE-2009 a CNAE-1993 entre España y la Comunidad Valenciana

Tabla A.3. Principales diferencias a nivel de división de distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-2009 y CNAE-1993 para España y la Comunidad Valenciana.

CNAE-2009	CNAE-1993	España	Comunidad Valenciana	CNAE-2009	CNAE-1993	España	Comunidad Valenciana
5	10	100.00	0.00	32	19	0.10	0.00
6	11	100.00	0.00	32	20	0.61	0.00
7	13	100.00	0.00	32	24	1.23	0.00
9	11	64.57	100.00	32	25	1.59	3.98
9	14	35.43	0.00	32	26	0.13	0.00
63	72	40.25	21.84	32	28	0.68	0.00
63	74	30.11	62.45	32	29	0.22	3.48
63	92	29.64	15.72	32	33	41.26	54.16
27	29	22.55	7.28	32	36	54.18	38.38
27	31	75.69	91.79	58	22	95.07	100.00
27	32	1.76	0.93	58	72	4.93	0.00
26	24	1.72	1.64	35	15	1.00	5.88
26	30	14.26	1.26	35	40	99.00	94.12
26	31	3.91	6.56	52	50	2.66	7.45
26	32	58.89	70.78	52	63	97.34	92.55
26	33	21.22	19.76	38	23	0.09	0.00
				38	37	20.51	24.46
				38	90	79.40	75.54

Tabla A.4. Distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-2009 y CNAE-1993 a nivel sectorial para España y la Comunidad Valenciana.

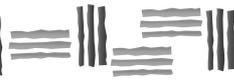
		CNAE-1993			
	CNAE-2009	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios
España	Agricultura	99.99			0.01
C.Valenciana		100.00			-
España	Industria		97.84	0.00	2.16
C.Valenciana			97.87	0.00	2.13
España	Construcción		0.12	98.01	1.87
C.Valenciana			0.09	97.24	2.68
España	Servicios	0.44	0.66	0.01	98.90
C.Valenciana		0.48	0.40	-	99.12

Tabla A.5. Distribuciones porcentuales de transferencia entre CNAE-2009 y CNAE-1993 a nivel de rama de actividad para España y la Comunidad Valenciana.

CNAE		CNAE-1993														
2009		A+B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O+Q	P
Esp	A	99.99									0.01					
CV	A	100									-					
Esp	B+D+E		0.29	67.12	5.64										26.95	
CV	B+D+E		0.70	58.46	7.91										32.93	
Esp	C	0.00	33.41	34.44	32.06		0.00				0.08					
CV	C	-	37.80	37.51	24.57		-				0.12					
Esp	F			0.05	0.07	98.01					1.87					
CV	F			0.06	0.03	97.24					2.68					
Esp	G						100									
CV	G						100									
Esp	H						0.43		99.57							
CV	H						0.95		99.05							
Esp	I							100								
CV	I							100								
Esp	J		13.91		0.02				28.14		41.36				16.57	
CV	J		15.49		-				26.30		39.13				19.08	
Esp	K									99.84	0.16					
CV	K									99.41	0.59					
Esp	L										100					
CV	L										100					
Esp	M								0.01		98.24			1.75		
CV	M								-		96.86			3.14		
Esp	N	6.47		0.07		0.17			6.69		84.97	0.07			1.56	
CV	N	7.52		-		-			4.48		85.55				2.45	
Esp	O											100				
CV	O											100				
Esp	P										1.25		98.56		0.19	
CV	P										0.63		99.33		0.04	
Esp	Q													100		
CV	Q													100		
Esp	R+S+U	0.03	0.02		1.63		4.28				1.73	0.03			92.28	
CV	R+S+U	-	-		0.55		1.84				0.73	-			96.87	
Esp	T															100
CV	T															100



UNIVERSIDAD
PABLO
OLAVIDE
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (14). Páginas 124–136.
Diciembre de 2012. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=64>

Estimación de reservas en una compañía aseguradora. Una aplicación en Excel del método Chain-Ladder y Bootstrap

ÁLVAREZ-JAREÑO, JOSÉ ANTONIO

Centro Universitario EDEM

Universidad de Valencia

Correo electrónico: Jose.A.Alvarez@uv.es

COLL-SERRANO, VICENTE

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Valencia

Correo electrónico: Vicente.Coll@uv.es

RESUMEN

Las compañías aseguradoras deben calcular la cuantía de las reservas y la dotación de provisiones para hacer frente al pago de siniestros que o bien no han sido comunicados o bien no han sido cerrados. En este trabajo, se aplica el método *Chain-Ladder* para la estimación puntual de las reservas y, posteriormente, se recurre al *bootstrap* para obtener el error de muestreo y una estimación por intervalos. Dado que el cálculo de las reservas es un problema real al que se enfrentan las aseguradoras, su resolución es de gran interés para los estudiantes de Ciencias Actariales. Para facilitar la comprensión y el seguimiento del proceso a desarrollar, los métodos *Chain-Ladder* y *bootstrap* se ejecutan paso a paso en una aplicación Excel diseñada *ad hoc*.

Palabras clave: bootstrap; método Chain-Ladder; reservas; aseguradora; Excel.

Clasificación JEL: G22; C12; C63.

MSC2010: 62F10; 62F40; 97M30.

Estimating the Reserves in Insurance Companies: An Excel Application of the Chain-Ladder Method and Bootstrap

ABSTRACT

Insurance companies have to estimate reserves and provisions to cover the payment of either unreported claims or unsettled claims. In this paper, we apply the Chain-Ladder method to obtain a point estimate of reserves, and then we use the bootstrap technique to estimate the margin of error and the confidence interval of the reserves. Since estimating reserves is a real problem which insurance companies have to face, its solving has a special interest for students of Actuarial Sciences. To ease the understanding and monitoring the process, the Chain-Ladder method and bootstrap is run step by step by using an Excel application designed for that purpose.

Keywords: bootstrap; Chain-Ladder method; reserves; insurance company; Excel.

JEL classification: G22; C12; C63.

MSC2010: 62F10; 62F40; 97M30.



1. INTRODUCCIÓN

Mike vivía con su esposa e hijo en una pequeña casa con jardín en las afueras de Zúrich. Deportista y amante de la naturaleza, Mike no tenía coche, utilizaba el transporte público, eso sí, siempre que no pudiese desplazarse en bicicleta. En abril del año 2000 Mike sufrió un grave accidente de automóvil, viajaba como acompañante en el vehículo de su amigo Paul. Comunicado el siniestro a la aseguradora, se fijó una provisión de 2,5 millones de francos suizos. Como resultado del trágico accidente, Mike sufrió un trauma cerebral y quedó parapléjico. Tras un largo proceso de rehabilitación, Mike consiguió recuperarse y no depender de nadie para desenvolverse en su vida cotidiana, aunque había quedado postrado de por vida en una silla de ruedas. El siniestro se cerró en 2003, con posibilidad de revisión, por un coste total de 2,8 millones de francos suizos. Mike se reincorporó a media jornada a su antiguo puesto de trabajo. No obstante, la empresa observó un rendimiento bajo y le propuso un cambio en las tareas a realizar. Mike terminó aceptando, aunque no de buen grado. Finalmente, en el año 2006 los peritos médicos dictaminaron incapacidad permanente absoluta en el caso de Mike, por lo que se efectuó un pago adicional de 1,2 millones de francos suizos. En consecuencia, transcurridos 6 años desde el accidente, el coste total del siniestro ascendía a 4 millones de francos suizos.

Las compañías aseguradoras están obligadas a provisionar los siniestros de sus asegurados, pero se encuentran con algunos inconvenientes a la hora de estimar esas provisiones. En ocasiones, los siniestros no se declaran en el mismo momento de su ocurrencia, ya sea, por ejemplo, por descuido del asegurado o por desconocimiento de los resultados finales. En otras ocasiones, las consecuencias del siniestro evolucionan, positiva o negativamente, con lo que la indemnización final es variable. Esto último es precisamente lo que ocurrió con el expediente de Mike. Estimar las reservas es de vital importancia para las compañías aseguradoras. Las reservas sirven para hacer frente a los siniestros pendientes de liquidación y figuran en balance, de forma que los incrementos de reservas constituyen un gasto para la compañía en tanto que las minoraciones suponen ingresos. Para los seguros de responsabilidad civil las reservas son particularmente importantes porque puede ser muy amplio el periodo de tiempo que transcurre entre la ocurrencia, la identificación y la liquidación del siniestro. En el caso de nuestro protagonista, Mike, el proceso se prolongó durante 6 años.

En este trabajo se plantea un problema real al que tienen que hacer frente las compañías de seguros: el cálculo de las reservas y provisiones de siniestros, y cómo se resuelve mediante una aplicación de Excel diseñada *ad hoc*. Desde un punto de vista pedagógico, esta aplicación resulta de gran utilidad puesto que (i) facilita a los estudiantes de estadística actuarial la comprensión de un método de simulación como el bootstrap, muy utilizado en esta disciplina y (ii) facilita también el seguimiento, paso a paso, de todo el proceso que es necesario realizar para dar respuesta al problema planteado.

El resto del artículo se estructura como sigue. En el apartado 2 se desarrolla el método Chain-Ladder, al que se aplicará un método de remuestreo para obtener un intervalo de confianza para la estimación de las reservas. En el apartado 3 se presentan los datos a utilizar y los resultados obtenidos a partir de la aplicación Excel diseñada para ilustrar todo el proceso de

cálculo (puede descargarse una copia del fichero Excel de la dirección web www.uv.es/vcoll/revistas.htm). Por último, el apartado 4 se dedica a las conclusiones.

2. METODOLOGÍA

2.1. El método Chain-Ladder para el cálculo de reservas

Existen diferentes métodos para la estimación de las reservas y las dotaciones para las provisiones de siniestros, de tal manera que cada compañía utilizará el que mejor se adapte a su estructura de negocio y a su experiencia siniestral. Puede consultarse una revisión de diversos métodos para la obtención de estimaciones puntuales en Taylor (1986), Institute of Actuaries (1989) y Albaran y Alonso (2010). En este trabajo proponemos utilizar el método Chain-Ladder para la estimación puntual de las reservas. A continuación se describe brevemente el método a aplicar. El método *Chain-Ladder* está basado en la utilización de la información histórica disponible respecto de los pagos por siniestros. En este método, el patrón de pagos (Tabla 1) se dispone en forma de triángulo (también conocido como *run-off triangle*) para estimar la evolución de los pagos futuros.

Tabla 1. Patrón de los datos disponibles.

Origen	Año de desarrollo						
Año	1	2	...	j	...	n-1	n
1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1j}	...	$C_{1,n-1}$	$C_{1,n}$
2	C_{21}	C_{22}	...	C_{2j}	...	$C_{2,n-1}$	
...			
i	C_{i1}	C_{i2}	...	C_{ij}			
...					
n-1	$C_{n-1,1}$	$C_{n-1,2}$					
n	$C_{n,1}$						

En la Tabla 1, $C_{i,j}$ representa la cuantía total de los siniestros ocurridos o notificados en el año i que se han pagado hasta el año j .

$$C_{i,j} = \sum_{h=1}^j X_{i,h} \quad (j=1,2,\dots,n \quad j \leq i) \quad (1)$$

donde $X_{i,h}$ es la cuantía pagada en el año h correspondiente a los siniestros ocurridos en el año i .

Para estimar la proporción de cambio de un ejercicio a otro ($R_{i,j}$) se calcula una media ponderada de los factores de conexión (*link ratios*), en donde cada valor se pondera con la siniestralidad que le precede. Se definen los $R_{i,j}$ de la siguiente forma:

$$R_{i,j} = \frac{C_{i,j+1}}{C_{i,j}} \quad (i=1,2,\dots,n ; j=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

Para el ejercicio j de desarrollo, la tasa de modificación de la liquidación de siniestros (R_j) vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R_i = \frac{\sum_{t=j}^{i-j-1} C_{tj} \cdot R_{tj}}{\sum_{t=j}^{i-j-1} C_{tj}} = \frac{\sum_{t=j}^{i-j-1} C_{tj+1}}{\sum_{t=j}^{i-j-1} C_{tj}} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

A partir de las proporciones anteriores se calculan los factores de proyección (F_k) de la siguiente forma:

$$F_k = \prod_{j=k}^n R_j \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

Con estos factores se estimarán los valores $\hat{C}_{i,n} = C_{i,n-1} \cdot F_i$ que faltan en el triángulo (Tabla 1) hasta completar el rectángulo. La provisión total vendrá dada por la diferencia entre la suma de estas estimaciones y los importes ya dotados.

2.2. Técnica bootstrap de remuestreo

Para evaluar los estimadores obtenidos a través del método Chain-Ladder se aplicará un procedimiento conocido como bootstrap¹ (Efron y Tibshirani, 1993). Este análisis, que no precisa ningún supuesto sobre la distribución poblacional, está basado totalmente en la distribución empírica. Cabe distinguir entre el bootstrap paramétrico (se conoce la función de distribución responsable de la generación de los valores que se desea analizar) y el no paramétrico (se desconoce por completo). En el caso concreto que nos ocupa será de aplicación el segundo de éstos, el bootstrap no paramétrico, ya que se desconoce la distribución de los pagos efectuados anualmente ($X_{i,j}$).

Sea $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ el vector de datos y $T_n(X)$ el estadístico de interés calculado a partir de ellos. El bootstrap es una técnica que consiste básicamente en extraer de la población X un número B grande de muestras aleatorias (generalmente entre 50 y 200) con reemplazamiento de tamaño n . Así, los datos de la muestra original pueden aparecer una o más veces, o pueden no aparecer, en las sucesivas muestras generadas. Cada una de las muestras extraídas se denomina muestra bootstrap. Por tanto, si se representa por $(X^{*1}, X^{*2}, \dots, X^{*n})$ las B muestras bootstrap de tamaño n , los valores del estadístico en estudio, T_n , en cada una de ellas vendrán dados por: $T_n(X^{*1}), T_n(X^{*2}), \dots, T_n(X^{*B})$, que reciben el nombre de replicaciones bootstrap. Estos B valores forman una distribución de frecuencias a partir de la cual pueden obtenerse características de la muestra como, por ejemplo, la media o la desviación típica, definidas como los estimadores bootstrap de las correspondientes características de la distribución en el muestreo del estimador T_n (esperanza de T_n , error de muestreo de T_n , etc). Inclusive, la propia distribución de frecuencias construida a partir de las replicaciones bootstrap se denomina estimador bootstrap de la distribución en el muestreo T_n .

Si representamos por $T_n(\cdot)$ la media aritmética de las replicaciones bootstrap, en ocasiones denominado estimador bootstrap de la media poblacional, tal que:

$$T_n(\cdot) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B T_n(X^{*b}) \quad (5)$$

¹ El término bootstrap procede de la expresión inglesa “*to pull oneself up by one’s bootstrap*”, la cual está tomada de una de las Aventuras del Barón Munchausen, personaje ficticio del siglo XVIII creado por el escritor Rudolph Erich Raspe. El barón había caído al fondo de un lago profundo y cuando creía que todo estaba perdido, tuvo la idea de ir subiendo tirando hacia arriba de los tiradores (bootstrap) de sus propias botas.

Entonces, el estimador bootstrap del error de muestreo vendrá dado por:

$$\hat{e}_{boot} = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B [T_n(X^{*b}) - T_n(\cdot)]^2} \quad (6)$$

2.3. Aplicación del método Chain-Ladder y bootstrap para la estimación de las reservas

La propuesta de esta metodología para dar una solución al problema de la estimación de reservas parte de England y Verrall (1999). Cuando el error de predicción tiene una expresión sumamente compleja, se recomienda la utilización del bootstrap, que como se ha visto anteriormente lo que hace es generar muestras a partir de los datos originales. Sin embargo, dado que las reservas suelen estimarse a partir de modelos de regresión, el remuestreo se realizará con los residuos de dicho modelo, tal y como sugieren Efron y Tibshirani (1993). Además, un aspecto de suma importancia consiste en determinar cuál será la expresión de los residuos; siendo los más habituales los obtenidos a partir de la medida de dispersión, los de Pearson y los de Anscombe. Dado que se desconoce la distribución de la variable ($X_{i,j}$) se remuestrearán los residuos. Para ello, se utilizará el residuo de Pearson, que tiene la propiedad de distribuirse asintóticamente como una Normal con media 0 y desviación 1. Así pues, se remuestrea una variable que tiene una distribución asintótica conocida. Para estimar las reservas se ejecutará el siguiente algoritmo consistente en un total de 9 pasos:

Paso 1. Se calculan los factores de proyección del método Chain-Ladder aplicando las expresiones dadas en (2), (3) y (4).

Paso 2. Se obtienen los valores acumulados estimados. Partiendo de la última diagonal, se calculan los valores de los años anteriores de forma recurrente, dividiendo el valor del año t entre el factor de proyección del año $t-1$.

Paso 3. Se calculan los incrementos anuales a partir de los valores estimados en el paso 2. La variación en las cantidades estimadas se calcula por filas.

$$m_{i,j} = \begin{cases} \hat{C}_{i,j} & j=1 \\ \hat{C}_{i,j} - \hat{C}_{i,j-1} & 1 < j ; j=N-i \end{cases} \quad (7)$$

donde $m_{i,j}$ son los incrementos estimados.

Paso 4. Obtención de los residuos adimensionales de Pearson. Para su cálculo será de aplicación la siguiente expresión:

$$\hat{r}_{i,j} = \frac{C_{i,j} - m_{i,j}}{\sqrt{m_{i,j}}} \quad (8)$$

Con el resultado de estos residuos se calculará el factor de escala o varianza de los residuos.

Paso 5. Se remuestrean los residuos obtenidos en el apartado anterior. Se utilizará la técnica bootstrap imponiendo la condición de que todos los residuos tengan la misma probabilidad de ser remuestreados.

Paso 6. Se calculan los incrementos a partir de la muestra obtenida por el método bootstrap. Se tendrán que deshacer los pasos 3 y 4, partiendo de la expresión de los residuos de Pearson, es decir:

$$\hat{C}_{i,j} = \hat{r}_{i,j} \cdot \sqrt{m_{i,j}} + m_{i,j} \quad (9)$$

Paso 7. Con los incrementos obtenidos en el paso 6, los datos acumulados se regeneran mediante adición.

Paso 8. Se vuelven a calcular los factores de proyección del método Chain-Ladder de las muestras regeneradas, utilizando las expresiones (2), (3) y (4). A partir de los datos acumulados se obtienen los factores de la muestra bootstrap.

Paso 9. Para finalizar, se obtienen las reservas a partir de la muestra bootstrap y sus factores de proyección.

El proceso de nueve pasos descrito se repite un número elevado de veces, procediendo a guardar el resultado de las reservas de cada anualidad y la reserva total. En la hoja Excel diseñada para la resolución del problema, se ha escrito una macro en VBA que permite guardar los resultados de cada remuestreo en la misma hoja de cálculo, y posteriormente, obtener el estadístico deseado, así como el error de remuestreo y los extremos del intervalo de confianza para una probabilidad dada.

Alonso y Albarrán (2010) sugieren que el número de repeticiones sea de 5.000 o incluso superior. En el ejemplo que incluyen en su trabajo realizan un total de 10.000 repeticiones. En cada una de las repeticiones se obtiene una nueva muestra y un nuevo valor de los estadísticos. El error estándar por regeneración es la desviación típica de los estadísticos obtenidos por el método bootstrap. No obstante, este método sólo utiliza los residuos, sin tener en cuenta cómo se han sido obtenidos, por lo que no sería comparable con su equivalente analítico, ya que ésta tendrá en cuenta el número de parámetros estimados. Es decir, no es equiparable los valores obtenidos a través de bootstrap a los que se obtienen a través de los intervalos de confianza conocida la distribución de la variable objeto de estudio.

3. RESULTADOS

3.1. Datos de la muestra

En la literatura actuarial existen diferentes muestras de datos disponibles, siendo las más habituales las de Taylor y Ashe (1983) o England y Verrall (2002). No obstante, en esta aplicación concreta se ha optado por utilizar una muestra correspondiente a los daños netos acumulados y pagados por siniestros de Responsabilidad Civil profesional de médicos en EE.UU. de la reaseguradora Swiss Re (2008).

Partiendo del triángulo de valores de siniestralidad acumulados (Tabla 2.) se procederá a la estimación de los valores de las próximas anualidades de seguro y, posteriormente, al cálculo de las reservas y las dotaciones para las provisiones técnicas.

Tabla 2. Daños netos acumulados y pagados en millones de USD.

Origen	Año de desarrollo										
	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	206	1.016	2.090	3.109	3.931	4.529	4.801	5.004	5.135	5.229	
1998	222	1.096	2.365	3.470	4.396	5.020	5.379	5.603	5.773		
1999	188	1.114	2.462	3.662	4.510	5.044	5.417	5.643			
2000	207	1.130	2.553	3.805	4.491	5.011	5.401				
2001	228	1.382	2.865	4.101	5.005	5.617					
2002	231	1.287	2.763	4.001	4.970						
2003	184	1.160	2.386	3.375							
2004	172	920	1.811								
2005	170	910									
2006	186										

Fuente: Swiss Re (2008) Sigma, N° 2/2008.

3.2. Estimación de las reservas: una aplicación con la hoja de cálculo Excel

Para resolver el problema de la estimación de las reservas y provisiones, se hace uso del libro Excel SwisRe2.xlsm², que contiene dos hojas de cálculo (con los nombres *Triangulos* y *Bootstrap*, respectivamente), que a su vez utilizan, directa o indirectamente, una macro que aplica la técnica bootstrap y guarda los resultados de cada remuestreo efectuado. El método Chain-Ladder proporciona una estimación puntual de las reservas, y lo que se pretende con la aplicación de las técnicas bootstrap es conocer el error de muestreo y, al mismo tiempo, poder determinar un intervalo de confianza con una probabilidad para esa estimación.

En la hoja *Triangulos* se efectúa, en primer lugar, el cálculo de las Reservas y de las dotaciones para provisiones de siniestros a través del Método Chain-Ladder (paso 1 del algoritmo). En la Tabla 3 se muestran los resultados, así como los factores de desarrollo.

Tabla 3. Cálculo de los $\hat{C}_{i,j}$ en millones de USD.

Origen	Año de desarrollo										
	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	206	1.016	2.090	3.109	3.931	4.529	4.801	5.004	5.135	5.229	
1998	222	1.096	2.365	3.470	4.396	5.020	5.379	5.603	5.773	5.879	
1999	188	1.114	2.462	3.662	4.510	5.044	5.417	5.643	5.803	5.909	
2000	207	1.130	2.553	3.805	4.491	5.011	5.401	5.627	5.787	5.893	
2001	228	1.382	2.865	4.101	5.005	5.617	6.016	6.268	6.446	6.564	
2002	231	1.287	2.763	4.001	4.970	5.613	6.012	6.264	6.441	6.559	
2003	184	1.160	2.386	3.375	4.161	4.699	5.033	5.243	5.392	5.491	
2004	172	920	1.811	2.644	3.259	3.680	3.942	4.107	4.224	4.301	
2005	170	910	1.928	2.815	3.470	3.919	4.198	4.374	4.498	4.580	
2006	186	1.030	2.183	3.187	3.929	4.437	4.753	4.952	5.092	5.185	

R_j	5,539	2,119	1,460	1,233	1,129	1,071	1,042	1,028	1,018	1
F_k	26,879	4,033	1,375	0,627	0,320	0,169	0,091	0,047	0,018	0

A continuación, a partir de los resultados obtenidos (Tabla 3) se procede al cálculo de las reservas totales y de las dotaciones para provisiones de siniestros de los próximos años

² La aplicación Excel puede ser descargada de www.uv.es/vcoll/revistas.htm.

(Tabla 4). Las reservas se obtendrán multiplicando el último valor acumulado de cada año por su factor de desarrollo ($5.773 \times 0,0183 = 105,65$), mientras que las dotaciones serán las sumas de los incrementos de los valores estimados de las diferentes diagonales.

Tabla 4. Reservas y las dotaciones mediante el método Chain-Ladder.

Año	Total reservas	Dotaciones
2006	0	0
2007	106	5.015
2008	266	4.110
2009	492	2.950
2010	947	1.959
2011	1.589	1.219
2012	2.116	707
2013	2.490	400
2014	3.670	223
2015	4.999	93
Total	16.676	16.676

Seguidamente, se ejecutan los pasos 2, 3 y 4 para obtener los residuos. Estos resultados se muestran en las Tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5. Cálculo de valores acumulados estimados.

Origen	Año de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	188	1.039	2.202	3.214	3.962	4.474	4.793	4.993	5.135	5.229
1998	211	1.168	2.475	3.613	4.454	5.030	5.388	5.614	5.773	
1999	212	1.174	2.488	3.632	4.478	5.057	5.416	5.643		
2000	211	1.171	2.481	3.622	4.465	5.042	5.401			
2001	235	1.304	2.764	4.035	4.974	5.617				
2002	235	1.303	2.762	4.032	4.970					
2003	197	1.091	2.312	3.375						
2004	154	855	1.811							
2005	164	910								
2006	186									

Tabla 6. Cálculo de variaciones estimadas.

Origen	Año de desarrollo									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1997	188	851	1.163	1.012	748	512	318	201	142	94
1998	211	957	1.307	1.138	841	576	358	226	159	
1999	212	962	1.314	1.144	845	579	360	227		
2000	211	959	1.310	1.141	843	577	359			
2001	235	1.069	1.460	1.271	939	643				
2002	235	1.068	1.459	1.270	938					
2003	197	894	1.221	1.063						
2004	154	700	956							
2005	164	746								
2006	186									

Tabla 7. Cálculo de los residuos de Pearson.

Origen	Año de desarrollo										
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1997	1,66	-1,75	-3,22	0,26	3,34	4,68	-3,20	0,20	-1,11	0,00	
1998	0,95	-3,32	-1,31	-1,21	3,62	2,47	0,08	-0,13	1,05		
1999	-2,03	-1,44	1,16	2,04	0,11	-2,31	0,88	-0,06			
2000	-0,37	-1,45	3,85	4,07	-6,68	-2,95	2,05				
2001	-0,60	3,22	0,76	-1,21	-1,42	-1,52					
2002	-0,34	-0,45	0,57	-1,10	1,24						
2003	-1,14	3,39	0,18	-2,81							
2004	1,76	2,23	-2,61								
2005	0,55	-0,26									
2006	0,00										

Para proceder a realizar un remuestreo de los residuos (paso 5), en la hoja Excel se numeran los 55 residuos del 0 al 54, se genera para cada uno de ellos un número aleatorio entre 0 y 54, y en función del resultado se le asigna el residuo correspondiente. Cada uno de los nuevos residuos se coloca en la correspondiente casilla del triángulo y se procede con los pasos 6, 7 y 8 para obtener los factores de proyección de la muestra bootstrap. Se deshace lo que se ha hecho inicialmente para obtener los resultados en función de los residuos aleatorios (Tabla 8).

Tabla 8. Cálculo de los $\hat{C}_{i,j}$ y los factores de proyección mediante bootstrap.

Origen	Año de desarrollo										
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1997	206	1.016	2.090	3.109	3.931	4.529	4.801	5.004	5.135	5.229	
1998	222	1.096	2.365	3.470	4.396	5.020	5.379	5.603	5.773	5.920	
1999	188	1.114	2.462	3.662	4.510	5.044	5.417	5.643	5.796	5.944	
2000	207	1.130	2.553	3.805	4.491	5.011	5.401	5.652	5.805	5.953	
2001	228	1.382	2.865	4.101	5.005	5.617	6.044	6.325	6.497	6.662	
2002	231	1.287	2.763	4.001	4.970	5.573	5.997	6.275	6.446	6.610	
2003	184	1.160	2.386	3.375	4.168	4.674	5.029	5.263	5.406	5.543	
2004	172	920	1.811	2.605	3.217	3.607	3.882	4.062	4.172	4.278	
2005	170	910	1.965	2.827	3.491	3.914	4.212	4.408	4.528	4.643	
2006	186	1.048	2.263	3.254	4.019	4.507	4.850	5.075	5.213	5.345	

R_j	5,633	2,160	1,439	1,235	1,121	1,076	1,046	1,027	1,025	1
F_k	27,738	4,102	1,362	0,642	0,330	0,186	0,102	0,053	0,025	0

Finalmente, las reservas y las dotaciones de provisiones (paso 9) se obtienen a partir de la muestra bootstrap y de los factores de proyección calculados (Tabla 9). Los resultados deben diferir de los obtenidos inicialmente por el método Chain-Ladder.

Tabla 9. Reservas y las Dotaciones a través del método bootstrap.

Año	Total reservas	Dotaciones
2006	0	0
2007	145	4.618
2008	284	4.363
2009	436	3.134
2010	1.047	2.320
2011	1.709	1.433
2012	2.087	669
2013	2.596	451
2014	3.556	298
2015	5.556	131
Total	17.417	17.417

Cabe destacar que cada cálculo que se efectúe será diferente del anterior. Por esta razón, para poder posteriormente obtener los estimadores bootstrap de las reservas y las dotaciones, así como el error de muestreo y el intervalo de confianza para un nivel de confianza dado (en el presente caso 90%), los resultados obtenidos deben almacenarse en una segunda hoja de cálculo (hoja con el nombre *Bootstrap*). Para realizar este proceso se ha diseñado una macro en VBA que permite realizar los remuestreos que se precisen. Cuando se ejecuta la macro, haciendo clic en el botón *Inicio Bootstrap* que se encuentra en la hoja *Bootstrap*, se debe indicar el número de repeticiones a efectuar. Por defecto se ha fijado el número de repeticiones en 100, aunque como se ha indicado anteriormente es necesario un número mucho más elevado para obtener los valores que se precisan.

Los resultados obtenidos después de aplicar la metodología bootstrap en 10.000 remuestreos se presentan en las Tablas 10 y 11. Como puede observarse en la Tabla 10, los estimadores bootstrap difieren mínimamente de las estimaciones puntuales obtenidas mediante el método Chain-Ladder, tanto para los diferentes años como para las reservas totales. La importancia de esta metodología reside en que permite el cálculo del error de muestreo y el intervalo de confianza sin tener un conocimiento previo de la función de distribución de la variable. El error de muestreo se obtiene calculando la desviación típica de las estimaciones bootstrap de los 10.000 remuestreos, y el intervalo de confianza mediante el percentil 5% y 95% de las mismas estimaciones.

Tabla 10. Estimación bootstrap para las reservas.

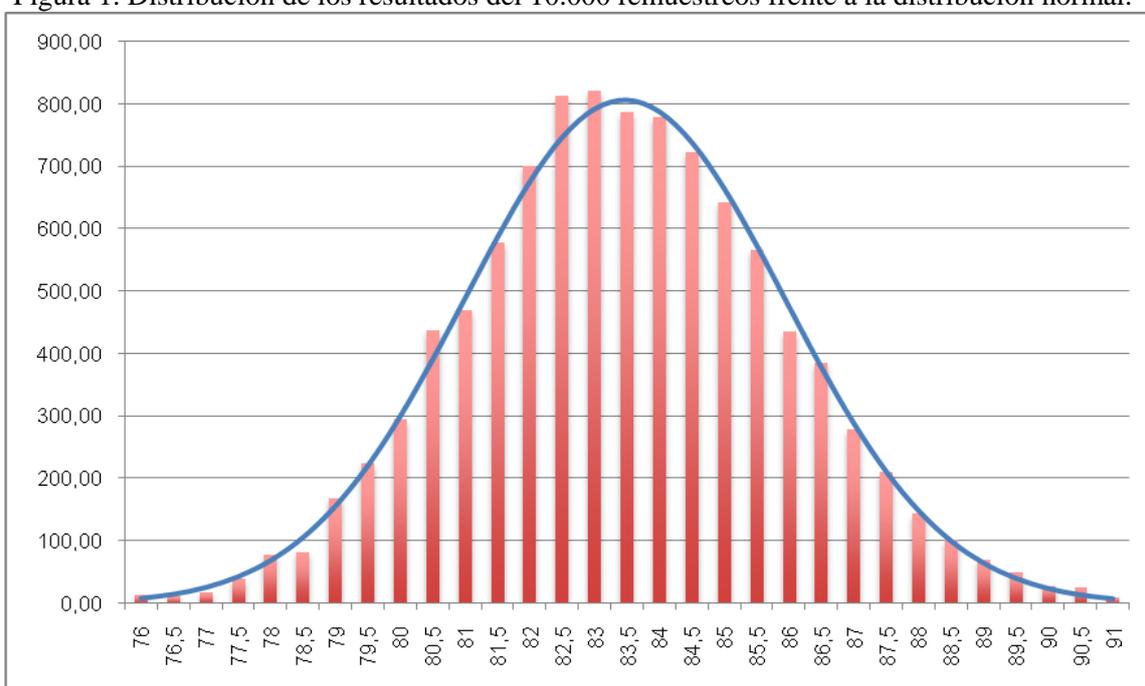
	Chain Ladder	Estimadores bootstrap	Error de muestreo	Intervalo 90%	
				Inferior	Superior
R1	106	105,79	24,31	70,32	147,99
R2	266	266,56	32,49	214,26	320,51
R3	492	492,79	38,32	430,08	556,21
R4	947	948,16	49,68	867,57	1.029,92
R5	1.589	1.588,96	60,11	1.490,84	1.688,14
R6	2.116	2.116,72	60,97	2.017,39	2.218,19
R7	2.490	2.490,65	62,50	2.388,91	2.593,72
R8	3.670	3.674,10	102,24	3.510,38	3.844,89
R9	4.999	5.015,41	276,18	4.585,74	5.491,19
Total	16.676	16.693,21	493,15	15.891,41	17.515,74

Tabla 11. Estimación bootstrap para las dotaciones para las provisiones de siniestros.

	Chain Ladder	Estimadores Bootstrap	Error de muestreo	Intervalo 90%	
				Inferior	Superior
R1	5.015	5.019,25	87,06	4.880,38	5.164,74
R2	4.110	4.115,79	100,63	3.955,44	4.282,18
R3	2.950	2.953,43	89,44	2.809,24	3.100,97
R4	1.959	1.961,05	73,23	1.843,32	2.084,87
R5	1.219	1.220,09	56,23	1.129,31	1.315,04
R6	707	708,39	42,69	638,86	779,52
R7	400	401,58	32,90	348,55	457,43
R8	223	223,80	27,73	178,60	269,50
R9	93	93,48	22,32	61,59	132,39
Total	16.676	16.693,06	498,54	15.888,94	17.538,30

En la Figura 1 se ha representado la distribución de las reservas obtenidas al realizar 10.000 remuestreos. Al ejecutar la macro puede observarse cómo va cambiando la representación gráfica de la distribución de las reservas y cómo a medida que el número de repeticiones es más elevado se va ajustando a la distribución normal.

Figura 1. Distribución de los resultados del 10.000 remuestreos frente a la distribución normal.



4. CONCLUSIONES

Las compañías aseguradoras deben proceder a la estimación de reservas y las dotaciones de provisiones para hacer frente a los pagos de siniestros que no han sido comunicados o que no se han cerrado. Si bien la estimación puede realizarse a través de diversos métodos, de hecho, las compañías aseguradoras utilizan uno u otro atendiendo a su estructura de negocio o su experiencia siniestral. En este trabajo se ha ilustrado cómo estimar las reservas y provisiones mediante un

método muy conocido, el método Chain-Ladder. Como las estimaciones obtenidas con este método son de carácter puntual, se aplica un procedimiento bootstrap para obtener los intervalos de confianza de las reservas y las provisiones y el error de muestreo. La utilización del bootstrap no paramétrico es necesaria debido a que se desconoce la función de distribución de los pagos realizados anualmente. La resolución del problema planteado se realiza con la ayuda de una aplicación Excel diseñada *ad hoc* para el caso. Sin duda, el uso de esta hoja de cálculo facilita la comprensión de todo el proceso y el aprendizaje de los estudiantes.

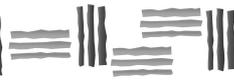
El procedimiento expuesto permite el cálculo de las estimaciones de los intervalos de confianza, incluso desconociéndose la función de distribución de la variable objeto de análisis y sin tener que realizar ningún tipo de supuesto. Partiendo de los datos históricos conocidos se obtendrán las estimaciones en base a la experiencia siniestral de cada compañía aseguradora. No obstante, esta metodología presupone que no se producirán modificaciones temporales en la estructura de los pagos realizados anualmente, hecho que no se ha comprobado empíricamente.

REFERENCIAS

- Alonso, P. y Albarrán, I. (2008) Análisis del riesgo en seguros en el marco de Solvencia II: Técnicas estadísticas avanzadas Monte Carlo y Bootstrapping. *Cuadernos de la Fundación* 119. Fundación MAPFRE, Madrid.
- Alonso, P. y Albarrán, I. (2010) Métodos Estocásticos de Estimación de las Provisiones Técnicas en el marco de Solvencia II. *Cuadernos de la Fundación* 158. Fundación MAPFRE, Madrid.
- Efron, B. y Tibshirani, R. J. (1993) *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall, Londres.
- England, P y Verrall, R. (1999) “Analytic and bootstrap estimates of prediction errors in claim reserving”. *Insurance: Mathematics and Economics*, Vol. 25, pp. 281–293.
- England, P y Verrall, R. (2002) “Stochastic claims reserving in general insurance”. Presented to the Institute of Actuaries, 28 January 2002 [última fecha de consulta, 01.04.2012]: <http://www.actuaries.org.uk/sites/all/files/documents/pdf/sm0201.pdf>
- Institute of Actuaries (1989) *Claims reserving manual*. Institute of Actuaries, Londres.
- Pinheiro, P.J.R.; Andrade e Silva, J.M. y Centeno, M.L. (2003) “Bootstrap methodology in claim reserving”. *The Journal of Risk and Insurance*. Vol. 70, Nº. 4, pp. 701-714.
- Swiss Re (2008) “Constitución de reservas para siniestros no-vida: afrontando un desafío estratégico”. *Sigma*, Nº 2/2008, Zúrich [última fecha de consulta, 01.04.2012]: http://media.swissre.com/documents/sigma2_2008_es.pdf
- Taylor, G.C. (1986) *Claims reserving in non-life insurance*, North-Holland, Ámsterdam.
- Taylor, G. y Ashe, F.R. (1983) “Second Moments of Estimates of Outstanding Claims”. *Journal of Econometrics*, Vol. 23, pp. 37–71.



UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (14). Páginas 137–158.
Diciembre de 2012. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=65>

Satisfacción laboral de los asalariados en España

RICO BELDA, PAZ

Departamento de Análisis Económico

Universidad de Valencia

Correo electrónico: paz.rico@uv.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es identificar los factores determinantes del nivel de satisfacción laboral de los asalariados en España, haciendo especial hincapié en las diferencias de género y de nacionalidad. Para ello, se estima un modelo de respuesta múltiple ordenada, utilizando los datos de la Encuesta de Calidad de Vida en el Trabajo, para el período que abarca desde 2006 a 2010. Los resultados obtenidos muestran que, después de controlar por las características personales y laborales de los asalariados, se obtiene un diferencial positivo en la satisfacción laboral en favor de las mujeres, mientras que no se evidencia la existencia de un efecto diferencial entre los asalariados nativos e inmigrantes. Por otro lado, la estabilidad laboral, la implicación del trabajador con la empresa, un buen clima empresarial y la conciliación entre la vida laboral y familiar afectan positivamente en la satisfacción laboral, mientras que los desajustes formativos y de horas de trabajo influyen negativamente en el bienestar del trabajador.

Palabras clave: satisfacción laboral; diferencias de género; inmigración; modelos de respuesta múltiple ordenada; efectos marginales.

Clasificación JEL: C25; J28.

MSC2010: 62P20; 91B06; 91B14.

Job Satisfaction of Employees in Spain

ABSTRACT

The aim of this paper is to identify the explanatory factors of job satisfaction of employees in Spain, with special emphasis on gender and nationality differences. For doing that, an ordered multiple answer model will be estimated, using data from the Living Standards Quality in the Job corresponding to years 2006 to 2010. The results show that, after controlling by personal and employment characteristics of employees, there is a positive differential in job satisfaction level in favour of women. However, there is none of evidence that there is a nationality difference in job satisfaction. Moreover, the job stability, employees involvement in their companies, a good business climate and conciliation between career and familiar life affect positively to job satisfaction, but the mismatch in training and in working hours influence negatively to satisfaction of employees.

Keywords: job satisfaction; gender differences; ordered multiple answer models; immigration; marginal effects.

JEL classification: C25; J28.

MSC2010: 62P20; 91B06; 91B14.



1. INTRODUCCIÓN

La satisfacción en el trabajo es considerada por la Comisión Europea como un indicador de la calidad de los puestos de trabajo, y el análisis de sus determinantes ha sido bastante abundante desde los trabajos seminales de Hamermesh (1977), Freeman (1978) y Borjas (1979). La satisfacción de un trabajador con su trabajo y con su entorno laboral es un aspecto sumamente relevante para los encargados de dirigir una empresa. Son numerosas las investigaciones que han constatado que la fidelidad de un trabajador con su empresa, su productividad, su nivel de absentismo o su rotación laboral, dependen en un alto grado de su nivel de satisfacción laboral.¹ Asimismo, también se ha constatado que cuanto mayor es el nivel de satisfacción laboral de los trabajadores en una empresa, mayor es el nivel de satisfacción de sus clientes.²

A pesar de la abundante literatura sobre la satisfacción laboral en otros países, en España no son muy numerosos los trabajos centrados en esta cuestión.³ No obstante, en los últimos años han comenzado a proliferar trabajos que analizan la satisfacción laboral de los asalariados españoles desde distintas perspectivas.⁴ De la revisión de la literatura, puede deducirse que los factores más relevantes que afectan a la satisfacción laboral son las horas de trabajo, la flexibilidad de horario, la remuneración recibida, la estabilidad y la seguridad en el empleo.⁵ No obstante, las características de las tareas, las condiciones de trabajo, las posibilidades de ascenso, la participación en las decisiones, el estatus y las relaciones sociales en el puesto de trabajo también se han revelado como determinantes, entre otros factores, de la satisfacción laboral de los trabajadores.⁶

Por otro lado, algunos trabajos han encontrado diferencias significativas entre hombres y mujeres, observándose, paradójicamente, que, a pesar de existir habitualmente en las empresas discriminación salarial a favor de los hombres y mayor dificultad para las mujeres en acceder a puestos relevantes, las mujeres suelen presentar niveles de satisfacción laboral más elevados que los hombres.⁷ No obstante, Sousa-Poza y Sousa-Poza (2000) concluyen que dicha paradoja se produce en los países anglosajones, pero no en el resto de países analizados, entre ellos España. Por su parte, Álvarez (2005) y Gamero (2010) encuentran diferencias de género en nuestro país, en favor de las mujeres, mientras que Gamero (2004) no obtiene evidencia de diferencias de género en la satisfacción laboral. Por tanto, no se puede establecer una conclusión rotunda sobre si existen o no diferencias de género en relación a la satisfacción laboral en España. Otro aspecto interesante a considerar, es si existen diferencias en la valoración que del trabajo hacen los trabajadores foráneos y nacionales, teniendo en cuenta que habitualmente el colectivo de trabajadores extranjeros suele concentrarse en

¹ Ver Clark *et al.* (1998) y Ostroff (1992).

² Ver Rogers *et al.* (1994) y Fosam *et al.* (1998).

³ Bòria-Reverter *et al.* (2012).

⁴ Entre otros trabajos, cabe citar, Álvarez (2005), Gamero (2004, 2010), Ahn (2007), Dueñas *et al.* (2010), Iglesias *et al.* (2010) y Bòria-Reverter *et al.* (2012).

⁵ Hamermesh (2001) y Ahn y García (2004).

⁶ Clark (2005) y Bòria-Reverter (2012).

⁷ Ver Clark (1997), Sloane y William (2000), Sousa-Poza y Sousa-Poza (2003), Long (2005) y Temesgen y Parvinder (2007).

ocupaciones de menor “calidad” (Amuelo-Dorantes y de la Rica, 2006). Asimismo, la inmigración extranjera es uno de los fenómenos demográficos y sociales más importantes acontecidos desde finales del siglo XX hasta la actualidad (Fullaondo, 2007). El crecimiento acelerado y diverso de los flujos migratorios hacia España ha generado profundos cambios en la sociedad española, tanto en el ámbito demográfico y social, como en el económico (López de Lera, 2006; Arango, 2004). Ello ha conllevado un gran interés en conocer las repercusiones que este flujo migratorio ha tenido en la sociedad, en general, y en la economía, en particular. Según el último informe sobre demografía del Eurostat (2010), en los últimos años España ha atraído a un gran número de inmigrantes, muchos de los cuales han sido regularizados, aumentando las cifras oficiales de población y empleo en España. De esta forma, el 12,3% de la población española es de origen foráneo,⁸ lo que supone casi el doble de la cifra del conjunto de la UE del 6,4%.⁹ España con 5,7 millones de inmigrantes es, después de Alemania, el segundo país de la UE que más extranjeros acoge, seguido del Reino Unido, Francia e Italia. Por otro lado, según cifras del INE, mientras que en el primer trimestre de 2006 la tasa de paro de la población extranjera era del 12,3%, frente al 9,07% de la población española, en el cuarto trimestre de 2010 la tasa de paro del colectivo extranjero alcanzaba el 32,72%, más de 13 puntos por encima de las personas con nacionalidad española. Ello pone de relieve el mayor impacto que la actual crisis está teniendo en los trabajadores extranjeros. Analizar, por tanto, si existen diferencias en la valoración que los asalariados autóctonos y extranjeros hacen del trabajo que desarrollan resulta sumamente atractivo.

El propósito del trabajo es analizar empíricamente los determinantes del nivel de satisfacción laboral de los asalariados en España, poniendo especial atención en las diferencias de género o de nacionalidad que puedan existir. Para ello se va a utilizar un *pooling* de datos, abarcando desde el año 2006 al 2010, obtenidos de la Encuesta de Calidad de Vida en el Trabajo que realiza el Ministerio de Trabajo e Inmigración. Este *pooling* de datos permitirá analizar si se ha producido algún cambio en el nivel de satisfacción manifestado por los trabajadores, teniendo en cuenta las dificultades por las que viene atravesando el mercado laboral español en los últimos años.

La organización del trabajo es la siguiente. En el apartado 2 se presenta la metodología econométrica utilizada. En el apartado 3 se expone la fuente de datos empleada y se analizan descriptivamente los datos utilizados. En el apartado 4 se presentan los resultados de la estimación y, finalmente, en el apartado 5 se recogen las principales conclusiones del trabajo.

2. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

Para analizar los factores determinantes de la satisfacción laboral, va a estimarse un modelo de elección múltiple ordenada. Este tipo de modelos se basa en el enfoque de la variable latente, que supone que la satisfacción laboral del trabajador depende del valor de una variable que no se observa, variable latente. Esta variable puede ser interpretada como el bienestar esperado que reporta el trabajo

⁸ Según cifras del INE, diez años antes este porcentaje se situaba en el 2,3% de la población.

⁹ Son cifras correspondientes a 2009.

y se puede denotar como SAT^* . La satisfacción que un individuo expresa se interpreta como un indicador ordinal de la variable latente inobservable. La variable que recoge el nivel de satisfacción expresado por el trabajador se denomina SAT y, en nuestro caso, tomará tres valores: 0, 1 y 2, donde el 0 indicará absoluta insatisfacción y el 2 la satisfacción máxima. La relación entre el grado de satisfacción declarado, SAT , y la variable latente viene dado por:

$$\begin{aligned} SAT_i &= 0 \text{ si } SAT_i^* \leq C_1 \\ SAT_i &= 1 \text{ si } C_2 < SAT_i^* \leq C_1 \\ SAT_i &= 2 \text{ si } C_2 < SAT_i^* \end{aligned}$$

donde C_i son los valores umbrales de la variable SAT_i^* , que dividen su distribución en intervalos asociados a distintas valoraciones de la satisfacción laboral. El modelo estructural es: $SAT_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i$, donde SAT_i^* es la variable latente, X_i es una matriz que recoge las variables que determinan el nivel de satisfacción del individuo i , tales como salario y nivel de estudios, entre otras; β es el vector de parámetros a estimar y ε_i es una perturbación aleatoria, idéntica e independientemente distribuida. Se supone que la perturbación aleatoria sigue o bien una distribución $N(0,1)$, en cuyo caso se estima un *Probit*, o bien una distribución logística, estimándose en dicho caso un *Logit*. La variable dependiente, SAT , está relacionada con la variable latente por la relación antes mencionada, lo cual da lugar a modelos no lineales que deben de ser estimados por medio de técnicas econométricas diseñadas para ellos. Los modelos de elección múltiple ordenados permiten obtener la probabilidad de cada alternativa, condicionada a los valores que toman las variables explicativas, como:

$$Pr ob[SAT_i = 0 / X_i] = Pr ob[SAT_i^* \leq C_1] = Pr ob[\varepsilon_i \leq C_1 - X_i\beta] = F[C_1 - X_i\beta]$$

$$\begin{aligned} Pr ob[SAT_i = 1 / X_i] &= Pr ob[C_1 < SAT_i^* \leq C_2] = Pr ob[SAT_i^* \leq C_2] - Pr ob[SAT_i^* \leq C_1] \\ &= F[C_2 - X_i\beta] - F[C_1 - X_i\beta] \end{aligned}$$

$$Pr ob[SAT_i = 2 / X_i] = Pr ob[C_2 < SAT_i^*] = 1 - Pr ob[SAT_i^* \leq C_2] = 1 - F[C_2 - X_i\beta],$$

donde $F[C_j - X_i\beta]$ es el valor de la función de distribución valorada en el punto $C_j - X_i\beta$.

3. DATOS

Los datos utilizados en este trabajo proceden de la Encuesta de Calidad de Vida en el Trabajo (ECVT), que realiza el Ministerio de Trabajo e Inmigración. El objetivo de la ECVT es proporcionar información estadística que permita investigar la calidad de vida en el trabajo de los trabajadores ocupados, obtener información estadística continuada sobre la situación sociolaboral de éstos, así como sus percepciones sobre sus condiciones y relaciones laborales. El ámbito geográfico de esta encuesta es todo el territorio nacional, con excepción de Ceuta y Melilla. El ámbito poblacional queda delimitado por la población ocupada de 16 y más años que reside en viviendas familiares.

En este trabajo se han utilizado los datos de las encuestas correspondientes al período que abarca los años 2006 a 2010 y la muestra inicialmente seleccionada está compuesta por los asalariados que no superan la edad de 65 años. Se han excluido, por tanto, los empresarios, los trabajadores autónomos y las personas que trabajan en el negocio familiar. De esta forma, el tamaño muestral asciende a 32.244 asalariados, lo que supone el 80,7% de los trabajadores encuestados. Al eliminar las observaciones que no proporcionan información sobre alguna de las variables consideradas, se produce una reducción del tamaño muestral hasta las 29.377 personas. De éstas, el 43,2% son mujeres y, por tanto, el 56,8% de las observaciones corresponden a hombres. De esta muestra, los trabajadores con nacionalidad diferente a la española ascienden a 2.713 personas, el 9,2% de las observaciones. Las principales variables responsables de la reducción de la muestra están relacionadas con las respuestas sobre el nivel de confianza, con los superiores y con los compañeros, y el grado de percepción de la relación entre directivos y trabajadores.

En la ECVT se solicita al trabajador entrevistado que determine cuál es su nivel de satisfacción laboral en base a una escala de 0 a 10. No obstante, en este trabajo se han reagrupado los once valores de la escala original en tres (0,1,2) obteniéndose la variable dependiente SAT de la siguiente forma¹⁰: 0 para los trabajadores insatisfechos (0 a 4 en la escala original); 1 para los trabajadores satisfechos (5 a 7); 2 para los trabajadores muy satisfechos (8 a 10).

La razón de re-escalar la variable satisfacción es porque existe poca variabilidad y, generalmente, hay pocas observaciones en los niveles más bajos. En el Apéndice se detalla cada una de las variables consideradas como regresores, algunas de las cuales han sido tomadas directamente de la ECVT y otras han sido previamente generadas a partir de la información proporcionada por la ECVT.

3.1 Análisis descriptivo de los datos

El Cuadro 1 recoge la media muestral de las variables consideradas y, con la intención de no ser excesivamente exhaustivos, se van a comentar las diferencias y similitudes observadas, entre hombres y mujeres y entre nativos e inmigrantes, que resulten más interesantes. Así, se observa que a pesar de que hombres y mujeres presentan una edad media muy similar, alrededor de los 40 años, los hombres, no obstante, presentan una antigüedad ligeramente superior a la de las mujeres. Por otro lado, las mujeres presentan, en media, mayor formación que los hombres¹¹ y el porcentaje de mujeres con estudios universitarios es mayor al de los hombres. No obstante, a pesar de la mayor formación de las mujeres, sus ingresos netos mensuales medios son menores al de los varones.

¹⁰Con anterioridad se consideró cuatro categorías: insatisfechos (respuestas 0 a 3), neutrales (4 a 6), satisfechos (7 y 8) y muy satisfechos (9 y 10), siguiendo la presentación de los datos por el Ministerio, pero los resultados de la estimación mostraban una bondad de ajuste peor que al considerar las tres categorías finalmente seleccionadas.

¹¹ La variable nivel de estudios obtenida directamente de la ECVT es una variable ordinal que considera nueve niveles educativos de forma ascendente.

Cuadro 1. Media muestral por género y por nacionalidad

	<u>Mujeres</u>	<u>Hombres</u>	<u>Nativos</u>	<u>Inmigrantes</u>
Características Personales				
Edad	40,37 (10,40)	41,53 (10,84)	41,60 (10,72)	36,86 (9,12)
Antigüedad	9,44 (9,81)	10,94 (10,68)	11,00 (10,51)	3,35 (4,61)
Nivel de estudios	6,21	5,45	5,80	5,60
<i>Hasta E. Primarios*</i>	0,14	0,23	0,18	0,20
<i>Secundarios*</i>	0,17	0,23	0,20	0,24
<i>FPI*</i>	0,09	0,09	0,10	0,06
<i>FP2*</i>	0,10	0,12	0,12	0,07
<i>Bachiller*</i>	0,14	0,13	0,13	0,21
<i>Universitarios medios*</i>	0,17	0,09	0,13	0,09
<i>Universitarios superiores*</i>	0,19	0,12	0,15	0,13
Modalidad de hogar				
<i>Solos*</i>	0,10	0,08	0,09	0,08
<i>Familia monoparental*</i>	0,10	0,01	0,05	0,06
<i>Con pareja sin hijos*</i>	0,16	0,16	0,16	0,18
<i>Con pareja con hijos*</i>	0,43	0,54	0,49	0,48
<i>Otros*</i>	0,21	0,20	0,20	0,20
Miembros hogar	3,04	3,20	3,11	3,33
Número hijos menores de 15 años	0,51	0,55	0,51	0,72
Dependientes a su cargo*	0,06	0,06	0,07	0,03
Tamaño municipio residencia	2,94	2,78	2,83	2,99
Pluriempleo*	0,97	0,98	0,97	0,96
Remuneración trabajo				
Ingresos netos mensuales	2,32	2,69	2,56	2,26
Remuneración fija*	0,86	0,79	0,82	0,78
Participa en beneficios*	0,15	0,16	0,16	0,10
Recibe ayudas por parte empresa*	0,51	0,51	0,53	0,33
Tipo de trabajo y horas trabajo				
Tipo de contrato*	0,77	0,80	0,80	0,59
Jornada completa*	0,80	0,94	0,88	0,87
Jornada continuada*	0,67	0,51	0,58	0,53
Trabajo nocturno*	0,11	0,18	0,15	0,17
Trabaja por turnos *	0,21	0,20	0,20	0,18
No trabaja el fin de semana*	0,55	0,50	0,54	0,37
Duración jornada	36,33 (8,90)	41,29 (7,38)	39,00 (8,33)	40,70 (9,36)
Frecuencia prolongación jornada				
<i>Nunca*</i>	0,36	0,29	0,33	0,30
<i>Ocasionalmente*</i>	0,31	0,33	0,32	0,31
<i>Mitad de los días*</i>	0,25	0,28	0,26	0,29
<i>Siempre*</i>	0,08	0,10	0,09	0,10
Tiempo al trabajo	1,76 (1,01)	1,82 (1,08)	1,77 (1,02)	2,03 (1,20)
Trabaja en el sector público*	0,33	0,21	0,28	0,10
Organización del trabajo				
Nivel de riesgo	2,90	4,26	3,65	3,91
Nivel de estrés	5,85	5,42	5,67	5,00
Esfuerzo físico	4,15	4,76	4,41	5,39
Trabaja en equipo*	0,86	0,86	0,87	0,81
Movilidad*	0,10	0,16	0,14	0,11
Viaja por motivos de trabajo*	0,21	0,38	0,31	0,25
Monotonía	4,93	4,93	4,92	5,04
Conocimiento organigrama empresa	7,11	7,11	7,20	6,14
Conomimientio objetivo empresa	7,09	7,06	7,17	6,30
Conomicimientio actividad sindical	3,54	3,87	3,88	2,13
Formación				
Recibe formación de la empresa*	0,53	0,53	0,55	0,33
Recibe ayuda para formación*	0,29	0,28	0,30	0,12
Formación correcta para el trabajo*	0,77	0,79	0,78	0,64
Grado en que formación sirve al trabajo	5,89	5,74	5,98	4,95
Relaciones laborales				
Relación entre directivos y empleados	6,99	6,93	6,97	7,24
Relación entre trabajadores	7,89	7,89	7,89	7,96
Confianza con superiores	7,03	7,04	7,03	7,06
Confianza con compañeros	7,84	7,88	7,86	7,64
Amistad con compañeros*	0,93	0,94	0,94	0,90
No discrimina por razón de sexo*	0,80	0,83	0,81	0,84
No discrimina por nacionalidad*	0,86	0,84	0,86	0,77
No acoso moral ("mobbing")*	0,82	0,83	0,82	0,85
Otros aspectos del trabajo				
Asociación profesional*	0,10	0,09	0,09	0,04
Afiliación a un sindicato*	0,20	0,24	0,23	0,08
Trabajadores empresa	3,86 (1,19)	3,75 (1,17)	3,85 (1,16)	3,25 (1,15)
Trabajadores centro	3,08 (1,05)	3,08 (1,05)	3,12 (1,05)	2,77 (0,95)
Trabaja en su primer empleo*	0,26	0,21	0,24	0,17
Grado de adaptacion primer empleo	6,23	5,97	6,12	5,81
Sujeto a negociacion colectiva*	0,54	0,55	0,57	0,28
Sujeto a convenio específico*	0,38	0,41	0,42	0,19
Conciliacion				
Tiempo tareas hogar	2,24 (1,44)	1,15 (1,18)	1,63 (1,41)	1,61 (1,40)
No dificultad días libres*	0,38	0,38	0,39	0,29
No dificultad para ausentarse*	0,27	0,28	0,28	0,22

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la ECVT 2006-2010.

Nota: *Porcentajes

Valores entre paréntesis son desviaciones típicas muestrales

En el caso de los inmigrantes, la edad media de éstos es menor a la de los trabajadores nativos, a la vez que llevan bastante menos años trabajando. Por lo que respecta al nivel de estudios, los inmigrantes presentan en media estudios similares a los nativos, pero al analizar detalladamente la distribución de los estudios por nacionalidad se observa que en los nativos hay mayor porcentaje de trabajadores con estudios universitarios que en los extranjeros, mientras que los estudios de estos últimos se concentran más en los estudios medios y bachiller. Respecto a la remuneración del trabajo, los asalariados extranjeros perciben unos ingresos netos mensuales medios inferiores al de los asalariados españoles, mientras que el porcentaje de trabajadores inmigrantes que reciben ayudas sociales por parte de la empresa es mucho menor que el de los trabajadores nativos.

Con respecto al tipo de trabajo y horas de trabajo, alrededor del 80% de los asalariados tiene un contrato de duración indefinida, porcentaje que cae hasta el 59% en el caso de los asalariados extranjeros. Los hombres trabajan, en media, más de cinco horas semanales más que las mujeres, no observándose grandes diferencias entre trabajadores inmigrantes y españoles.

Respecto al riesgo, estrés y esfuerzo físico relacionado con el trabajo, puede concluirse que los niveles medios no son excesivamente elevados¹² y no hay apenas diferencias ni por género ni por nacionalidad. Solo el 21% de las mujeres encuestadas declaran viajar por motivos de trabajo, frente al 38% de los hombres, observándose pequeñas diferencias entre trabajadores inmigrantes y españoles.

Con respecto a la formación, cabe decir que la mitad de los trabajadores declara recibir formación por parte de la empresa, mientras que menos del 30% de ellos recibe ayuda para formación. Por lo que respecta a los inmigrantes, tan solo el 33% de los trabajadores inmigrantes declara recibir formación por parte de la empresa, mientras que tan solo el 12% declara recibir ayuda para formación.

Analizando otros aspectos del trabajo, del Cuadro 1 se deduce que tan solo el 10% de los asalariados pertenece a una asociación profesional y solo alrededor del 20% está afiliado a un sindicato. En el caso de los inmigrantes, estos porcentajes se reducen al 4% y 8%, respectivamente.

Finalmente, las variables que recogerían aspectos relacionados con la conciliación laboral y familiar indican que las mujeres dedican casi el doble de tiempo a las tareas domésticas que los hombres,¹³ mientras que no se observan diferencias entre trabajadores inmigrantes y nativos. El 38% de los asalariados, hombres y mujeres, no encuentra dificultad en solicitar días sin empleo y sueldo por motivos familiares, porcentaje que se sitúa en el 29% en el caso de los trabajadores foráneos. Todos estos porcentajes se reducen en alrededor de diez puntos porcentuales en el caso de la dificultad de ausentarse para resolver asuntos personales esporádicos.

Para finalizar, y por lo que respecta al nivel de satisfacción, una de las características más significativas de los resultados de la ECVT, para el período 2006-2010, es el elevado grado de satisfacción en el trabajo que declaran los encuestados. Como puede verse en el Cuadro 2, la mitad de

¹² Ver definición de estas variables en el Apéndice.

¹³ Esta evidencia de que las mujeres dedican mucho más tiempo a las tareas domésticas que los hombres se presenta en muchos otros trabajos, como queda recogido en Gracia y Bellani (2010), por ejemplo.

la muestra, el 50,50% de las observaciones, manifiesta un nivel de satisfacción con su trabajo igual o superior a 8, de forma que el nivel medio de satisfacción en el trabajo es de alrededor de 7,28 puntos. Por otro lado, se puede observar que en 2007 y 2008 se produce una reducción del nivel medio de satisfacción de los trabajadores encuestados, respecto de 2006, mientras que experimenta un aumento en los dos últimos años. Esta evolución de la satisfacción puede parecer paradójica, teniendo presente que se trata de un período en el que se produce un fuerte impacto negativo de la crisis económica en el mercado laboral. Sin embargo, dicha paradoja no es tal, si se tiene en cuenta que en períodos en los que existen problemas en el mercado laboral, tales como pérdida continuada de puestos de trabajo y dificultad en recolocarse, los trabajadores tienden a mostrarse más satisfechos con el puesto de trabajo que poseen. Asimismo, también se observa en este cuadro el importante aumento en el nivel medio de satisfacción laboral de los inmigrantes, al comprobar que el porcentaje de trabajadores que manifiesta una satisfacción igual o superior a 8 pasa del 39,84% en 2006 al 53,42% en 2010. De esta forma, la satisfacción media de los inmigrantes, que no superaba en los tres primeros años el valor 7, alcanza en 2009 y 2010 el valor de 7,3. Así pues, puede concluirse que el incremento experimentado por el valor medio de la satisfacción ha sido más pronunciado en los trabajadores inmigrantes que en los trabajadores nativos.

Por lo que respecta al contraste de igualdad de medias, recogido en el Cuadro 2, éste permite rechazar la hipótesis nula de igualdad, tanto entre hombres y mujeres, como entre nativos e inmigrantes, para la muestra completa. En la comparación por género, la diferencia es favorable a las mujeres, mientras que por nacionalidad la comparación es desfavorable para los asalariados inmigrantes. Si se observa el resultado de este contraste año a año, a excepción del año 2009, la diferencia de medias entre hombres y mujeres no resulta ser significativa en ningún año. En el caso de la diferencia por nacionalidad, en los tres primeros años se evidencia diferentes medias entre inmigrantes y nativos, pero en los dos últimos años, cuando se produce el significativo incremento de la satisfacción laboral de los inmigrantes, las medias entre ambos colectivos son iguales.

4. RESULTADOS EMPÍRICOS

El Cuadro 3 recoge los resultados de la estimación del modelo *logit* ordenado de la satisfacción laboral de los asalariados en España para la muestra seleccionada. En este modelo se ha incluido una variable que recoge el género de cada trabajador y otra que recoge la nacionalidad. El modelo *probit* ordenado presenta una bondad de ajuste ligeramente inferior al del modelo *logit*, finalmente seleccionado.¹⁴

El modelo es significativo en su conjunto y presenta una bondad de ajuste aceptable, con un Pseudo-R² igual a 21,6%. El modelo predice correctamente el 67,8% de las observaciones incluidas en la muestra.

¹⁴ Se quiere hacer mención de la posibilidad de endogeneidad en la estimación, puesto que considerar que las variables explicativas son exógenas es difícil de mantener en algunos casos. No obstante, en el caso de variables como los salarios, que difícilmente son exógenas puede suponerse, alternativamente, que son independientes de la perturbación aleatoria.

Cuadro 2. Distribución de la satisfacción laboral por año, género y nacionalidad

	2006					2007					2008				
	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes
0	1,18	1,28	1,10	1,15	1,58	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,26	0,19	0,31	0,27	0,18
1	0,35	0,44	0,28	0,38	0,00	0,28	0,33	0,24	0,14	1,49	0,19	0,15	0,22	0,16	0,53
2	1,15	1,04	1,23	1,02	2,90	0,68	0,70	0,67	0,62	1,16	0,50	0,50	0,50	0,37	1,78
3	1,54	2,05	1,14	1,48	2,37	1,75	1,98	1,57	1,52	3,63	1,44	1,73	1,23	1,41	1,78
4	2,74	3,01	2,52	2,71	3,17	3,21	3,42	3,06	2,73	7,26	2,87	3,03	2,75	2,62	5,33
5	10,19	10,39	10,03	9,63	17,94	10,44	9,53	11,11	9,86	15,35	9,02	8,78	9,20	8,41	15,10
6	11,32	11,36	11,29	11,30	11,61	13,49	13,73	13,32	13,33	14,85	13,38	13,77	13,09	13,03	16,87
7	20,63	19,34	21,63	20,63	20,58	22,52	20,91	23,70	22,68	21,12	24,63	23,89	25,18	24,86	22,38
8	26,52	25,52	27,31	26,85	21,90	27,32	27,05	27,51	28,17	20,13	30,17	29,52	30,64	31,11	20,78
9	12,13	12,40	11,92	12,47	7,39	12,29	13,53	11,38	12,63	9,41	10,77	11,20	10,46	10,80	10,48
10	12,25	13,16	11,54	12,38	10,55	7,70	8,49	7,11	7,98	5,28	6,77	7,25	6,42	6,97	4,80
≥8	50,91	51,08	50,77	51,70	39,84	47,30	49,07	46,00	48,78	34,82	47,71	47,97	47,52	48,88	36,06
≤7	49,09	48,92	49,23	48,30	60,16	52,70	50,93	54,00	34,82	65,18	52,29	52,03	52,48	51,12	63,94
Observaciones	5663	2492	3171	5284	379	5729	2425	3304	5123	606	6175	2608	3567	5612	563
% s/total		44,00	56,00	93,31	6,69		42,33	57,67	57,67	10,58		42,23	57,77	43,08	9,12
Satisfacción media	7,25	7,24	7,27	7,29	6,76	7,17	7,21	7,13	7,24	6,56	7,21	7,22	7,20	7,26	6,73
Contraste igualdad de media:			Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos				Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos				Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos	
p-value															

	2009					2010					TOTAL				
	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes	Total	Mujeres	Hombres	Nativos	Inmigrantes
0	0,96	0,97	0,94	0,99	0,66	0,43	0,50	0,37	0,47	0,00	0,63	0,65	0,61	0,64	0,48
1	0,49	0,47	0,50	0,49	0,49	0,44	0,35	0,52	0,40	0,90	0,35	0,35	0,35	0,31	0,74
2	0,69	0,47	0,86	0,64	1,15	1,02	1,00	1,05	1,00	1,26	0,80	0,74	0,85	0,73	1,55
3	1,33	1,29	1,36	1,27	1,81	1,26	1,23	1,29	1,17	2,16	1,46	1,65	1,32	1,37	2,36
4	2,08	2,11	2,07	2,06	2,30	1,86	1,46	2,18	1,87	1,80	2,55	2,59	2,52	2,40	4,05
5	7,73	7,45	7,94	7,63	8,54	7,26	7,26	7,26	7,04	9,35	8,91	8,66	9,10	8,50	12,90
6	11,72	11,50	11,89	11,88	10,34	11,08	11,87	10,46	11,23	9,71	12,21	12,44	12,04	12,15	12,75
7	22,94	22,03	23,64	23,11	21,51	22,08	21,93	22,20	22,15	21,40	22,60	21,65	23,32	22,71	21,45
8	29,32	28,89	29,65	29,49	27,91	30,99	29,30	32,35	31,11	29,86	28,90	28,09	29,52	29,38	24,25
9	11,42	12,32	10,74	11,39	11,66	13,03	13,86	12,36	12,83	14,93	11,91	12,65	11,35	12,00	10,98
10	11,32	12,51	10,42	11,06	13,63	10,54	11,25	9,96	10,74	8,63	9,68	10,53	9,03	9,80	8,48
≥8	52,07	53,72	50,81	51,94	53,20	54,56	54,42	54,67	54,68	53,42	50,50	51,28	49,90	51,19	43,72
≤7	47,93	46,28	49,19	48,06	46,80	45,44	45,58	45,33	45,32	46,58	49,50	48,72	50,10	48,81	56,28
Observaciones	5954	2565	3389	5345	609	5856	2604	3252	5300	556	29377	12694	16683	26664	2713
% s/total		43,08	56,92	89,77	10,23		44,47	55,53	90,51	9,49		43,21	56,79	90,76	9,24
Satisfacción media	7,34	7,41	7,29	7,34	7,37	7,42	7,45	7,39	7,43	7,31	7,28	7,31	7,26	7,31	6,96
Contraste igualdad de media:			Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos				Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos				Mujeres-Hombres	Inmigrantes-Nativos	
p-value															

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la ECVT 2006-2010.

* Contraste t para la diferencia de medias permitiendo varianzas desiguales.

Analizando los coeficientes estimados, y en concreto los referentes a las características personales, se observa que el coeficiente que recoge el sexo de los trabajadores resulta ser negativo y estadísticamente significativo, lo que implica que existe un efecto diferencial sobre la satisfacción laboral a favor de las mujeres. Sin embargo, el coeficiente que acompaña a la variable que recoge la nacionalidad de los trabajadores no resulta ser significativa, lo que implica que no existe efecto diferencial en la satisfacción laboral entre trabajadores nativos y foráneos. Como se ha visto en el apartado anterior, considerando la muestra completa y antes de efectuar ningún tipo de control, los hombres presentaban un nivel de satisfacción laboral menor que el de las mujeres, mientras que los trabajadores inmigrantes mostraban un nivel de satisfacción con su empleo menor que el de los trabajadores nativos. Tras controlar por las características personales y laborales de los asalariados, los trabajadores hombres y mujeres siguen presentando un efecto diferencial a favor de estas últimas,

indicando que, *ceteris paribus*, las mujeres muestran una mayor satisfacción por su trabajo que los hombres.

Cuadro 3. Estimación de la satisfacción laboral

	Coefficientes	p-value		Coefficientes	p-value
Hombre	-0,076	0,024	Viaja por motivos de trabajo	0,078	0,027
Inmigrante	0,049	0,310	Trabaja en equipo	0,107	0,005
Edad	-0,037	0,000	Conocimiento actividad sindical	0,012	0,017
(Edad^2)/100	0,041	0,001	Conocimiento organigrama empresa	0,038	0,000
Miembros hogar	-0,001	0,932	Conocimiento objetivos empresa	0,045	0,000
Hijos menores 15 años	-0,016	0,484	Amistad con compañeros	0,096	0,072
Dependientes a su cargo	0,177	0,001	Relación entre trabajadores	0,074	0,000
Modalidad de hogar:			Relación entre directivos y empleados	0,196	0,000
Familia monoparental	-0,021	0,781	Confianza con superiores	0,178	0,000
Con pareja sin hijos	0,121	0,030	Confianza con compañeros	0,061	0,000
Con pareja con hijos	0,191	0,002	No discrimina por razón de sexo	0,087	0,041
Otros	0,096	0,122	No discrimina por nacionalidad	-0,073	0,106
Antigüedad	-0,009	0,000	No acoso moral	0,248	0,000
Tamaño municipio	-0,030	0,005	Trabaja en su primer empleo	-0,065	0,051
Pluriempleo	0,141	0,087	Grado de adaptación primer empleo	0,048	0,000
Nivel de estudios:			Sujeto a negociación colectiva	0,168	0,000
Secundaria	-0,069	0,108	Sujeto a convenio específico	-0,124	0,000
FP1	-0,083	0,130	Trabajadores empresa	0,100	0,000
FP2	-0,205	0,000	Afiliación a un sindicato	-0,046	0,191
Bachiller	-0,208	0,000	Asociación profesional	-0,042	0,404
Univ. Medio	-0,350	0,000	Tiempo tareas hogar	0,040	0,000
Univ. Superior	-0,432	0,000	No dificultad días libres	0,076	0,042
Ingresos netos mensuales	0,193	0,000	No dificultad para ausentarse	0,139	0,000
Remuneración fija	0,054	0,083	Ocupación:		
Participa en beneficios	0,105	0,005	Dirección	0,038	0,707
Recibe ayudas por parte empresa	0,234	0,000	Administrativo	0,003	0,965
Duración jornada	-0,010	0,000	Agricultura	0,180	0,175
Prolonga jornada siempre	-0,168	0,001	Artesano	0,025	0,669
Prolonga jornada mitad	-0,090	0,013	Montador	0,138	0,027
Prolonga jornada ocasionalmente	-0,079	0,017	Técnico	-0,071	0,289
Tipo de contrato	0,230	0,000	Técnico de apoyo	-0,089	0,105
Jornada continuada	0,029	0,328	No cualificado	-0,003	0,954
Jornada completa	0,147	0,003	Actividad empresarial:		
Trabajo nocturno	0,027	0,526	Agricultura	-0,536	0,000
Trabaja por turnos	0,006	0,868	Construcción	-0,134	0,013
Trabaja fines de semana	-0,095	0,051	Comercio	0,024	0,641
Tiempo al trabajo	-0,068	0,000	Transporte	0,036	0,566
Trabaja en el sector público	0,074	0,095	Hostelería	0,024	0,741
Puesto de trabajo:			Información/Finanzas	-0,147	0,034
Encargado	0,205	0,000	AAPP	0,050	0,460
Mando intermedio	0,042	0,364	Act. Profesionales	49,000	0,266
Dir. Pequeña empresa	0,461	0,003	Educación	0,114	0,116
Dir. Empresa grande	0,230	0,258	Sanidad	0,109	0,100
Independiente	0,031	0,901	Otras actividades	0,079	0,312
Recibe formación de la empresa	0,184	0,000	Región:		
Ayudas para formación	0,163	0,000	Sur	0,074	0,165
Puesto por debajo formación	-0,549	0,000	Noroeste	0,089	0,125
Puesto por encima formación	-0,067	0,466	Nordeste	0,037	0,493
Necesita distinta formación	-0,209	0,016	Este	0,098	0,036
Grado en que formación sirve al trabajo	0,059	0,000	Centro	0,081	0,168
Nivel de estrés	-0,057	0,000	Año:		
Nivel de esfuerzo físico	-0,004	0,488	2007	-0,371	0,000
Nivel de riesgo	-0,017	0,001	2008	-0,387	0,000
Monotonía	-0,062	0,000	2009	-0,112	0,010
Movilidad	0,057	0,183	2010	-0,044	0,325
Número de observaciones	29377		Estadístico razón de verosimilitud:	11079,600	
Pseudo R-cuadrado:	0,216		R-cuadrado de predicción:	67,815	
Log. Verosimilitud	-20068,910				

Fuente: Elaboración propia a partir de ECVT 2006-2010.

Sin embargo, en el caso de los trabajadores inmigrantes no se evidencia la existencia de ningún efecto diferencial respecto de los trabajadores nativos, lo que indicaría que las diferencias en el nivel de satisfacción entre trabajadores inmigrantes y nativos vienen explicadas por las características personales y laborales.

Con respecto a la edad, al igual que en otros trabajos,¹⁵ se obtiene una relación convexa entre la edad y la satisfacción laboral, obteniéndose el mínimo de dicha relación en forma de U alrededor de los 45 años. El número de hijos menores de 15 años no afecta a la satisfacción laboral del trabajador, pero sí que lo hace el hecho de tener o no a su cargo personas dependientes. En este caso, los trabajadores que tienen a su cargo personas dependientes presentan menor nivel de satisfacción laboral que los trabajadores sin personas dependientes a su cargo. Con respecto a la modalidad de hogar, la variable de referencia es vivir solo, y se observa que los trabajadores que viven en pareja son los que presentan mayor nivel de satisfacción. El coeficiente estimado de la variable que recoge la antigüedad en la empresa resulta ser negativo y, siguiendo a Gamero (2010), esto podría recoger la insatisfacción por metas laborales no alcanzadas y que no culmina con el abandono del empleo. Finalmente, los trabajadores con más de un empleo presentan un efecto diferencial positivo respecto de los trabajadores con un solo puesto. Esto podría responder al hecho de que las razones que llevan a los trabajadores a estar pluriempleados son más profesionales que económicas, por lo que serían trabajadores que deciden tener más de un puesto por que se encuentran profesionalmente recompensados en hacerlo. Finalmente, la satisfacción laboral de los trabajadores se reduce conforme aumenta el tamaño del municipio en el que viven.

En cuanto a la educación, la variable de referencia es tener hasta estudios primarios, de tal forma que los asalariados que tienen hasta estudios secundarios y de formación profesional grado medio presentan los mismos niveles de satisfacción que los de la categoría de referencia. Sin embargo, los trabajadores que poseen estudios superiores, tales como formación profesional superior, bachiller y estudios universitarios, presentan niveles de satisfacción menores al de la categoría de referencia. Esto podría explicarse por el hecho de que las expectativas de los trabajadores con estudios superiores no se ven cumplidas y ello repercute negativamente en el nivel de satisfacción que presentan. La educación se suele entender como una inversión y su rendimiento se mide en términos monetarios, de forma que a mayor nivel de educación, cabe esperar mejor empleo y mejor salario. No obstante, el salario finalmente obtenido puede no corresponder con el inicialmente esperado, lo que repercutiría negativamente en el nivel de satisfacción laboral.

Respecto a las características laborales, y en particular a la remuneración por el trabajo, se observa que la relación entre los ingresos netos mensuales y la satisfacción laboral es positiva.¹⁶ Por otro lado, los trabajadores que reciben alguna participación de los beneficios de la empresa se

¹⁵ Gamero (2010).

¹⁶ Los ingresos netos mensuales es una variable ordinal (ver el Apéndice), de tal forma que el signo positivo de su coeficiente estimado indica que el efecto diferencial es positivo.

muestran más satisfechos que los trabajadores que no lo hacen, mientras que los trabajadores con remuneración fija presentan mayor nivel de satisfacción laboral que los trabajadores con remuneración variable. Finalmente, los trabajadores que reciben ayudas por parte de la empresa también presentan un efecto diferencial positivo, respecto de los trabajadores que no reciben.

Por lo que se refiere a la duración de la jornada, se observa una relación inversa entre el número de horas en el trabajo y la satisfacción. Por otro lado, con respecto a la prolongación de la jornada laboral, la variable de referencia es no prolongar nunca, por lo que se observa que cuando más frecuentemente se prolonga la jornada más se reduce el bienestar del trabajador. Respecto del tipo de contrato, como es natural, los trabajadores con contratos de duración indefinida presentan niveles de satisfacción más elevados que los que poseen contratos temporales. El que la jornada sea partida o continuada no afecta al nivel de satisfacción de los trabajadores, pero sí que el que la jornada sea parcial o completa. En este último caso, los trabajadores con jornada completa presentan mayor satisfacción laboral que los trabajadores con jornada parcial. No parece afectar al nivel de satisfacción el hecho de tener horario nocturno o trabajar a turnos. Sin embargo, el trabajar los fines de semana reduce el nivel de satisfacción de los trabajadores. Asimismo, el tiempo que se tarda en llegar al trabajo afecta negativamente al nivel de satisfacción. Los trabajadores del sector público presentan niveles de satisfacción mayores a los trabajadores del sector privado.¹⁷

Con respecto al puesto de trabajo, la variable de referencia es ser empleado y se observa que hay un salto cuantitativo en la satisfacción de los encargados y directores de pequeñas empresas. Sin embargo, no se observa este salto cuantitativo ni en los mandos intermedios ni en los directores de empresas grandes. Asimismo, los asalariados que se declaran independientes también presentan niveles de satisfacción iguales a los de la categoría de referencia.

Con respecto a la formación, los trabajadores de empresas que proporcionan formación a sus trabajadores y/o ayudas para formación presentan niveles de satisfacción más elevados que los trabajadores de empresas que no lo hacen. Respecto a la adaptación de la formación del trabajador al puesto de trabajo que ocupa,¹⁸ los resultados obtenidos muestran que los trabajadores que tienen un puesto de trabajo por debajo de su formación o necesitarían una formación distinta a la que tienen presentan un nivel de satisfacción menor que la categoría de referencia, mientras que los que tienen un puesto de trabajo por encima de su formación presentan el mismo nivel de satisfacción que los que tienen la formación correcta. Finalmente, cuanto mayor es la percepción por parte del trabajador de la utilidad de la formación académica a su puesto de trabajo mayor es la satisfacción laboral.

A mayor nivel de estrés, riesgo y monotonía menor es el nivel de satisfacción, mientras que el nivel de esfuerzo físico no afecta al nivel de satisfacción. La disponibilidad de movilidad de residencia por parte de la empresa no afecta tampoco al nivel de satisfacción de los trabajadores. Por su parte, los

¹⁷ Para un nivel de significatividad del 10%.

¹⁸ La variable de referencia es que la formación académica que tiene el trabajador es la correcta, incluyéndose en el modelo tres variables que recogen, respectivamente, que el puesto de trabajo está por debajo de la formación, está por encima de la formación o necesitaría una formación diferente a la que se posee.

trabajadores que viajan por motivos de trabajo presentan niveles de satisfacción más elevados que los que no viajan. Los trabajadores que trabajan en equipo presentan niveles de satisfacción más elevados que los trabajadores que no lo hacen. Finalmente, conforme aumenta el conocimiento por parte del trabajador respecto de la organización de la empresa, de los objetivos de la misma y de la actividad sindical mayor es la satisfacción laboral.

Con respecto a las relaciones laborales, los resultados obtenidos están en consonancia con otros trabajos, como Bòria-Reverter *et al.* (2012) que han considerado factores sociolaborales, tales como el clima empresarial. Así, los trabajadores que declaran tener amistad con sus compañeros presentan un efecto diferencial positivo, respecto de los que no tienen relación de amistad con compañeros. Por otro lado, cuanto mayor es la percepción del trabajador hacia la relación entre directivos y empleados y entre trabajadores, mayor es el nivel de satisfacción laboral. Asimismo, a mayor nivel de confianza en los superiores y en los compañeros, mayor es el nivel de satisfacción laboral de los trabajadores. Las empresas que no discriminan por razón de sexo y no presentan casos de *mobbing* laboral presentan efectos diferenciales positivos, respecto de las empresas afectadas por estos problemas.

En relación a los coeficientes estimados de otros aspectos laborales, los trabajadores que declaran que el actual trabajo no es el primer trabajo se muestran más satisfechos que los trabajadores que ocupan su primer trabajo. Por su parte, cuanto mayor es el grado de adaptación del primer trabajo a las aspiraciones laborales del trabajador mayor es el nivel de satisfacción laboral del mismo. El nivel de satisfacción de los trabajadores de empresas que facilitan la negociación colectiva es mayor que el de los trabajadores de empresas que no lo hacen. Por su parte, los asalariados no sujetos a convenio específico se muestran más satisfechos que los que se ven afectados por un convenio o estatuto específico de regulación. El estar afiliado o pertenecer a una asociación profesional no influye en el nivel de satisfacción de los trabajadores. Por otro lado, a mayor tamaño de la empresa, utilizando como *proxy* el número de trabajadores, mayor nivel de satisfacción laboral de sus asalariados.

Los coeficientes estimados de las variables relacionadas con la conciliación laboral y familiar indican que los trabajadores que emplean más horas a tareas del hogar se muestran más satisfechos con su trabajo. Por otro lado, los trabajadores que no tienen dificultad para solicitar días libres y/o ausentarse presentan efectos diferenciales positivos, respecto de los trabajadores que tienen estas dificultades. Estos resultados ponen de relieve la importancia que tienen las medidas de conciliación laboral, encaminadas a que el trabajador pueda dedicar más tiempo al hogar y a poder solucionar asuntos personales o familiares puntuales, puesto que aumentan el bienestar laboral de los trabajadores.

En general, no puede decirse que se observen diferencias en los niveles de satisfacción laboral en relación con la ocupación desempeñada por el trabajador, pero sí que se obtienen diferencias según la actividad económica a la que se dedica la empresa. De esta forma, los trabajadores de empresas cuya actividad es la agricultura, la construcción y la información/finanzas presentan niveles de

satisfacción menores que los trabajadores de la categoría de referencia, que son los que trabajan en la industria.

Tras estos resultados, se puede establecer el perfil del trabajador más satisfecho. Este perfil correspondería a una trabajadora mujer de más de 45 años, que vive en pareja, con contrato indefinido, jornada completa, con un empleo que no es su primer trabajo, trabaja en una empresa grande, que facilita la negociación colectiva, no sujeto a convenio laboral específico, con un puesto de encargado o directivo, con un nivel de estudios hasta secundaria¹⁹, su puesto de trabajo corresponde a su formación, con un nivel elevado de implicación en la empresa (conoce bien el organigrama de la empresa, participa en los beneficios y buena relación con el resto de trabajadores), no utiliza mucho tiempo en su desplazamiento al trabajo, tiene tiempo para dedicarlo al hogar y no tiene dificultad en solicitar días libres sin sueldo o en ausentarse esporádicamente del trabajo.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado los factores determinantes del nivel de satisfacción laboral de los asalariados en España, haciendo especial hincapié en las diferencias de género y de nacionalidad. Para ello se ha estimado un modelo *logit* de respuesta ordenada, utilizando la ECVT para el período 2006-2010. La estimación del modelo indica que, después de controlar por las características personales y laborales de los asalariados, se evidencia la existencia de un efecto diferencial positivo en la satisfacción laboral a favor de las mujeres, mientras que no se evidencia la existencia de un efecto diferencial por razón de nacionalidad.

Asimismo, de los resultados obtenidos se puede concluir que la satisfacción laboral de los asalariados es mayor cuanto mayor es la implicación del trabajador con la empresa. Ello se observa en que a mayor conocimiento del organigrama y objetivos de la empresa, mayor es la satisfacción laboral del trabajador. La participación en los beneficios de la empresa también aumenta el bienestar laboral. Un buen clima empresarial también conlleva niveles de satisfacción elevados. Las buenas relaciones y confianza entre los distintos participes de una empresa afectan positivamente a la satisfacción laboral. La estabilidad y la conciliación en la vida laboral y familiar mejoran el bienestar del trabajador. Se ha visto que los trabajadores con contrato indefinido presentan mayor satisfacción que los asalariados con contrato temporal. Por su parte, las medidas de conciliación influyen positivamente en la satisfacción laboral. Finalmente, los desajustes formativos y de horas de trabajo repercuten negativamente en la satisfacción de los trabajadores.

Por tanto, de estos resultados varias serían las medidas de política empresarial y/o social que podrían llevarse a cabo con el objetivo de aumentar la satisfacción laboral de los asalariados españoles. Por ejemplo, las empresas interesadas en incrementar el bienestar de sus trabajadores, y a la

¹⁹ Aquí puede darse una incongruencia entre el nivel de educación del trabajador más satisfecho laboralmente y el puesto de trabajo que debería de desempeñar, puesto que cabe esperar que los trabajadores que ocupan puestos de dirección presenten, por lo general, niveles de educación más elevados.

postre de sus clientes, deberían de fomentar el trabajo en equipo y las relaciones entre trabajadores y entre subordinados y directivos. Esto último no solo a nivel profesional, sino también personal con el objetivo de establecer estrechas relaciones entre los trabajadores, y promover, con ello, un buen clima empresarial. Contar con un equipo directivo capaz de generar confianza y buenas relaciones con los subordinados resulta esencial para fomentar la satisfacción del trabajador con su puesto de trabajo. Por otro lado, deberían de tratar de aumentar la implicación del trabajador con la empresa, haciéndole participe en los beneficios, como forma de remuneración, y aumentando la transparencia para mejorar el conocimiento del organigrama y de los objetivos de la empresa a todos los trabajadores. Asimismo, deberían tratar de proporcionar ayudas sociales a sus trabajadores, como otra forma de remuneración, y facilitar la negociación colectiva. El nivel de estrés, la monotonía y el riesgo reducen el bienestar, por lo que las empresas deberían de reducir al máximo estos efectos negativos que conllevan algunos empleos. Es evidente que en algunos trabajos estas características están implícitas en ellos y son difíciles de evitar, pero sería deseable tomar las medidas necesarias para reducirlas, siempre que fuera posible. Finalmente, dado que el tiempo que se tarda en llegar al trabajo tiene un efecto negativo en el bienestar laboral, las empresas deberían de tratar de contratar mano de obra local, lo que permitiría a su vez que sus trabajadores dedicasen mayor número de horas al hogar, que tiene, como se ha visto, un efecto positivo sobre la satisfacción laboral.

Otras medidas orientadas a aumentar el bienestar laboral de los asalariados, y que implicarían a toda la sociedad, serían adecuar la formación de los trabajadores a la demanda de trabajo. Esto evitaría la existencia de trabajadores con formación superior a la exigida para su puesto de trabajo o formación distinta a la necesaria y que reducen el nivel de satisfacción del trabajador. Asimismo, las empresas deberían proporcionar formación a sus trabajadores puesto que esto les beneficiaría doblemente, ya que tendrían trabajadores más preparados y satisfechos, lo cual, a su vez, cabría esperar que repercutiese positivamente en un mayor rendimiento del trabajador. Por otro lado, habría que flexibilizar el mercado laboral en el sentido de aumentar la movilidad de los trabajadores. La antigüedad en la empresa y si se trabaja en el primer puesto de trabajo tienen efectos negativos en la satisfacción. No obstante, para aumentar la movilidad de los trabajadores, el mercado de trabajo debería garantizar al trabajador la posibilidad de cambiar de trabajo sin excesivo coste y hoy por hoy el mercado de trabajo español, con sus dificultades para absorber el excedente de trabajadores en paro, no es capaz de garantizarlo. Por otro lado, los trabajadores del sector público se muestran más satisfechos que los del sector privado y una de las razones de esta mayor satisfacción es la seguridad que le confiere su puesto de trabajo. En este sentido, el tipo de contrato que posee el trabajador también apuntaba en la misma dirección, esto es, los trabajadores con contratos indefinidos se muestran más satisfechos que los que tienen contratos temporales. Por estas dos razones, debería promoverse la contratación indefinida de los trabajadores, utilizando únicamente la contratación temporal para aquellos puestos con un carácter cíclico.

Como se ha visto, las medidas para conciliar trabajo y familia tienen efectos positivos sobre el bienestar laboral, por lo que deberían fomentarse. Por otro lado, las empresas deberían tratar de no prolongar las jornadas laborales, fomentar el trabajo en el domicilio, siempre que sea posible, facilitar que el trabajador pueda solicitar días libres sin sueldo por motivos familiares y ausentarse esporádicamente del trabajo para solucionar asuntos personales.

AGRADECIMIENTOS

La autora quiere agradecer los comentarios y sugerencias de dos evaluadores anónimos y del editor, que han permitido una mejora sustancial del artículo; también quiere dejar claro que cualquier error en el documento es responsabilidad exclusivamente suya.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahn, N. (2007): Value of intangible job characteristics in workers' job and life satisfaction: How much are they worth?, *FEDEA Documento de trabajo* 2007-10, Madrid.
- Ahn, N. y J.R. García (2004): Job satisfaction in Europe, *FEDEA Documento de trabajo* 2004-11, Madrid.
- Álvarez, G. (2004): Análisis empírico de los determinantes de la satisfacción laboral en España, *Revista de Economía y Empresa*, N° 52 y 53 (2ª Época), 3º Cuatrimestre 2004 y 1º Cuatrimestre 2005, pp. 105–118.
- Amuelo-Dorantes, C. y S. de la Rica (2006): Labor market assimilation of recent immigrants in Spain, *Institute for the Study of Labor (IZA)*, Discussion Paper No. 2104.
- Arango, J. (2004): La inmigración en España a comienzos del siglo XXI. En Leal, J. (coord.) *Informe sobre la situación demográfica en España*. Fundación Fernando Abril Martorell, Madrid.
- Bòria-Reverter, S., M. Crespi-Vallbona y O. Mascarilla-Miró (2012): Variables determinantes de la satisfacción laboral en España, *Cuadernos de Economía* 35, pp. 9–16.
- Borjas, G.J. (1979): Job satisfaction, wages and unions, *Journal of Human Resources* 14, pp. 21–40.
- Clark, A.E. (1997): Job satisfaction and gender: why are women so happy at work?, *Labour Economics* 4, pp. 341–372.
- Clark, A.E., Y. Georgellis y P. Sanfey (1998): Job satisfaction, wage changes and quits. Evidence from Germany, *Research in Labour Economics* 17, pp. 95–122.
- Dueñas, D., C. Iglesias y R. Llorente (2010): Job quality, job satisfaction and services in Spain, *Journal of Innovation Economics* 5, pp. 145–166.
- Eurostat (2010): Demography report 2010, *European Commission, Directorate General for Employment, Social affair and inclusion*.
- Fonsam, E.B., M.F.J. Grimsley y S.J. Wisner (1998): Exploring models for employee satisfaction with particular reference to a police force, *Total Quality Management* 9, pp. 235–247.

- Freeman, F.B. (1978): Job satisfaction as an economic variable. *American Economic Association, Papers and proceeding* 68, pp. 135–141.
- Fullaondo, A. (2007): La inmigración en España: Una aproximación metropolitana comparada, *ACE (Arquitectura, ciudad y entorno)*, vol. 2, no. 4, pp. 497–518.
- Gamero, C. (2004): Satisfacción laboral de los asalariados en España. Especial referencia a las diferencias por género. *Cuadernos de Economía* 27, pp. 109–146.
- Gamero, C. (2010): Satisfacción laboral de los asalariados inmigrantes. *Revista de Economía Aplicada* 54, Vol XVIII, pp. 33–56.
- Gracia, P. y D. Bellani (2010): Las políticas de conciliación en España y sus efectos: un análisis de las desigualdades de género en el trabajo del hogar y el empleo, *Estudios de progreso* 51, Fundación Alternativas.
- Hamermesh, D.S. (1977): Economics aspects of job satisfaction. En: O.C. Ashenfelter y W.E. Oates (eds.), *Essays in Labor Market and Population Analysis*, John Wiley and Son, New York.
- Hamermesh, D.S. (2001): The changing distribution of job satisfaction, *Journal of Human Resources* 36, pp. 1–30.
- Iglesias, C., R. Llorente y D. Dueñas (2010): Calidad del empleo y satisfacción laboral en las regiones españolas. Un estudio con especial referencia a la Comunidad de Madrid, *Investigaciones Regionales* 19, pp. 25–49.
- Long, A. (2005): Happily ever after? A study of job satisfaction in Australia, *The Economic Record* 81, pp. 303–321.
- López de Lera, D. (2006): El impacto de la inmigración extranjera en las regiones españolas. En: Leal, J. (coord.) *Análisis territorial de la demografía española*, Fundación Fernando Abril Martorell, Madrid.
- Ostroff, C. (1992): The relationship between satisfaction, attitudes and performance: An organizational level analysis, *Journal of Applied Psychology* 77, pp. 963–974.
- Rogers, J.D., E. Kenneth y T.J. Kash (1994): Increasing job satisfaction of service personnel, *Journal of Service Management* 8, pp. 14–26.
- Sloane, P. y H. Williams (2000): Job satisfaction, comparison earnings and gener, *Labour* 14, pp. 473–501.
- Sousa-Poza, A. y A. Sousa-Poza (2000): Taking another look at the gender/job-satisfaction paradox, *Kyklos* 53, pp. 135–152.
- Sousa-Poza, A. y A. Sousa-Poza (2003): Gender differences in job-satisfaction Great Britain, 1991-2000: Permanent or transitory?, *Applied Economic Letters* 10, pp. 691–694.
- Temesgen K. y K. Parvinder (2007): *Job satisfaction and gender: Evidence from Australia*, Paper from School of Economics, University of Queensland.

APÉNDICE

Definición de las variables utilizadas como regresores:

Características personales:

1. Hombre: variable binaria que toma valor 1 si el entrevistado es un hombre y 0 si es una mujer.
2. Inmigrante: variable binaria que toma valor 1 si el entrevistado es extranjero y 0 si tiene nacionalidad española.
3. Edad: edad del entrevistado.
4. Antigüedad: número de años que lleva trabajando en su empresa u organización.
5. Tamaño municipio residencia. Esta variable toma cinco valores según el tamaño del municipio considerado por la ECVT: 1. Menos de 10.000 habitantes, 2. De 10.001 a 50.000 habitantes, 3. De 50.001 a 100.000 habitantes, 4. De 100.001 a 1.000.000 habitantes, 5. Más de 1.000.000 habitantes.
6. Miembros: número total de personas que residen en el hogar.
7. Modalidad de hogar: se han generado cinco variables binarias para recoger los asalariados que viven solos (variable de referencia), los hogares monoparentales con hijos, parejas sin hijos, parejas con hijos y/o otras personas, otros tipos de hogares.
8. Nivel de estudios: se han generado siete variables binarias para recoger los asalariados sin estudios o con estudios primarios (variable de referencia), con estudios secundarios, con bachiller superior, con formación profesional grado medio, con formación profesional grado superior, con estudios universitarios de grado medio y con estudios universitarios de grado superior.
9. Número hijos menores de 15 años: número de hijos menores de 15 años.
10. Dependientes: variable dicotómica que toma valor 1 si el asalariado tiene dependientes a su cargo y 0 en caso contrario.
11. Pluriempleo: variable binaria que toma valor 1 si tiene más de un puesto de trabajo y 0 en caso contrario.

Remuneración del trabajo

1. Ingresos netos mensuales: esta variable en 2006 toma siete valores mientras que en el resto de años toma nueve valores, al cambiar el número de tramos considerados por la ECVT. Para hacerla homogénea en toda la muestra se han reducido los nueve tramos de 2007 a 2010 a los siete considerados en 2006: 1. Hasta 600 euros, 2. De 600 a 1.200 euros, 3. De 1.201 a 2.100 euros, 4. De 2.101 a 3.000 euros, 5. De 3.001 a 4.500 euros, 6. De 4.501 a 6.000 euros, 7. Más de 6.000 euros.
2. Remuneración fija: variable dicotómica que toma valor 1 si la remuneración por el trabajo es fija y 0 en caso contrario.
3. Participa en beneficios: variable dicotómica que toma valor 1 si recibe alguna participación en los beneficios de la empresa y 0 en caso contrario.
4. Recibe ayudas por parte de la empresa: variable binaria que toma valor 1 si la empresa proporciona a los trabajadores algún tipo de ayuda social (vivienda, planes pensiones, comedor, transporte, enseñanza a hijos, guarderías, ocio, otros) y 0 en caso contrario.

Tipo de trabajo y horas de trabajo:

1. Puesto de trabajo: se han generado seis variables binarias para recoger los asalariados que trabajan como empleado, con jefes y sin subordinados (variable referencia), como encargado o jefe de taller o de oficina, capataz o similar, como mando intermedio con jefes y con

subordinados, como director de pequeña empresa, departamento o sucursal, director de empresa grande o media y ocupado independiente.

2. Ocupación o profesión: se han generado nueve variables binarias para recoger la ocupación o profesión que el trabajador desempeña en su empleo principal, siguiendo el código CN0-94. La variable de referencia ha sido la referida a los trabajadores de servicios y comercio. El resto de variables binarias son dirección (de las empresas y Administración Pública), administrativo, agricultura (trabajadores cualificados en agricultura y pesca), artesano, montador, técnico, técnico de apoyo y no cualificado. Cada una de estas variables toman el valor 1 si el trabajador desempeña la ocupación considerada y 0 en caso contrario.
3. Actividad empresarial: se han generado doce variables binarias para recoger la actividad económica de la empresa u organización para la que trabaja el asalariado siguiendo el código CNAE-09. La variable de referencia ha sido industria que toma valor 1 si la actividad principal de la empresa es la industria y 0 en caso contrario. El resto de variables binarias han sido: agricultura, comercio, transporte, construcción, hostelería, información y finanzas, actividades profesionales, educación, administraciones públicas, sanidad y otras actividades. Cada una de estas variables toman el valor 1 si la empresa se dedica a la actividad considerada y 0 en caso contrario.
4. Duración jornada: número de horas semanales que por término medio dedica a su trabajo principal.
5. Frecuencia prolongación jornada: se ha generado cuatro variables binarias que recogen si el trabajador nunca prolonga su jornada laboral trabajando más tiempo que le corresponde según su horario normal de trabajo (variable de referencia), si prolonga ocasionalmente, si prolonga la mitad de los días o si prolonga siempre. En las encuestas de 2006 a 2009 el entrevistado indicaba, en una escala de 0 a 10, con qué frecuencia prolongaba su jornada laboral. En la encuesta de 2010 las respuestas a la misma pregunta se resumían en cuatro: siempre, al menos la mitad de los días, ocasionalmente o ningún día. Para homogeneizar las encuestas, se elaboró una nueva variable siguiendo la clasificación de 2010 de tal forma las respuestas de las encuestas de 2006 a 2009 quedaban clasificadas de la siguiente forma:
0 no prolongan
1 a 4 prolongan ocasionalmente
5 a 8 prolongan la mitad de los días
9 a 10 prolongan siempre
6. Tipo de contrato: variable dicotómica que toma valor 1 si el asalariado tiene contrato de duración indefinida y 0 si su contrato es temporal o eventual.
7. Jornada completa: variable dicotómica que toma valor 1 si la jornada es completa y 0 si es parcial.
8. Jornada continuada: variable dicotómica que toma valor 1 si la jornada es continuada y 0 si es partida.
9. Trabajo nocturno: variable dicotómica que toma valor 1 si el trabajador realiza su trabajo en horario nocturno y 0 si no lo hace.
10. Trabaja fin de semana: se ha generado una variable binaria que toma valor 1 si el asalariado trabaja siempre los fines de semana, y 0 si no trabaja o trabaja algún fin de semana.
11. Trabaja por turnos: variable dicotómica que toma valor 1 si trabaja por turnos y 0 si no lo hace.
12. Tiempo al trabajo: tiempo por término medio que tarda el asalariado en llegar desde su casa a su puesto de trabajo.

13. Trabaja en el sector público: variable dicotómica que toma valor 1 si el asalariado trabaja en el sector público y 0 si trabaja en el sector privado.

Organización del trabajo:

1. Nivel de estrés: nivel de estrés que experimenta el trabajador en su puesto de trabajo actual (escala de 0 a 10).
2. Nivel de riesgo: nivel de situaciones de riesgo o peligro que el trabajador siente en su puesto de trabajo (escala de 0 a 10).
3. Esfuerzo físico: nivel de esfuerzo físico que experimenta el trabajador en su puesto de trabajo actual (escala de 0 a 10).
4. Monotonía: nivel de monotonía-rutina que experimenta el trabajador en su puesto de trabajo actual (escala de 0 a 10).
5. Trabaja en equipo: variable dicotómica que toma valor 1 si trabaja en equipo y 0 si no lo hace.
6. Movilidad: variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa dispone de la movilidad de la residencia del trabajador, en caso de que el trabajo lo requiriese, y 0 en caso contrario.
7. Viaja por motivos de trabajo: variable dicotómica que toma valor 1 si viaja por motivos de trabajo y 0 en caso contrario.
8. Conocimiento organigrama empresa: variable que recoge el grado de conocimiento que tiene el trabajador sobre el organigrama de su organización (escala de 0 a 10).
9. Conocimiento objetivos empresa: variable que recoge el grado de conocimiento que tiene el trabajador sobre los objetivos de su organización o empresa (escala de 0 a 10).
10. Conocimiento actividad sindical: variable que recoge el grado de conocimiento que tiene el trabajador sobre la actividad sindical (escala de 0 a 10).

Formación:

1. Recibe formación de la empresa: variable binaria que toma valor 1 si en los últimos 12 meses la empresa u organización ha realizado alguna actividad de formación, 0 en caso contrario.
2. Recibe ayuda para formación: variable binaria que toma valor 1 si recibe ayuda para formación por parte de la empresa, 0 en caso contrario.
3. Formación correcta para el trabajo: se han generado cuatro variables ficticias para recoger si la formación es correcta para el trabajo (variable referencia), el puesto de trabajo es más bajo que la formación del trabajador, el puesto de trabajo está por encima de la formación del trabajador y si necesitaría una formación distinta al puesto de trabajo que tiene.
4. Grado en que formación sirve al trabajo: grado en que la formación que posee el asalariado le sirve para el trabajo que realiza (escala de 0 a 10).

Relaciones laborales:

1. Relación entre directivos y empleados: variable que recoge en una escala de 0 a 10 como describe el trabajador la relación entre directivos y empleados.
2. Relación entre trabajadores: variable que recoge en una escala de 0 a 10 como describe el trabajador la relación entre trabajadores.
3. Confianza con superiores: variable que recoge el grado de confianza en una escala de 0 a 10 que tiene el trabajador con sus superiores.
4. Confianza con compañeros: variable que recoge el grado de confianza en una escala de 0 a 10 que tiene el trabajador con sus compañeros.
5. Amistad con compañeros: se ha generado una variable binaria que toma valor 1 si el trabajador tiene amistad con los compañeros de trabajo y 0 en caso contrario.

6. No discrimina por razón de sexo: variable binaria que toma valor 1 si el trabajador no detecta en su entorno de trabajo discriminación por sexo y 0 en caso contrario.
7. No discrimina por nacionalidad: variable binaria que toma valor 1 si el trabajador no detecta en su entorno de trabajo discriminación por nacionalidad y 0 en caso contrario.
8. No acoso moral (“mobbing”): variable binaria que toma valor 1 si el trabajador no detecta en su entorno de trabajo acoso moral y 0 en caso contrario.

Otros aspectos del trabajo:

1. Sujeto a negociación colectiva: variable binaria que toma valor 1 si la empresa facilita la negociación colectiva (existe delegado de personal, comité de empresa o junta de personal) y 0 en caso contrario.
2. Sujeto a convenio específico: variable binaria que toma valor 1 si el trabajador se encuentra afectado por un convenio o estatuto específico de regulación y 0 en caso contrario.
3. Afiliación a un sindicato: variable dicotómica que toma valor 1 si el trabajador está afiliado a algún sindicato en la actualidad y 0 en caso contrario.
4. Asociación profesional: variable dicotómica que toma valor 1 si el trabajador pertenece a alguna asociación profesional y 0 en caso contrario.
5. Trabajadores en la empresa: número de personas que trabajan en la empresa.
6. Trabaja en su primer empleo: variable dicotómica que toma valor 1 si el puesto que tiene actualmente el trabajador es el primero que ha ocupado y 0 en caso contrario.
7. Grado de adaptación primer empleo: grado, en una escala de 0 a 10, en que se adaptó/adapta el primer puesto de trabajo a las aspiraciones laborales (a lo que estaba buscado) el trabajador.

Conciliación:

1. Tiempo tareas hogar: tiempo que dedica normalmente en un día laborable a las tareas del hogar.
2. No dificultad días libres: se ha generado una variable binaria que toma valor 1 si el trabajador no tiene dificultad en solicitar días sin empleo y sueldo por motivos familiares, y valor 0 si tienen alguna dificultad en hacerlo.
3. No dificultad para ausentarse: se ha generado una variable binaria que toma valor 1 si el trabajador no tiene dificultad en ausentarse del trabajo para resolver asuntos particulares esporádicos, y valor 0 si tienen alguna dificultad en hacerlo.

Distribución geográfica:

1. Regiones españolas: se han generado seis variables binarias para recoger las provincias situadas al Sur de la península (Andalucía, Canarias y Murcia), al Este (Cataluña, Baleares y Comunidad Valenciana), al Nordeste (País Vasco, Rioja, Navarra y Aragón), en el Noreste (Galicia, Cantabria y Asturias), en el Centro (Extremadura, Castilla y León, Castilla-La Mancha) y Madrid (variable de referencia).

Volumen 14 (diciembre de 2012)

Editorial

Páginas 3–4

Revisión de la metodología empleada y resultados alcanzados en la investigación sobre actuación medioambiental de la empresa y rendimiento económico (1972-2009)

Review of Methodology and Results of Research on Environmental Management of the Firm and Economic Performance (1972-2009)

Vicente Molina, María Azucena; Tamayo Orbeago, Unai; Izaguirre Olaizola, Julen
Páginas 5–35

Un modelo de consenso para problemas de toma de decisiones multicriterio en grupo mediante relaciones de preferencia intervalares difusas lingüísticas

A Consensus Model for Group Multicriteria Decision Making Problems with Interval Fuzzy Preference Relations

Tapia García, Juan Miguel; Del Moral Ávila, María José; Tapia García, Cristóbal; Martínez, María de los Ángeles; Amor Pulido, Raúl
Páginas 36–53

Un estudio no paramétrico de eficiencia para la minería de Zacatecas, México

A Non-Parametric Approach to Efficiency for Mining in Zacatecas, Mexico

Benita Maldonado, Francisco J.; Gaytán Alfaro, Edgar D.; Rodallegas Portillo, Mayra C.
Páginas 24–75

Alternativas metodológicas para el cálculo de las series retrospectivas regionales de EPA tras el cambio en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas

Alternative Approaches for Calculating the Retrospective Regional EPA Series Following the Changes in the National Classification of Economic Activities

Pavía, José M.; Fabuel, Francisco; Morillas, Francisco G.
Páginas 76–123

Estimación de reservas en una compañía aseguradora. Una aplicación en Excel del método Chain-Ladder y Bootstrap

Estimating the Reserves in Insurance Companies: An Excel Application of the Chain-Ladder Method and Bootstrap

Álvarez-Jareño, José Antonio; Coll-Serrano, Vicente
Páginas 124–136

Satisfacción laboral de los asalariados en España

Job Satisfaction of Employees in Spain

Rico Belda, Paz
Páginas 137–158