



UNIVERSIDAD  
PABLO DE  
OLAVIDE  
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA  
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (21). Páginas 39–57.  
Junio de 2016. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.  
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=115>

## Ranking socioeconómico para el desarrollo de las regiones carboníferas en Europa

BERUMEN, SERGIO A.

Departamento de Economía Aplicada I

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rey Juan Carlos (España)

Correo electrónico: [sergio.berumen@urjc.es](mailto:sergio.berumen@urjc.es)

PÉREZ-MEGINO, LUIS P.

Department of Industrial Economics & Management

The Royal Institute of Technology - KTH (Sweden)

Correo-e: [luispe@kth.se](mailto:luispe@kth.se)

### RESUMEN

La situación socioeconómica de las cuencas carboníferas europeas es muy heterogénea. Entre los ejemplos de éxito hay regiones que desde hace tiempo emprendieron procesos de internacionalización, innovación y reconversión industrial, lo que les ha llevado a desarrollar nuevas alternativas de producción y se ha traducido en un repoblamiento paulatino, pero hay otras en peor situación, y por ello es muy probable que se hagan presentes efectos no deseados, derivados de la eliminación de las ayudas y subvenciones comunitarias y estatales y la liberalización del mercado a la entrada de minerales de terceros países, a partir del 31 de diciembre de 2018. La presente investigación propone una herramienta metodológica para conocer con precisión la situación socioeconómica de las localidades y regiones, resultado de las políticas adoptadas en el pasado, a partir de lo cual se pueden desarrollar nuevas políticas que garanticen su continuidad y el bienestar de quienes viven en ellas.

**Palabras claves:** desarrollo económico; regiones y localidades carboníferas; sector minero; empresas carboníferas; métodos cuantitativos.

**Clasificación JEL:** C38; L16; L72; O57; R11.

**MSC2010:** 90B50; 91B06.

# Socioeconomic Ranking for the Development of Coal-mining Regions in Europe

## ABSTRACT

The socioeconomic situation of European coalfields is highly heterogeneous. On the one hand, successful examples comprise regions that long ago embraced internationalization, innovation and/or restructuring strategies. In those regions where the aforementioned strategies were fruitful, the development of new production methods led to gradual repopulation. Less successful examples, however, are likely to experience undesired effects as a consequence of both the suppression of aid (EU- and regional- level) and the liberalization of EU mining markets, starting on December 31, 2018. This papers aims to provide a method to accurately assess the socioeconomic situation of these regions. As such a method is rooted in previous policies, it enables the identification of welfare-enhancing policies for the inhabitants of European coalfield regions.

**Keywords:** economic development; coalfield regions and municipalities; mining sector; coal-mining companies; quantitative methods.

**JEL classification:** C38; L16; L72; O57; R11.

**MSC2010:** 90B50; 91B06.



## INTRODUCCIÓN

Desde hace más de dos décadas el sector del carbón europeo ha sufrido un proceso continuo de decadencia, especialmente agudizado a partir de finales de 2008, cuando se empezaron a sentir los efectos de la más reciente crisis económica y financiera en este continente. Por lo cual, el futuro que se cierne sobre las cuencas mineras es complicado, especialmente constatable, entre otras cuestiones, por el deterioro registrado en sus variables socioeconómicas (v.g. acusan bajos niveles de natalidad, envejecimiento, despoblamiento, alto nivel de desempleo y bajo nivel en la creación de puestos de trabajo, pérdida de poder adquisitivo e incremento de las desigualdades – Berumen, 2016a).

La globalización ha implicado una explosión exponencial en la demanda de recursos energéticos, y los minerales no han sido la excepción porque en todo el mundo hay plantas termoeléctricas que se nutren del carbón y, en menor medida, del lignito. Sin embargo, al mismo tiempo que se ha incrementado la demanda también han irrumpido actores que anteriormente no estaban presentes. Así, en el actual mercado mundial del carbón participan actores tradicionales, como Estados Unidos, Alemania y Rusia, pero en los últimos 25 años se han sumado otros nuevos, como Colombia, Kazajistán, México, Rusia, Sudáfrica, Ucrania y Uzbekistán, entre otros, y con el paso del tiempo todos ellos se han hecho competidores fuertes.

Algunos de los trabajos que más recientemente se han interesado en el estudio de las regiones mineras desde una perspectiva amplia, son los de Hilson *et al.* (2007), Kavouridis (2008), Holcombe (2009), Sarfo-Mensah *et al.* (2010), du Plessis (2011), Ayee *et al.* (2011), Reeson *et al.* (2012), Capps (2012), Kotschwar *et al.* (2012) y Berumen (2014, 2016b), entre otros. Un segundo grupo de trabajos se han centrado en los problemas de competitividad que sufren las empresas, entre los que destacan los de Kemfert y Diekmann (2006), Haftendorn y Holz (2008), Tavoni y van der Zwaan (2009), Taeyoon *et al.* (2011), Kaplan (2012), Wilson *et al.* (2013) y Berumen *et al.* (2014), entre otros. El tercer grupo de trabajos se ha especializado en evaluar el impacto generado por las subvenciones al sector minero, tales como los de Fagernäs y Roberts (2004), Frondel *et al.* (2006), Roch (2009), Gruian (2010), Berumen (2012), Burke y Resosudarmo (2012) y Jonek-Kowalska (2015), entre otros, y sobre ellos el trabajo seminal de Anderson (1995), todos los cuales coinciden en que las políticas de ayudas y gasto público no han contribuido al desarrollo de las regiones. Finalmente, el cuarto grupo se ha especializado en el estudio de la reconversión sectorial de las comarcas mineras y en la internacionalización de sus industrias, tales como Munteanu (2004), Cappellin y Orsenigo (2006), Chapman (2013) y Berumen y Hegemann (2014), entre otros.

En el actual contexto económico es inevitable cuestionarse si la continuación de las ayudas y subvenciones está justificada, en particular porque al día de hoy la tonelada de carbón proveniente de Rusia y Kazajistán tiene un coste cercano a la mitad del extraído en Alemania, país que cuenta con los mayores yacimientos en el ámbito comunitario. Debido a la presión que ejercida por Alemania y España, a la que se adhirió el Parlamento Europeo, la Comisión Europea accedió a prorrogar las subvenciones del 1 de octubre de 2014 al 31 de diciembre de 2018. Sin embargo, Austria y Finlandia en todo momento se opusieron a ampliar los fondos de ayudas, lo que significó

que las mismas cantidades se repartirían entre 9 regiones carboníferas, 4 más de cuando se instauraron.

Los países comunitarios que poseen cuencas carboníferas son: Alemania, Bélgica, España, Francia, Hungría, Polonia, Reino Unido, República Checa y Rumanía. La situación socioeconómica de las localidades y regiones es muy heterogénea. Algunos de los elementos compartidos por todas ellas son: (a) los gobiernos han ejercido gasto y las empresas han recibido ayudas y subvenciones para la explotación de las minas, tanto de sus respectivos Estados como de la Unión Europea (UE); (b) se han beneficiado de las barreras proteccionistas contra la entrada de minerales proveniente de terceros países; y (c) sus respectivos sectores son miembros de EURACOAL (*European Association for Coal and Lignite*), organismo de referencia que opera en el marco del programa *Regenerating Europe's Coalfield Regions*.

Entre los ejemplos de éxito hay regiones que desde hace tiempo emprendieron procesos de innovación y de reconversión industrial, lo que ha conllevado al desarrollo de nuevas alternativas de producción y se ha traducido en un repoblamiento paulatino, pero ha habido otras que corren el riesgo de desaparecer a partir del 31 de diciembre de 2018, cuando se eliminen las ayudas y subvenciones y se liberalice el mercado. En virtud de lo anterior, la presente investigación proporciona un ranking específico que identifica: (a) las regiones que muestran mayor disposición para emprender proyectos de innovación e internacionalización de al menos una parte de los procesos; y (b) las que, dadas las circunstancias, podrían desaparecer. La herramienta metodológica propuesta puede ser de utilidad para que autoridades de gobierno, empresas y académicos conozcan la situación socioeconómica de las comarcas, y a partir de ello valorar cuantitativa y detalladamente los beneficios o perjuicios derivados de las políticas adoptadas en el pasado y así desarrollar nuevas políticas que garanticen su continuidad y el bienestar de quienes viven en ellas.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE INVESTIGACIÓN**

Las unidades objeto de la investigación fueron las principales localidades carboníferas de nueve Estados miembros de la UE que forman parte de EURACOAL, una red de empresas, autoridades locales y asociaciones nacionales de comunidades mineras pertenecientes a los países suscritos. Los productores de carbón de estos países están representados por las organizaciones de Alemania (*Zukunft Aktion Kohlgebiete*) y Reino Unido (*Coalfield Communities Campaign*), así como por las Asociaciones de las Comunidades Mineras (*Acom*) de Bélgica, España, Francia, Hungría, Polonia, República Checa y Rumanía. En la Tabla 1 se muestran las localidades seleccionadas; es decir, aquellas en donde la actividad minera del carbón ha sido determinante para el desarrollo económico de las comarcas en Europa.

Con fundamento en el artículo 56 del Tratado de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA) se programaron una serie de ayudas y subvenciones al sector minero. Entre 1990 y 1993 se puso en práctica RECHAR I, una Iniciativa Comunitaria para la reconversión económica de las zonas carboníferas para paliar las consecuencias sociales derivadas de la reestructuración del sector. Estuvo dotada con 970 millones de ecus (a precios de 1992), de los cuales 313 millones provinieron del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y 56 millones del Fondo Social

Europeo (FSE). Los recursos fueron distribuidos en 26 apartados y en base al siguiente criterio: (a) 56% para inversión en infraestructuras; (b) 27% para promoción de nuevas actividades; y (c) 17% para formación profesional. Asimismo, al amparo de la Decisión CECA 3632/93 de 28 de diciembre de 1993, el gasto público, las ayudas, subvenciones y determinadas barreras proteccionistas a esta industria quedaron institucionalizados bajo la consideración de “recurso energético estrechamente vinculado al desarrollo de las regiones”. Posteriormente, el 15 de junio de 1994 la Comisión Europea creó RECHAR II, vigente entre 1994 y 1997 y dotada con 400 millones de ecus, incluyendo los préstamos financiados por el Banco Europeo de Inversiones (BEI). En este caso los programas se centraron en mejorar la integración de las PYME en su entorno local, y en los ámbitos de la innovación y la transferencia de tecnología, de la asistencia técnica y del intercambio de experiencias. En el caso de España, el 23 de febrero de 1996 entró en vigor la orden 47, relativa a la regulación de las ayudas y subvenciones al carbón (promovida el 16 de febrero de ese año por el Ministerio de Industria y Energía). Adicionalmente, en diversas ocasiones el Comité de las Regiones ha emitido dictámenes favorables al mantenimiento del gasto público y de las subvenciones (elaborados por las comisiones de Cohesión Territorial (COTER) y de Medio Ambiente, Cambio Climático y Energía (ENVE)).

Tabla 1. Localidades carboníferas objeto de la investigación.

País	Localidades (Regiones)	País	Localidades (Regiones)
Alemania	Ibbenbüren / Ruhr (Renania del Norte-Westfalia) y Saarbrücken (Sarre)	Hungría	Salgótarján (Nógrád) / Tatabánya (Komárom-Esztergom) y Pécs (Baranya)
Bélgica	Mons-Charleroi (Valonia) Campine/Pays Noir/Sillon Industriel	Polonia	Śląsk (Silesia)
España	León / Palencia (Castilla y León) y Principado de Asturias	República Checa	Čechy (Bohemia septentrional) y Sokolov (Karlovy Vary)
Francia	Nord / Pas-de-Calais	Rumanía	Petroșani / Lupeni (Hunedoara) y Târgu Jiu (Oltenia)
Reino Unido	Blaenau Gwent (Gales)		

Fuente: elaboración propia.

Todas las regiones señaladas en la Tabla 1 han recibido partidas de gasto público y ayudas y subvenciones a la industria del carbón, tanto de las Comunidades europeas como de sus respectivos Estados. Las de la columna de la izquierda las han recibido desde el principio, Hungría, Polonia y la República Checa las han recibido desde 2004 y Rumanía desde 2005, por lo cual, se han cumplido diez años desde entonces. En todos los casos las ayudas han estado contempladas en los presupuestos de la UE 1989–1993, 1994–1999, 2000–2006, 2007–2013 y 2014–2020.

Asimismo, las regiones de Austria (Bleiberg pertenece al estado federado de Carintia), Finlandia (regiones de Kemi y Pyhäsalmi), Italia (la isla de Cerdeña) y Suecia (región de Kiruna) fueron excluidas porque están especializadas en la explotación de wulfenita, cromo, cobre, zinc, granito y

hierro, pero no de carbón. La manera como se han comportado las industrias que explotan estos minerales y materiales ha sido completamente distinta a la del carbón. El resto de países comunitarios (Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Grecia, Irlanda, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos y Portugal) no cuentan con sectores mineros fuertes y, por lo tanto, la explotación de carbón no ha permitido un desarrollo económico suficientemente representativo en sus comarcas. Finalmente, desde el 1 de julio de 2013 Croacia es miembro de la UE y, en efecto, tiene minas de carbón relativamente importantes, pero no ha sido considerado en el estudio porque sus datos recién han empezado a ser recogidos por EURACOAL.

## METODOLOGÍA

Cada vez es más necesaria la utilización de metodologías que permitan conocer con precisión la situación socioeconómica de las localidades y regiones. Algunos de los métodos más utilizados son los de sobreclasificación, originalmente elaborados a finales de la década de los sesenta por Roy (1968). Un enfoque alternativo al anterior fue propuesto por Thomas L. Saaty (1980, 1986, 1994a, 1994b y 1994c), denominado como el *Analytic Hierarchy Process* (AHP, en español, Proceso de Análisis Jerárquico). El AHP es un método de trabajo lógico y estructurado que optimiza la toma de decisiones complejas cuando existen múltiples criterios o atributos mediante la descomposición del problema en una estructura jerárquica. Esto permite subdividir un atributo complejo en un conjunto de atributos más sencillos y así poder determinar cómo influye cada uno de ellos sobre el objeto de estudio.

Cuando el número de elementos para los que se efectúan las comparaciones relativas supera  $(7\pm 2)$ , el número mágico de Miller (1956), el modelo AHP recurre a la utilización de medidas absolutas (*ratings*), si bien esta restricción es posible de eliminar si se hace una separación del total de alternativas en grupos de elementos con un cardinal menor que el número de Miller. La Toma de Decisiones Multiatributo (*Multiple Attribute Decision Making*), trabaja con un número finito (que generalmente es pequeño) de alternativas predeterminadas,  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  del cual además se conoce su apreciación sobre cada uno de los atributos,  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , de carácter cuantitativo o cualitativo. Todo ello se representa a través de la denominada matriz de decisión (véase Tabla 2).

Tabla 2. Matriz de decisión.

	$X_1$	$X_2$	...	$X_j$	...	$X_n$
$A_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$
$A_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2j}$	...	$x_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$
...	...	...	...	...	...	...
$A_m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	...	$x_{mj}$	...	$x_{mn}$

Fuente: Llamazares Redondo y Berumen, 2011.

Por medio de esta matriz es posible expresar que  $x_{ij}$  es el resultado alcanzado por la alternativa  $A_i$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Asimismo, a partir de los valores seleccionados (sobre cada uno de los atributos) se puede formar la alternativa presuntamente ideal. Una de las partes más relevantes del modelo AHP consiste en la estructuración jerárquica del problema de forma visual. En esta etapa el investigador debe desglosar el problema y sus componentes principales en partes. Los pasos a seguir para obtener la estructuración del modelo jerárquico son (Berumen y Llamazares Redondo, 2007): (a) definición del objetivo; (b) identificación de criterios, (c) identificación de subcriterios; y (d) identificación de alternativas. A partir de estos elementos es posible establecer las prioridades. Posiblemente la mayor utilidad de la propuesta de Saaty (1980) es que concede valores numéricos a los juicios dados. Para la realización de las comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica, que va de 1 a 9.

En consideración a lo anterior, el modelo propuesto trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad sobre un atributo o criterio representado, porque el investigador asumió que este es el método natural como las personas toman sus decisiones. La información que se demanda es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios, tal y como se expone en la Tabla 3. En este caso,  $A$  es una matriz  $n \times n$ , donde  $a_{ij}$  es la medida subjetiva de la importancia relativa del criterio  $i$  frente al  $j$ , según una escala normalizada de 1 (la misma importancia) a 9 (absolutamente más importante).

Tabla 3. Escala de Saaty.

Escala numérica	Escala verbal
1	• Ambos criterios o elementos son de igual importancia.
3	• Débil o moderada importancia de uno sobre el otro.
5	• Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro.
7	• Importancia demostrada de un criterio sobre otro.
9	• Importancia absoluta de un criterio sobre otro.
2,4,6,8	• Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.
2	• Entre igualmente y moderadamente preferible.
4	• Entre moderadamente y fuertemente preferible.
6	• Entre fuertemente y extremadamente preferible.
8	• Entre muy fuertemente y extremadamente preferible.

Fuente: elaboración propia a partir de Saaty (1994b).

La matriz de comparaciones pareadas es una matriz que contiene comparaciones alternativas o criterios. Si suponemos una matriz  $A$  de dimensión  $n \times n$ , con los juicios relativos sobre los atributos o criterios, y  $a_{ij}$  es el elemento  $(i, j)$  de  $A$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ , y,  $j = 1, 2, \dots, n$ , entonces se puede decir que  $A$  es una matriz de comparaciones pareadas de  $n$  criterios, si  $a_{ij}$  es la medida de la preferencia del criterio de la fila  $i$  cuando se compara con el criterio de la columna  $j$ . Cuando  $i = j$ , el valor de  $a_{ij}$  será igual a 1, debido a que el criterio se está comparando consigo mismo.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \text{ se cumple que: } a_{ij} \cdot a_{ji} = 1: A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

En la matriz A todos los elementos son positivos y verifican las siguientes propiedades:

1. Reciprocidad: si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que:  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ , para todas  $i, j = 1, 2, \dots, n$ .
2. Consistencia:  $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$  para todas  $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ .

A cada celda de la matriz le corresponderá uno de los valores de la escala de Saaty. Las comparaciones ubicadas al lado izquierdo de la diagonal formada por el valor 1 tienen una intensidad de preferencia inversa a las ubicadas al lado derecho de la diagonal. Por otro lado, las prioridades se sitúan en la parte derecha de la matriz y son calculadas por el software especializado, incorporando el elemento recíproco en la celda de la matriz que corresponda. Adicionalmente, el presente modelo permite identificar las inconsistencias resultantes de los juicios y el valor que las mejoraría. Si el grado de inconsistencia es inaceptable, se deben reconsiderar y revisar los juicios emitidos sobre las comparaciones pareadas antes de continuar el análisis.

Una vez que se obtiene la matriz de comparaciones pareadas, es posible proceder a hacer una síntesis de las prioridades deducidas de cada faceta del estudio, con el interés de obtener prioridades generales y una ordenación de las alternativas. Para tal fin, el modelo propuesto permite combinar todos los juicios u opiniones, de modo que las alternativas quedan organizadas de la mejor a la peor.

Ahora bien, para aplicar el modelo no ha sido necesario contar con información cuantitativa sobre el resultado que alcanzaba cada alternativa en cada uno de los criterios considerados, sino tan sólo los juicios de valor dados por el investigador. Para llevar a cabo el proceso se han seguido los siguientes pasos: (a) sumar los valores de cada columna de la matriz de comparaciones pareadas; (b) dividir cada elemento de la matriz entre el total de su columna; y (c) calcular el promedio de los elementos de cada línea de las prioridades.

Así, dada la matriz de comparaciones  $A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$  se han sumado verticalmente

los elementos de cada columna, de donde se han obtenido los valores  $v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_1^n a_i$ .

Una vez conseguida la suma de cada columna, se dividió cada elemento de la matriz entre la suma obtenida, lo que nos aportó:



$$A_{\text{normalizada}} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix} . \text{ A esta la denominaremos matriz de}$$

comparaciones normalizada.

El tercer paso consistió en obtener las prioridades de la matriz de comparaciones a partir de la

matriz normalizada, para lo cual se calcula el vector columna,  $P = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_1^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_1^n a_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_1^n a_{nj} \end{pmatrix}$  que contiene los

promedios de las filas, lo que arroja el vector de prioridades de los criterios  $P = \begin{pmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \vdots \\ P_{c1n} \end{pmatrix}$ . La suma

de las prioridades de los elementos del vector debe ser igual a 1, y efectivamente, en este caso así ha sido.

El resultado de las prioridades de las alternativas se obtiene mediante la construcción de las matrices que contengan las prioridades de las alternativas respecto de los criterios y subcriterios:

	Criterio1	Criterio 2	.....	Criterio m
Alternativa 1	$P_{11}$	$P_{12}$	$\dots$	$P_{1m}$
Alternativa 2	$P_{21}$	$P_{22}$	$\dots$	$P_{2m}$
.....	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Alternativa n	$P_{n1}$	$P_{n2}$	$\dots$	$P_{nm}$

A continuación, las matrices obtenidas se multiplican con las matrices de los vectores de prioridades de los subcriterios respecto al criterio de jerarquía superior.

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{c11} \\ P_{c12} \\ \vdots \\ P_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P'_{11} \\ P'_{12} \\ \vdots \\ P'_{1n} \end{pmatrix}$$

Así, el proceso se repite hasta terminar todas las comparaciones de los elementos del modelo (criterios, subcriterios y alternativas). Una de las ventajas del modelo es que en los juicios no se exige transitividad cardinal, lo que al investigador le permite un cierto margen de inconsistencia al emitirlos (para profundizar sobre este tema, véase Wedley *et.al*, 1993). No obstante, con el interés de alcanzar resultados más robustos es recomendable medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas: cuando el grado de consistencia es aceptable se continúa con el proceso, pero cuando no lo sea, antes de continuar hay que modificar los juicios.

Las consistencias tienen dos propiedades simultáneas. La primera es sobre la *transitividad de las preferencias*, lo que indicaría que los juicios emitidos respetan las condiciones de transitividad que se originan al comparar más de dos elementos. Es decir: si  $w_1$ , es mejor que  $w_2$ , y  $w_2$  es mejor que  $w_3$  entonces se espera que  $w_1$  sea mejor que  $w_3$ . La segunda propiedad se refiere a la *proporcionalidad de las preferencias*, es decir, que los juicios enteramente consistentes además de la propiedad de transitividad conllevaban la proporcionalidad entre ellos. Esto significa que si  $w_1$  es tres veces mejor que  $w_2$ , y  $w_2$  es dos veces mejor que  $w_3$ , entonces se espera que  $w_1$  sea seis veces mejor que  $w_3$ . De acuerdo con lo señalado, pudimos concluir que cada matriz (A) era consistente cuando las comparaciones a pares se basaban en medidas exactas. Es decir, cuando los valores  $W_1, \dots, W_n$ , eran conocidos, arrojaba  $a_{ij} = w_i/w_j$ .

Para Saaty (1980), la consistencia de los juicios es la verificación del resultado  $a_{ik} = a_{ij}a_{jk}$  para todo  $i, j, k$  de la matriz de comparaciones pareadas. De este modo, dado que los juicios eran exactos se cumplió la ecuación indicada, lo que significaba que la matriz de comparaciones (A) es consistente.

En el modelo cuando se recogen las comparaciones pareadas entre alternativas en la matriz

$$(A) = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

significa que el elemento  $a_{12}$  representa la importancia entre la alternativa “1” y la “2”.

Haciendo una analogía de los valores, se asume que la alternativa “1” vale  $w_1$  y la “2” vale  $w_2$ , por lo cual, se obtiene que:  $a_{12} = w_1/w_2$ . Cuando cada elemento  $a_{ij}$  de la matriz (A) es reemplazado por la relación  $w_i/w_j$ , se obtiene la siguiente matriz

$$(A) = \begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix}$$

Así fue como se consideró la línea “i” de la matriz de juicios:  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{in}$ , para a continuación multiplicar los elementos de la línea por  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , debido a lo cual se obtuvo:

$$\frac{w_i}{w_1} \cdot w_1 = w_i \quad \frac{w_i}{w_2} \cdot w_2 = w_i \quad \dots \quad \frac{w_i}{w_j} \cdot w_j = w_i \quad \dots \quad \frac{w_i}{w_n} \cdot w_n = w_i.$$

Dado que se procedió de la misma manera con los juicios reales pudimos obtener un *vector línea*, cuyos elementos representaban una dispersión estadística del juicio dado sobre el valor  $w_i$ . Por lo tanto, el promedio de los valores se pudo utilizar como estimativa de  $w_i$ , y quedó como sigue:

$$\text{Situación ideal: } w_i = a_{ij} \cdot W_j \text{ (para } i, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\text{Situación de nuestro caso: } w_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j$$

De este modo, se construyó una matriz (A) que contenía los juicios ideales y totalmente precisos, y otra (A') que además recogía los desvíos o errores producidos. Para determinar si el nivel de consistencia era o no admisible, dependía de la existencia de un vector columna (w) de valores  $w_j$ , ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), donde:

$$w_i / w_j = a_{ij} \text{ y que } (A) \cdot (w) = n \cdot (w)$$

Según la teoría de matrices, dado que  $\sum \lambda_i = \sum a_{ii} = n$ ; y al considerar pérdida de consistencia de la matriz (A), se generará una matriz (A'), y así se cumplirá que:

$$(A') \cdot (w') = \lambda_{\max} \cdot (w') \text{ y } \lambda_{\max} \geq n$$

$$\text{Si hay consistencia: } \lambda_{\max} = n = \sum_{i=1}^n \lambda_i \text{ y si } \lambda_i = \lambda_{\max} \Rightarrow \sum_{i=1}^n \lambda_i + \lambda_j \Leftrightarrow \sum_{i \neq j} \lambda_i$$

$$\text{Si no hay consistencia: } \sum_{i \neq j} \lambda_i \neq 0$$

Por lo tanto, cuanto más parecido sea  $\lambda_{\max}$  al número de alternativas que se analizaban ( $n$ ), más consistente será el juicio de valor elaborado. El desvío de la consistencia está representado por el Índice de Consistencia (IC).  $IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1)}$ , que mide la dispersión de los juicios del investigador en la matriz (A).

A partir de todo o anterior, el presente modelo fue capaz de calcular la razón de consistencia como IC de (A) y el IC Aleatorio o (IA), y considerando que la Relación de Consistencia  $RC = \frac{IC}{IA}$ . En efecto, el IA es el índice de consistencia aleatoria de la matriz (A), en tanto que el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas es cuando las comparaciones por pares se generan al azar. Y, de hecho, es posible generar aleatoriamente matrices del tipo (A) que sean estrictamente recíprocas y de diferentes tamaños, a lo que se denomina Índice Randómico (IR).

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se mostrarán los resultados de la investigación. Así, el ranking específicamente creado ha permitido identificar: (a) las regiones que muestran mayor disposición para emprender proyectos de innovación e internacionalización de al menos una parte de los procesos; y (b) las que, dadas las circunstancias, corren el riesgo de desaparecer cuando el 31 de diciembre de 2018 se eliminen las ayudas comunitarias y estatales al carbón y se liberalice la entrada al mineral proveniente de terceros países. En la Tabla 4 se muestra la relación de los criterios con los que se construyó el ranking y en la Tabla 5, el perfil socioeconómico de las localidades/regiones por países en cada una de las variables estudiadas (de mayor a menor, en virtud de los atributos y factores).

Tabla 4. Relación de criterios.

Criterio	Descripción
Densidad de población	Proporciona información sobre el carácter rural o urbano de la región. Población/Superficie en Km <sup>2</sup> .
Tasa de natalidad en %	Este indicador permite conocer la probable evolución cuantitativa de la población para propiciar y orientar la transformación cualitativa y el desarrollo de la sociedad en el futuro.
Renta disponible por habitante	Renta bruta disponible de los hogares por habitante (en €).
Presupuesto local	Presupuesto local medio por habitante (en €).
% de desempleados	% de desempleados sobre población total.
Número de industrias	Número de industrias relacionadas con el sector minero de más de 250 trabajadores.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Perfil socioeconómico de las localidades/regiones.

Localidades / Países	Densidad de población local	Tasa de natalidad local	% de desempleados sobre población local	Renta local disponible por habitante	Presupuesto local por habitante	Número de industrias locales relacionadas con el carbón
Alemania	63,36	2,9	12,15	31.650	1.504	59
Bélgica	78,51	3,3	16,87	29.916	1.322	32
República Checa	22,74	3,9	14,57	10.831	596	36
España	26,89	1,8	29,63	19.223	1.138	22
Francia	40,33	2,6	14,98	24.117	1.835	28
Hungría	15,25	3,7	7,71	10.980	883	34
Polonia	52,07	4,5	9,04	11.187	907	17
Reino Unido	61,21	2,1	11,20	25.870	1.371	48
Rumanía	42,06	5,8	14,79	6.797	384	21

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Eurostat, 2014.

A continuación se muestra la evolución de las localidades de acuerdo a los criterios considerados y su preceptiva comparación.

Tabla 6. Comparación paritaria y resultados.

	Densidad de población local	Tasa de natalidad local	% desempleados sobre la población local	Renta local disponible por habitante	Presupuesto local por habitante	Número de industrias locales relacionadas con el carbón	Resultados de la comparación paritaria
Densidad de población	1,00	0,33	0,50	1,00	1,00	0,50	0,102
Tasa de natalidad	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,259
% de desempleados sobre población	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,218
Renta disponible por habitante	1,00	0,50	0,50	1,00	3,00	2,00	0,175
Presupuesto local por habitante	1,00	0,50	0,50	0,33	1,00	0,50	0,090
Número de industrias relacionadas con el sector	2,00	0,50	1,00	0,50	2,00	1,00	0,155

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat, 2014.

En el siguiente paso se incorpora el factor “preferencia” a través de la comparación paritaria de los criterios seleccionados. Las matrices cuadradas  $A=(a_{ij})$  reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo en común, por lo cual,  $a_{ij}$  representa la dominación de la alternativa  $i$  sobre la  $j$ . Una vez obtenido el vector resultante, la tabla 7 muestra: (a) las comparaciones paritarias entre las nueve localidades / regiones (vector); y (b) el ranking para cada uno de los criterios analizados.

Una vez que se ha identificado el ranking socioeconómico es posible conocer las localidades/regiones que muestran mayor disposición para emprender proyectos de innovación e internacionalización de, al menos, una parte de los procesos; y las que podrían ver sensiblemente disminuidos sus indicadores de desarrollo o en los casos más graves incluso desaparecer, para lo cual se realizó el mismo procedimiento metodológico explicado anteriormente.

Los resultados derivados de la Tabla 8 señalan que las localidades/regiones con una mejor posición son las alemanas, seguidas de las belgas, la francesa y la británica (puestos 1 a 4), debido a que son las que mejor cumplen con los criterios considerados. A una notable distancia figuran las húngaras, polacas y checas (puestos 5 a 7), y a una distancia aún mayor las españolas y las rumanas (puestos 8 y 9). En resumen: (a) las situadas en los 4 primeros puestos son las que tienen mejor disposición a emprender proyectos de innovación e internacionalización de al menos una parte de los procesos; (b) las situadas en el quinto al séptimo puesto pueden sobrevivir en tanto en cuanto continúe el gasto público y se mantengan las subvenciones a los puestos de trabajo; y (c) las localizadas en el

octavo y noveno puesto, si las cosas no cambian, corren el riesgo de desaparecer o en todo caso podrían ver reducidos sus indicadores de desarrollo.

Tabla 7. Comparaciones paritarias y ranking socioeconómico.

Localidades / Países	Densidad de población local	Tasa de natalidad local	% desempleados sobre la población local	Renta local disponible por habitante	Presupuesto local por habitante	Número de industrias locales relacionadas con el carbón	Vector	Ranking
Alemania	0,030	0,074	0,012	0,008	0,010	0,015	0,147	1
Bélgica	0,014	0,055	0,012	0,017	0,003	0,041	0,145	2
Francia	0,006	0,025	0,025	0,019	0,002	0,022	0,140	3
Reino Unido	0,003	0,014	0,022	0,008	0,021	0,042	0,131	4
Polonia	0,003	0,014	0,036	0,022	0,010	0,009	0,094	5
Hungría	0,022	0,025	0,008	0,013	0,009	0,010	0,085	6
República Checa	0,003	0,019	0,010	0,037	0,003	0,010	0,083	7
España	0,013	0,028	0,015	0,012	0,004	0,010	0,081	8
Rumania	0,011	0,016	0,013	0,012	0,010	0,012	0,074	9

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat, 2014.

Tabla 8. Comparaciones paritarias y ranking definitivo.

Localidades / Países	Emprendimiento de procesos de innovación	Internacionalización de al menos una parte de los procesos	En riesgo de desaparecer	Vector	Ranking
Alemania	0,071	0,094	0,008	0,361	1
Bélgica	0,063	0,071	0,014	0,321	2
Francia	0,057	0,060	0,015	0,302	3
Reino Unido	0,054	0,056	0,016	0,290	4
Hungría	0,032	0,043	0,059	0,156	5
Polonia	0,027	0,038	0,073	0,124	6
República Checa	0,023	0,022	0,091	0,105	7
España	0,021	0,019	0,117	0,082	8
Rumanía	0,012	0,006	0,123	0,061	9

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat, 2014.

## CONCLUSIONES

En un entorno de cambios continuos, como el actual, es sumamente necesario emplear métodos que ayuden a posicionar las localidades y los agentes productivos. Como se ha podido constatar en el presente trabajo, el método utilizado permite identificar y priorizar la situación en la que se encuentran las localidades / regiones carboníferas y sus industrias asociadas. Las conclusiones específicas de la presente investigación son las siguientes:

- A la luz de los resultados encontrados, las localidades / regiones alemanas lideran el ranking, seguidas de las belgas, francesas y británicas. A una apreciable distancia figuran las húngaras y las polacas, y bastante más rezagadas están las checas, españolas y rumanas. En virtud de lo anterior, los resultados señalan la inmensa coincidencia entre las localidades / regiones mejor posicionadas, las que están en un término medio y las que están a la cola.
- En segundo lugar, dentro de los primeros 4 puestos figuran las localidades / regiones que están en mejor disposición para emprender proyectos de innovación e internacionalizar al menos una parte de los procesos. En el lado opuesto, los resultados indican que, dadas las circunstancias, las localidades / regiones 7 a 9 (República Checa, España y Rumanía) podrían desaparecer en cuanto se recorten los niveles de gasto y suspendan las subvenciones al sector del carbón, el 31 de diciembre de 2018. En virtud de lo anterior, es el momento para que los gobiernos, las empresas, los académicos y el resto de actores sociales implicados se esfuercen por dar respuestas alternativas.

Estos resultados confirman el éxito de las regiones que han emprendido procesos de innovación e internacionalización, mientras que las que no lo han hecho se encuentran en una peor situación corren el riesgo de desaparecer. En el objeto de estudio aquí estudiado se confirman las hipótesis formulada por Dosi *et al.* (1990), Nelson (1993) y Verspagen (1993), y confirmada por Fagerberg (1994) y Archibugi y Pietrobelli (2003). Efectivamente, las localidades / regiones que han hecho de los procesos de innovación e internacionalización su apuesta de futuro, están en la senda de asegurar su propia existencia.

Este trabajo únicamente se ha limitado a explicar empíricamente la realidad que señalan los datos, pero es muy probable que los resultados alcanzados no coincidan con la opinión y, sobre todo, con los deseos de los agentes de las localidades / regiones peor posicionadas. Será un error que las autoridades y habitantes en general que viven en las localidades de Bohemia septentrional y Sokolov, Castilla y León y Asturias, y Petroșani y Lupeni, sigan esperanzados en que al final las Comunidades Europeas decidirán incrementar el gasto público y prorrogar las ayudas al sector del carbón.

De cara a futuras investigaciones, la metodología propuesta en este trabajo puede ser de utilidad para autoridades de gobierno, empresas y académicos que deseen conocer la situación de las comarcas y, a partir de ello, valorar cuantitativamente los beneficios o perjuicios derivados de la explotación de recursos energéticos de gran demanda, como oro, plata, hierro, cobre, wulfenita y

coltán y, a partir de ello, diseñar políticas públicas o bien de carácter estratégico al interior de las empresas.

## REFERENCIAS

- Anderson, K. (1995), "The Political Economy of Coal Subsidies in Europe", *Energy Policy*, 6(23), pp. 485-496.
- Archibugi, D. y Pietrobelli, C. (2003), "The Globalization of Technology and its Implications for Developing Countries: Windows of Opportunity or Further Burden?", *Technological Forecasting and Social Change*, 70, pp. 861-883.
- Ayee, J.; Søreide, T.; Shukla, G.P. y Le, T.M. (2011), *Political Economy of the Mining Sector in Ghana*. Policy Research Working Paper Series 5730, The World Bank.
- Berumen, S.A. (2012). "Evaluación del Impacto de la Política de Incentivos Sectoriales en el Desarrollo de los Municipios Mineros de Castilla y León", *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 17 (33), pp. 15-30.
- Berumen, S.A. (2014). "Impacto de la Crisis en el Desarrollo Económico de las Regiones Mineras en Europa", *Problemas del Desarrollo*, 45 (176), pp. 83-106.
- Berumen, S.A. (2016a). "Did Income Inequality Benefit or Hinder Economic Growth in Europe?", *Journal of Social, Political, and Economic Studies*, 42 (2). Próxima publicación.
- Berumen, S.A. (2016b). "Nota Metodológica Sobre el Impacto de la Crisis en una Zona Minera y Aplicación a un Caso", *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 34, pp. 125-136.
- Berumen, S.A. y Hegemann, P. (2014). "Colaborar Globalmente o Morir Localmente: el Reto de la Internacionalización del Sector Minero Alemán", *Cuadernos de Administración*, 27 (48), pp. 227-251.
- Berumen, S.A. y Llamazares Redondo, F. (2007). "La Utilidad de los Métodos de Decisión Multicriterio (como el AHP) en un Entorno de Competitividad Creciente", *Cuadernos de Administración*, 20 (34), pp. 65-87.
- Berumen, S.A.; Llamazares Redondo, F. y Vázquez Vicente, G. (2014). "Evaluación de los Objetivos de la Estrategia de Lisboa en Europa en Empresas Intensivas en Mano de Obra", *Economía Industrial*, 393, pp. 129-139.
- Burke, P.J. y Resosudarmo, B.P. (2012), "Survey of Recent Developments", *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 3(48), pp. 299-324.



- Cappellin, R.; Orsenigo, L. (2006), “Regional Learning Networks in Medium-Tech Technologies and European Integration”, *ERSA Conference Papers ersa06p334*, European Regional Science Association.
- Capps, G. (2012). “Victim of its Own Success? The Platinum Mining Industry and the Apartheid Mineral Property System in South Africa's Political Transition”, *Review of African Political Economy*, 131(39), pp. 63-84.
- Chapman, S. A. (2013), “Specialization and Agglomeration Patterns in Eastern Europe”, *European Journal of Comparative Economics*, 1(10), pp. 49-79.
- Decisión CECA 3632/93 (1994). Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUri>
- Dosi, G.; Pavitt, K. y Soete, L. (1990), *The economics of technical change and international trade*, London, Pinter Publishers.
- Du Plessis, S. (2011), “Nationalising South African Mines: Back to a Prosperous Future, or Down a Rabbit Hole?” *Working Papers 17/2011*, Stellenbosch University, Department of Economics.
- EC (2001 – 2014), *Employment in Europe*, Brussels, European Commission.
- Euracoal (2002 – 2014), *Yearbook*, Brussels, Euracoal.
- Eurostat (2014), *Yearbook*, Brussels, Eurostat.
- Fagerberg, J. (1994), “Technology and International Differences in Growth Rates”, *Journal of Economic Literature*, 32, pp. 1147-1175.
- Fagernäs, S. y Roberts, J. (2004). “The Fiscal Effects of Aid in Zambia”, Working Papers 10, Economics and Statistics Analysis Unit (ESAU), Overseas Development Institute.
- Frondel, M.; Kambeck, R. y Schmidt, C.M. (2006). “Hard Coal Subsidies: A Never-Ending Story?” RWI Discussion Papers 0053, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Gruian, C. M. (2010), “A New Challenge For The Romanian Coal Industry: Elimination of the State Aid”, *Annals of Faculty of Economics*, 1(2), pp. 249-255.
- Haftendorn, C. y Holz, F. (2008). “Analysis of the World Market for Steam Coal Using a Complementarity Model”, Discussion Papers of DIW Berlin, German Institute for Economic Research, Berlin.
- Hilson, G.; Yakovleva, N. y Banchirigah, S.M. (2007). “To Move or Not to Move: Reflections on the Resettlement of Artisanal Miners in the Western Region of Ghana”, *African Affairs*, 106 (424), pp. 413-436.

- Holcombe, S. (2009), *Indigenous Entrepreneurialism and Mining Land Use Agreements*, Sydney, ANU College of Law.
- Kaplan, D. (2012), “South African Mining Equipment and Specialist Services: Technological Capacity, Export Performance and Policy”, *Resources Policy*, 37(4), pp 425-433.
- Kavouridis, K. (2008). “Lignite Industry in Greece within a World Context: Mining, Energy Supply and Environment”, *Energy Policy*, 36 (4), pp. 1257-1272.
- Kemfert, C. y Diekmann, J. (2006), “Perspectives for Germany's Energy Policy”, *Discussion Papers of DIW Berlin*, German Institute for Economic Research, Berlin.
- Kotschwar, B.; Moran, T.H.; Muir, J. (2012). “Chinese Investment in Latin American Resources: The Good, the Bad, and the Ugly”, Working Paper Series WP12-3, Peterson Institute for International Economics.
- Jonek-Kowalska, I. (2015). “State Aid and Competitiveness of the Hard Coal Mining Industry in the European Union”, *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 10 (1), pp. 69-87.
- Llamazares Redondo, F. y Berumen, S.A. (2011). *Los Métodos de Decisión Multicriterio y su Aplicación al Análisis del Desarrollo Local*, Madrid, Esic Business & Marketing School.
- Miller, G.A. (1956), “The Magical Number Seven Plus or Minus Two. Some Limits On Our Capacity For Processing Information”, *The Psychological Review*, 63, pp. 81-97.
- Munteanu, R. (2004). “Qualifizierung und Vermittlung für Eine Dynamische Arbeitswelt”, *Annals of the University of Petrosani*, 4, pp. 189-190.
- Nelson, R.R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Parlamento Europeo (2010), Notas de prensa 24/11/2010, Estrasburgo, Parlamento Europeo.
- RECHAR II (1994), Iniciativa Comunitaria relativa a la reconversión económica de las zonas mineras del carbón, 1994-1997. Diario Oficial, C 180 de 1994-07-01. Disponible en: [http://cordis.europa.eu/programme/rcn/481\\_es.html](http://cordis.europa.eu/programme/rcn/481_es.html)
- Reeson, A.F.; Measham, T.G. y Hosking, K. (2012). “Mining Activity, Income Inequality and Gender in Regional Australia”, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 56 (2), pp. 302-313.
- Roch, I. (2009). “Brown Coal Planning as a Basis for Sustainable Settlement Development”, *Procedia Earth and Planetary Science*, 1 (1), pp. 857-867.

- Roy, B. (1968), "Classement et Choix en Présence de Points de Vue Multiples: La Méthode ELECTRE", *Revue Francaise d'Informatique et de Recherche Operationnelle*, 8, pp. 57-75.
- Saaty, T.L. (1980). *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.
- Saaty, T.L. (1986). "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, 32 (7), pp. 841-855.
- Saaty, T.L. (1990). "How to Make a Decision", *European Journal of Operational Research*, 48, pp. 9-26.
- Saaty, T.L. (1994a). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, Pittsburgh, RWS Publications.
- Saaty, T.L. (1994b). "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", *Interfaces*, 24(6), pp. 19-43.
- Saaty, T.L. (1994c). "Homogeinity and Clustering in AHP Ensures the Validity of the Scale", *European Journal of Operational Research*, 72, pp. 598-601.
- Sarfo-Mensah, P.; Adjaloo, M.K. y Donkor., P. (2010). "Youth Unemployment Challenges in Mining Areas of Ghana", FEEM Working Paper No 122.
- Taeyoon, K., Jaeho, L. y Jea, W.C. (2011). "Firm Level Productivity and Survey Results for Korean Firms in Vietnam and Indonesia", KIEP Research Paper N° 11-22, Policy Analysis.
- Tavoni, M. y van der Zwaan, B. (2009). "Nuclear Versus Coal Plus CCS: A Comparison of Two Competitive Base-load Climate Control Options", Working Papers 2009.100, Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Verspagen, B. (1993). *Uneven Growth Between Interdependent Economies*, Aldershot, UK, Avebury.
- Wedley, W.C.; Schoner, B. y Tang, T.S. (1993). "Starting rules for Incomplete Comparisons in the Analytic Hierarchy Process", *Mathematical and Computer Modelling*, 17(4-5), pp. 93-100.
- Wilson, A.; McMahon, F. y Minardi, J.F. (2013). *British Columbia's Mining Policy Performance: Improving BC's Attractiveness to Mining Investment. Studies in Mining Policy*, Vancouver, Fraser Institute.