

## HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES APLICADAS A LA EVALUACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN LOCAL DEL PROYECTO EUROPEO RURENER

Ángela Paneque-de la Torre

*Asociación Española de Ingeniería de Proyectos*

Jesús Martínez-Almela

*Director de la PMO de la Fundación Intercoop*

Pablo Aragonés-Beltrán

Mónica García-Melón

*Universidad Politécnica de Valencia*

### **Abstract**

The RURENER Project, network of rural communities for energetic neutrality, is promoted and co-financed by the Intelligent Energy - Europe Programme on behalf of the European Commission and it lasts for three years (2009-2011). Its main objective is involve rural communities in the design of energy policies in order to achieve energetic neutrality and promotion of an innovative development that encourage public and private investment in renewable energy sources and rational use of energy in rural areas, giving methodological and technical support and establishing a network that facilitates the exchange of experiences, resources and tools.

To determine the effectiveness of local energy policy is necessary to assess its impact on energy saving, energetic neutrality and sustainable development of each community. This paper shows the application of AHP (Analytic Hierarchy Process) method as a tool for assessing the impacts caused by the Local Action Plans of the communities participating in the RURENER project and in order to prioritize these actions according to their efficiency.

**Keywords:** *energetic neutrality; energy saving; analytic hierarchy process*

### **Resumen**

El proyecto RURENER, red de pequeñas comunidades para la neutralidad energética, está promovido y cofinanciado por el Programa Energía Inteligente para Europa por parte de la Comisión Europea y tiene una duración de tres años (2009-2011). Su principal objetivo es implicar a las comunidades rurales en el diseño de las políticas energéticas con el propósito de alcanzar la neutralidad energética y el fomento de un desarrollo innovador que estimule las inversiones públicas y privadas en fuentes de energía renovables y el uso racional de la energía en poblaciones rurales, dándoles apoyo metodológico y técnico y creando una red que facilite el intercambio de experiencias, recursos y herramientas.

Para conocer la eficacia de la política local de energía es necesario evaluar los impactos que puede tener sobre el ahorro energético, la neutralidad energética y el desarrollo sostenible de cada comunidad. El presente trabajo muestra la aplicación del método AHP (Analytic Hierarchy Process) como herramienta de evaluación de los

impactos provocados por los Planes de Acción Local de las comunidades participantes en el proyecto RURENER y para priorizar dichas acciones según su eficiencia.

**Palabras clave:** *neutralidad energética; ahorro energético; proceso analítico jerárquico*

## 1. Introducción

El proyecto RURENER está financiado por el IEE (Programa Energía Inteligente para Europa) por parte de la Comisión Europea y tiene una duración de tres años (2009-2011). Su principal objetivo es implicar a las zonas rurales en el diseño de las políticas energéticas con el propósito de alcanzar la neutralidad energética y el fomento de un desarrollo innovador. Teniendo en cuenta las dificultades que para ello tienen las poblaciones pequeñas del entorno rural, se propone en este proyecto crear una red para compartir experiencias respecto a la neutralidad energética.

Los objetivos del proyecto son:

- Avanzar en la neutralidad energética a nivel de pequeñas comunidades rurales.
- Dar apoyo metodológico y técnico a pueblos y pequeñas ciudades en áreas rurales para alcanzar la neutralidad energética.
- Facilitar el intercambio de experiencias, recursos y herramientas a través de una red activa.
- Estimular las inversiones públicas y privadas para las fuentes de energía renovables (RES) y el uso racional de la energía (RUE) en poblaciones rurales.
- Estimular el uso de recursos locales (biomasa, energía eólica, energía solar, energía hidroeléctrica).
- Promocionar las localidades energéticamente neutras y el desarrollo local innovador en Europa.

Las catorce comunidades locales pertenecientes a siete países miembros de la Unión Europea que se indican en la tabla 1 participan en el proyecto RURENER desde su comienzo. Además de éstas, cuatro comunidades más se incorporaron al proyecto en noviembre de 2010 (Saint Bonnet le Froid en Francia y Hangu, Capu Campului y Pancesti en Rumania), como puede observarse en la figura 1.

**Figura 1: Comunidades rurales participantes en el proyecto RURENER (Fuente: [www.rurener.eu](http://www.rurener.eu))**



**Tabla 1: Comunidades rurales participantes en el proyecto RURENER desde su comienzo**

País	Comunidad rural
España	Atzeneta del Maestrat
	Calimanesti-Caciulata
Rumanía	Slanic-Moldova
	Tasca
Grecia	Keratea
	Nikiforos-Dramas
Hungría	Nagypali
	Perkupa
Francia	Peyrelevade
	Cévennes et Montagne Ardéchoise
	Schladen
Alemania	Schöningen
	Wesendorf
Italia	Tirano

Cada una de estas comunidades rurales ha puesto en marcha una serie de proyectos a corto, medio y largo plazo que se han denominado RURENER Local Action Plan (RLAP) y que se pueden dividir en cuatro grupos según el objetivo al que se oriente cada acción:

- Energías renovables
- Ahorro energético
- Comunicación y concienciación
- Control y seguimiento

**Figura 2: Campos de placas fotovoltaicas instaladas en la comunidad rural de Atzeneta del Maestrat (España)**



Para conocer la eficacia de dichas acciones y, por tanto, de la política local de energía, es necesario evaluar su impacto sobre el ahorro energético, la neutralidad energética y el desarrollo sostenible de cada comunidad. Esta evaluación, especialmente con respecto al desarrollo local sostenible, es un proceso complejo que requiere una gran cantidad de información procedente de diferentes actores y herramientas para evaluar los impactos ambientales, sociales, económicos e institucionales.

Por otra parte, se pretende también extrapolar los resultados obtenidos a otras comunidades rurales interesadas en el proyecto RURENER de forma que se puedan aplicar acciones similares a las realizadas en las comunidades piloto pero adaptadas a sus propias características. Por esta razón se va a desarrollar una herramienta de apoyo para la toma de decisiones basada en el Proceso Analítico Jerárquico (conocido como AHP, del inglés Analytic Hierarchy Process) que ayude a detectar qué proyectos podrían adaptarse para generar un mejor resultado desde la perspectiva de la nueva comunidad participante.

## **2. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**

Análisis de Decisiones Multicriterio (MCDA) “es un término que incluye una colección de conceptos, métodos y técnicas que persiguen ayudar a individuos o grupos a tomar decisiones que implican diferentes puntos de vista en conflicto y múltiples agentes interesados” (Belton y Stewart, 2002). Estos conceptos y métodos del MCDA han sido ampliamente estudiados en la Literatura de Investigación Operativa (Pomerol y Barba-Romero, 2000).

De acuerdo con (Bouyssou et al. 2000), la elección de un modelo basado en el MCDA no es sencillo, ya que existen varios modelos que pueden ser utilizados en un proceso de toma de decisiones. Algunas de estas técnicas son el Proceso Analítico Jerárquico, los métodos ELECTRE y PROMETHEE, el método PRES II, TOPSIS y CODASIS.

Tal como se indicó anteriormente, el presente trabajo propone utilizar el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). La elección de este método se debe a que permite estructurar el problema del establecimiento de prioridades mediante una descomposición jerárquica del problema, teniendo en cuenta la consistencia de los

juicios emitidos. Es fácilmente comprensible por los expertos que han de evaluar los informes y les permite proponer y reunir la información generada de forma individual por cada experto de una manera sencilla y sistemática. Además, los programas informáticos de apoyo permiten realizar cálculos y presentar los resultados de una forma rápida y sencilla.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) desarrollado por Thomas Saaty (Saaty, 1980, 1996, 2001) es una técnica de toma de decisiones multicriterio que descompone un problema complejo en una jerarquía, en la que cada nivel está compuesto por diferentes elementos específicos, de forma que en el nivel superior se encuentra el objetivo principal, y descendiendo en los niveles de la jerarquía se encuentran los criterios y subcriterios y las alternativas al problema.

Una vez estructurado el modelo jerárquico para el problema, los participantes en la toma de decisiones realizan comparaciones pareadas para cada nivel de la jerarquía con objeto de obtener el peso de cada elemento de un mismo nivel con respecto a un elemento del nivel inmediatamente superior. Este factor de peso proporciona una medida de la importancia relativa de dicho elemento para el responsable de la toma de decisiones.

Cuando el número de alternativas es superior a  $7 \pm 2$ , se recomienda utilizar el modelo de "ratings", consistente en construir una escala categórica para cada criterio contra la que se deben comparar las diferentes alternativas. El prototipo de la categoría debe ser especificado intentando evitar ambigüedades, ya que podrían producirse interpretaciones diferentes por distintos evaluadores y ser utilizadas indistintamente para calificar dos alternativas con distinto valor preferencial.

### **3. Aplicación del método AHP a la evaluación de los RLAP**

#### **3.1. Estructuración del problema**

El objetivo del proceso de evaluación del proyecto RURENER es determinar el RLAP más eficiente desde el punto de vista de los impactos producidos y según la perspectiva de las diferentes comunidades. Por lo tanto, el objetivo puede definirse como la "ordenación de los Planes de Acción Local del proyecto RURENER según su impacto".

Los criterios utilizados para evaluar el impacto de las alternativas son quince indicadores de tipo energético, económico, social y medioambiental. La tabla 2 muestra dichos indicadores ordenados en criterios y subcriterios.

**Tabla 2: Criterios y subcriterios en base a los cuales se realiza la ordenación.**

Criterio	Subcriterio
01 Neutralidad energética (RES)	C11 Neutralidad energética
02 Ahorro energético (RUE)	C21 Ahorro energético
03 Impactos económicos	C31 Eficiencia de coste
	C32 Rentabilidad
	C33 Inversiones
	C34 Capacidad de construcción
04 Impactos institucionales	C41 Impactos institucionales
05 Impactos sociales	C51 Empleo
	C52 Participación social
	C53 Molestias evitadas a los ciudadanos
06 Impactos medioambientales	C61 Uso de energías renovables
	C62 Minimización de consumos de energía, agua y materiales y utilización de terrenos
	C63 Minimización de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación de tierra y agua
	C64 Maximización de la reutilización y reciclado de recursos
	C65 Mantenimiento y restauración de la diversidad ecológica

Respecto a la tabla 2, deben realizarse algunas observaciones:

- Todos los criterios han sido definidos de forma que se deban maximizar.
- Dado que los proyectos a evaluar tienen como principal propósito conseguir la neutralidad energética en las comunidades donde se implantan, los criterios energéticos C1 y C2, considerados a priori como los más importantes, se han dejado separados y no englobados en un mismo criterio.
- Los criterios C1 y C2 son criterios cuantitativos, medibles mediante un balance energético contenido en una de las herramientas que el consorcio RURENER ha puesto a disposición de las comunidades. El resto de criterios son cualitativos y dependen de la percepción de las personas que realicen la evaluación en cada comunidad.

En cuanto al último nivel de la jerarquía, las alternativas que se pretende ordenar según los impactos producidos son los diferentes RLAP. Por lo tanto, se presentan catorce diferentes alternativas, una por cada comunidad participante en el proyecto (tabla 3).

**Tabla 3: Alternativas a jerarquizar**

RURENER Local Action Plan	
A Atzeneta del Maestrat	H Perkupa
B Calimanesti-Caciulata	I Peyrelevade
C Slanic-Moldova	J Cévennes et Montagne Ardéchoise
D Tasca	K Schladen
E Keratea	L Schöningen
F Nikiforos-Dramas	M Wesendorf
G Nagypali	N Tirano

### 3.2. Selección del grupo de expertos

Las personas que van a colaborar en el proceso de evaluación serán los responsables de los Planes de Acción Local en cada comunidad. Cada uno de estos responsables evaluará, cumplimentando un cuestionario, los impactos de sus RLAP ya que son ellos quienes mejor conocen el funcionamiento y rendimiento que en cada comunidad se está obteniendo. Por esta razón, los cuestionarios se han realizado de forma que puedan ser fácilmente entendidos y respondidos por dichos responsables, independientemente de su nacionalidad y de que tengan una mayor o menor formación académica.

Los cuestionarios cumplimentados serán enviados a los expertos encargados del análisis de la eficiencia de los proyectos para la realización de la posterior evaluación global. Estos expertos, actuando por consenso, serán quienes asignen los pesos a los criterios y analicen los resultados finales obtenidos.

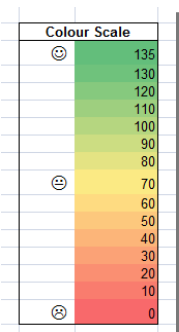
Dicho cuestionario está formado por quince preguntas, una por cada criterio o indicador, y cada pregunta puede responderse con una puntuación de 1 a 9, siendo 1 el menor impacto positivo y 9 el mayor. En principio estas puntuaciones se eligieron para obtener automáticamente un resultado numérico que indicara a las comunidades de forma sencilla el mayor o menor impacto positivo provocado por las acciones desarrolladas. En el momento de aplicar el método AHP, aunque estos valores coincidan con la escala de Saaty para comparaciones pareadas, no corresponderán con ellos sino que simplemente servirán para indicar la respuesta seleccionada. En la figura 3 se puede observar una muestra del cuestionario propuesto a los responsables de las comunidades participantes, y la figura 4 muestra un ejemplo de la presentación de los resultados como información directa a los responsables de las comunidades.

Figura 3: Muestra parcial del cuestionario propuesto

RURENER Local Action Plan (RLAP) Evaluation Score Sheet	
1. If your RLAP has achieved over the period under evaluation energy neutrality of:	
Greater than 0 but equal to or less than 25% <b>award 1 point</b> Greater than 25% but equal to or less than 50% <b>award 3 points</b> Greater than 50% but equal to or less than 75% <b>award 5 points</b> Greater than 75% but equal to or less than 100% <b>award 7 points</b> Greater than 100% <b>award 9 points</b>	<b>Points</b>  <b>3</b>
<i>Determine the energy neutrality increases with the RURENER energy balance tool against the baseline evaluation period</i>	
2. If your RLAP over the period under evaluation has achieved energy savings of:	
Greater than 0 but equal to or less than 5% <b>award 1 point</b> Greater than 5% but equal to or less than 10% <b>award 3 points</b> Greater than 10% but equal to or less than 15% <b>award 5 points</b> Greater than 15% but equal to or less than 20% <b>award 7 points</b> Greater than 20% <b>award 9 points</b>	<b>Points</b>  <b>1</b>
<i>Determine the energy savings with the RURENER energy balance tool against the baseline evaluation period</i>	
3. If your RLAP over the period under evaluation was towards achieving energy neutrality and energy saving:	
Very little cost efficient, <b>award 1 point</b> Little cost efficient, <b>award 3 points</b> Satisfactorily cost efficient, <b>award 5 points</b> Highly cost efficient, <b>award 7 points</b> Very highly cost efficient, <b>award 9 points</b>	<b>Points</b>  <b>5</b>
<i>Cost efficient: benefits worth the cost, good practice standards, significant levels of benefits, benefits growing at reasonable cost, against the baseline evaluation period</i>	

Figura 4: Ejemplo de resultados del cuestionario de evaluación de los RLAP

	Energy Neutrality-RES	Energy Savings-RUE	Economic Impacts of LAP				Assesses Institutional Impacts	Social Impacts			Environmental Impacts					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	Total
1 Community member name																
2 Country name																
3 <b>RLAP Score</b>	3	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>21</b>
4	3	1	2				1	1			1					
5																





### 3.3. Proceso de toma de decisiones

El proceso seguido para la evaluación de los impactos producidos por los RLAP emplea el método AHP utilizando el modelo de “ratings” para analizar las alternativas. Los pasos de este proceso, de los cuales los dos primeros ya fueron explicados en el apartado correspondiente a la estructuración del problema, son los siguientes:

1. Identificación de las alternativas
2. Identificación y agrupación de los criterios
3. Valoración de las alternativas (ratings)
4. Ponderación de los criterios
5. Aplicación del modelo para priorizar las alternativas
6. Análisis de los resultados

#### 3.3.1. Valoración de las alternativas

Tal como se ha indicado anteriormente, dado el elevado número de alternativas se recomienda para su valoración el modelo de “ratings” en contraposición a la comparación pareada. Además se ha supuesto una variación lineal de la preferencia para todos los criterios. Los dos primeros criterios, neutralidad energética y ahorro energético, son cuantitativos y se toma como valor seleccionado el valor medio del intervalo elegido, por lo que los valores para cada categoría quedan como se muestra en las tablas 4 y 5.

**Tabla 4: Escala de utilidad para el criterio de Neutralidad Energética**

Categoría	Valor asignado	Escala normalizada	Ideal
0%-25%	0,125	0,0417	0,124998
25%-50%	0,375	0,1250	0,375006
50%-75%	0,625	0,2083	0,625000
75%-100%	0,875	0,2917	0,874999
>100%	1,000	0,3333	1,000000

**Tabla 5: Escala de utilidad para el criterio de Ahorro Energético**

Categoría	Valor asignado	Escala normalizada	Ideal
0%-5%	0,025	0,0417	0,124998
5%-10%	0,075	0,1250	0,375006
10%-15%	0,125	0,2083	0,625000
15%-20%	0,175	0,2917	0,874999
>20%	0,200	0,3333	1,000000

Sin embargo, para el resto de criterios, que son cualitativos, se ha utilizado la misma escala basada en las categorías empleadas en el cuestionario (very little, little, satisfactorily, highly, very highly). Realizando una comparación pareada de dichas categorías se obtienen los resultados mostrados en la tabla 6.

**Tabla 6: Obtención de ratings para los criterios cualitativos**

Categoría	Very little	Little	Satisfactorily	Highly	Very highly	Escala normalizada	Ideal
Very little	1	1/2	1/3	1/4	1/5	0,0666	0,192978
Little	2	1	1	1/2	1/3	0,1393	0,406432
Satisfactorily	3	1	1	1	1/2	0,1882	0,555551
Highly	4	2	1	1	1	0,2631	0,771917
Very highly	5	3	2	1	1	0,3427	1,000000

### 3.3.2. Ponderación de criterios y subcriterios

La percepción de la importancia de los indicadores para la evaluación de los impactos producidos por los diferentes proyectos de acción local llevados a cabo es diferente de unas comunidades a otras. La decisión tomada por el grupo de expertos para la ordenación de las comunidades en función de la valoración de los impactos producidos por sus RLAP ha sido la de asignar el mismo peso a todos los criterios, por lo que los pesos globales quedan tal como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7: Pesos globales asignados por el grupo de expertos del proyecto RURENER**

Criterios	Subcriterios	Pesos
01 Neutralidad energética (RES)	C11	0,166666
02 Ahorro energético (RUE)	C21	0,166666
03 Impactos económicos	C31	0,041666
	C32	0,041666
	C33	0,041666
	C34	0,041666
04 Impactos institucionales	C41	0,041666
05 Impactos sociales	C51	0,055556
	C52	0,055556
	C53	0,055556
06 Impactos medioambientales	C61	0,033334
	C62	0,033334
	C63	0,033334
	C64	0,033334
	C65	0,033334

### 3.3.3. Aplicación del modelo para priorizar las alternativas

Para facilitar la obtención de resultados, se ha utilizado el programa informático Super Decisions ([www.superdecisions.com](http://www.superdecisions.com)) en el modo de ratings. Introduciéndose la información obtenida de la respuesta a los cuestionarios respecto a los diferentes RLAP, resultan la tabla 8, que muestra las categorías seleccionadas en cada caso, y la tabla 9, que muestra los valores correspondientes a cada categoría. A partir de las anteriores tablas se obtiene la priorización mostrada en la figura 5.

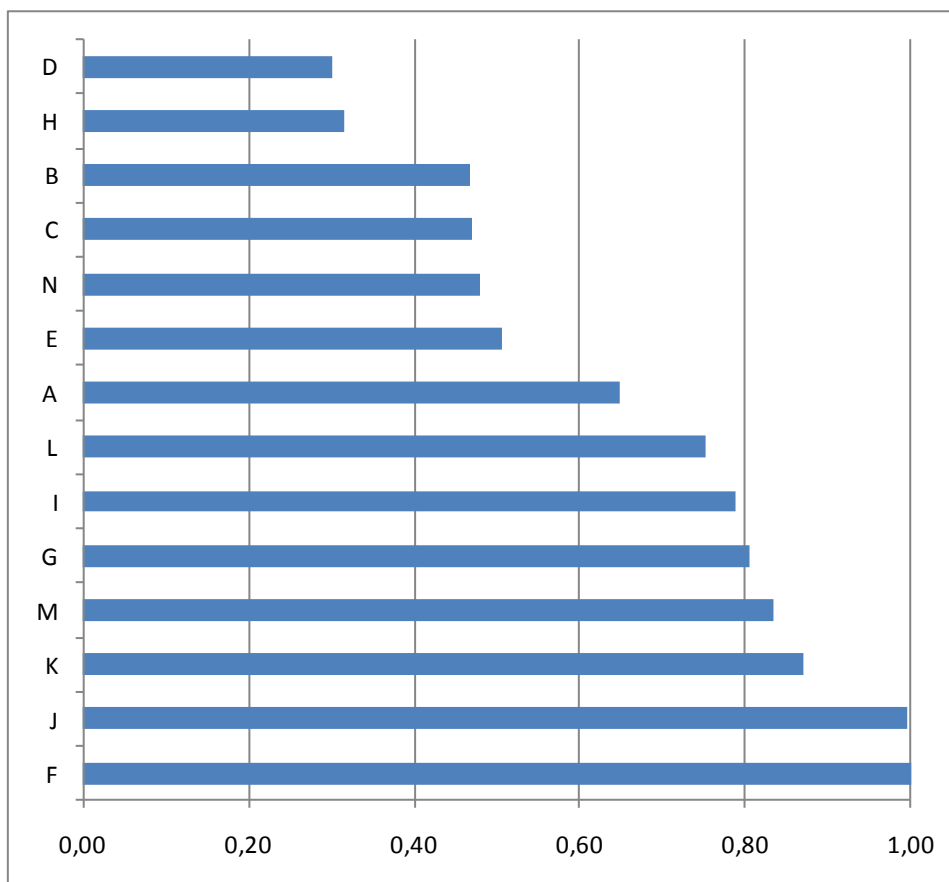
**Tabla 8: Ratings del programa Super Decisions con las categorías correspondientes a los RURENER Local Action Plans**

	C11 0.166666	C21 0.166666	C31 0.041666	C32 0.041666	C33 0.041666	C34 0.041666	C41 0.166666	C51 0.055556	C52 0.055556	C53 0.055556	C61 0.033334	C62 0.033334	C63 0.033334	C64 0.033334	C65 0.033334
A	25%-50%	5%-10%	Satisfactorily	Satisfactorily	Very little	Very little	Satisfactorily	Little	Little	Little	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Little	Little
B	0%-25%	0%-5%	Very little	Very little	Little	Satisfactorily	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Little	Very little	Very little	Satisfactorily
C	0%-25%	0%-5%	Very little	Very little	Very little	Highly	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Little	Little	Little	Very little
D	0%-25%	0%-5%	Very little	Very little	Very little	Very little	Very little	Very little	Little	Very little	Little	Little	Very little	Very little	Very little
E	0%-25%	0%-5%	Little	Little	Little	Satisfactorily	Little	Little	Satisfactorily	Little	Satisfactorily	Little	Little	Little	Little
F	>100%	10%-15%	Highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Very highly	Very little	Little	Very little	Very highly	Satisfactorily	Very little	Very little	Little
G	50%-75%	10%-15%	Highly	Highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Little	Little	Little	Satisfactorily	Little	Little	Little	Little
H	0%-25%	0%-5%	Very little	Little	Little	Very little	Very little	Very little	Little	Very little	Little	Very little	Very little	Very little	Very little
I	25%-50%	5%-10%	Little	Very little	Little	Satisfactorily	Very highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Little
J	0%-25%	10%-15%	Highly	Highly	Very highly	Highly	Very highly	Highly	Satisfactorily	Highly	Highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily
K	0%-25%	10%-15%	Highly	Little	Satisfactorily	Very little	Very highly	Highly	Highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Little
L	0%-25%	5%-10%	Highly	Very little	Highly	Very little	Very highly	Satisfactorily	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Very little
M	0%-25%	10%-15%	Highly	Little	Satisfactorily	Very little	Very highly	Little	Highly	Satisfactorily	Little	Satisfactorily	Satisfactorily	Little	Little
N	0%-25%	0%-5%	Little	Little	Little	Little	Satisfactorily	Very little	Satisfactorily	Satisfactorily	Very little	Very little	Very little	Little	Very little

**Tabla 9: Ratings del programa Super Decisions en los que se ha sustituido cada categoría por su valor correspondiente**

Pesos	0,167	0,167	0,042	0,042	0,042	0,042	0,167	0,056	0,056	0,056	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	
Totales	C11	C21	C31	C32	C33	C34	C41	C51	C52	C53	C61	C62	C63	C64	C65	
A	0,425	0,375	0,375	0,556	0,556	0,193	0,193	0,556	0,406	0,406	0,406	0,556	0,556	0,406	0,406	0,406
B	0,306	0,125	0,125	0,193	0,193	0,406	0,556	0,556	0,193	0,556	0,193	0,556	0,406	0,193	0,193	0,556
C	0,308	0,125	0,125	0,193	0,193	0,193	0,772	0,556	0,193	0,556	0,193	0,556	0,406	0,406	0,406	0,193
D	0,196	0,125	0,125	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,406	0,193	0,406	0,406	0,193	0,193	0,193
E	0,332	0,125	0,125	0,406	0,406	0,406	0,556	0,406	0,406	0,556	0,406	0,556	0,406	0,406	0,406	0,406
F	0,655	1,000	0,625	0,772	0,556	0,556	0,406	1,000	0,193	0,406	0,193	1,000	0,556	0,193	0,193	0,406
G	0,527	0,625	0,625	0,772	0,772	0,556	0,556	0,406	0,406	0,406	0,406	0,556	0,406	0,406	0,406	0,406
H	0,207	0,125	0,125	0,193	0,406	0,406	0,193	0,193	0,193	0,406	0,193	0,406	0,193	0,193	0,193	0,193
I	0,517	0,375	0,375	0,406	0,193	0,406	0,556	1,000	0,556	0,556	0,193	0,556	0,556	0,556	0,556	0,406
J	0,653	0,125	0,625	0,772	0,772	1,000	0,772	1,000	0,772	0,556	0,772	0,772	0,772	0,556	0,556	0,556
K	0,571	0,125	0,625	0,772	0,406	0,556	0,193	1,000	0,772	0,772	0,556	0,556	0,556	0,556	0,406	0,406
L	0,494	0,125	0,375	0,772	0,193	0,772	0,193	1,000	0,556	0,556	0,556	0,406	0,556	0,556	0,406	0,193
M	0,546	0,125	0,625	0,772	0,406	0,556	0,193	1,000	0,406	0,772	0,556	0,406	0,556	0,556	0,406	0,406
N	0,314	0,125	0,125	0,406	0,406	0,406	0,406	0,556	0,193	0,556	0,556	0,193	0,193	0,193	0,406	0,193

**Figura 5: Priorización de las alternativas según los criterios del grupo de expertos del proyecto RURENER (valores ideales de prioridad)**



#### **3.3.4. Análisis de los resultados**

Como puede observarse, dando el mismo peso a todos los indicadores, la alternativa que obtiene un mejor resultado es la F, es decir, las acciones desarrolladas en el marco del proyecto RURENER por la comunidad rural de Nikiforos-Dramas (Grecia) provocan el mayor impacto positivo en comparación con el resto de comunidades participantes. Aunque la alternativa J, Cévennes et Montagne Ardéchoise (Francia), obtiene un resultado muy parecido.

#### **4. Aplicación del modelo obtenido a la extrapolación de resultados a nuevas comunidades participantes en el proyecto RURENER**

El interés principal a la hora de desarrollar este modelo de priorización de los resultados, es la posibilidad de que el grupo de expertos cuente con una herramienta de apoyo para la extrapolación de los resultados obtenidos a otras comunidades que deseen integrarse en el proyecto RURENER, o que simplemente estén interesadas en poner en práctica acciones encaminadas a conseguir la neutralidad energética. Por esta razón, y teniendo en cuenta que diferentes comunidades tienen diferentes características y necesidades, y por lo tanto una diferente perspectiva de la importancia de los impactos energéticos, económicos, sociales y medioambientales en su entorno, se propone a los responsables de dichas comunidades que indiquen cual es su percepción de la importancia de los diversos factores a tener en cuenta a la hora de seleccionar un tipo de proyecto u otro.

Para obtener dicha información sobre la percepción de la importancia de los factores, se propone a las nuevas comunidades que realicen, mediante un nuevo cuestionario (cuyas respuestas para los criterios de primer nivel pueden observarse en la tabla 10), la ponderación de los criterios y subcriterios anteriormente definidos. Esta nueva asignación de pesos a los criterios se realizará de la forma convencional, es decir, por comparaciones pareadas de los diferentes criterios.

**Tabla 10: Resultados de la nueva comunidad al cuestionario sobre la importancia de los criterios de primer nivel con respecto a la valoración de los impactos de los RLAP**

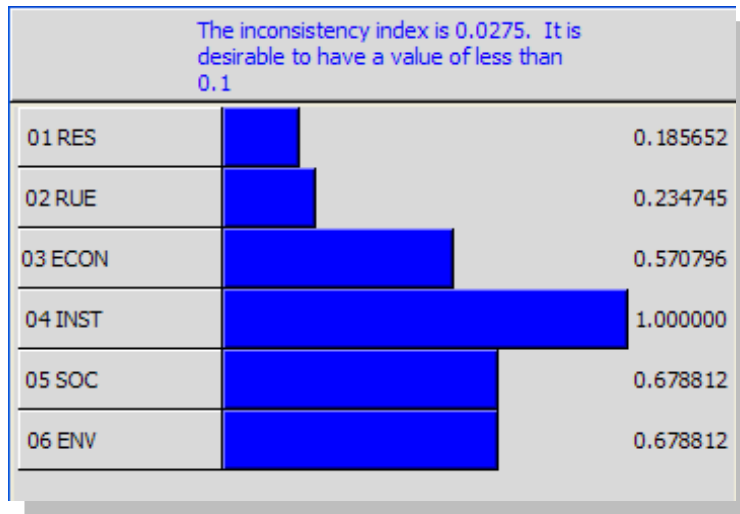
01 Neutralidad energética (RES)		02 Ahorro energético (RUE)	X	2
01 Neutralidad energética (RES)		03 Impactos económicos	X	3
01 Neutralidad energética (RES)		04 Impactos institucionales	X	5
01 Neutralidad energética (RES)		05 Impactos sociales	X	3
01 Neutralidad energética (RES)		06 Impactos medioambientales	X	3
02 Ahorro energético (RUE)		03 Impactos económicos	X	3
02 Ahorro energético (RUE)		04 Impactos institucionales	X	5
02 Ahorro energético (RUE)		05 Impactos sociales	X	3
02 Ahorro energético (RUE)		06 Impactos medioambientales	X	3
03 Impactos económicos		04 Impactos institucionales	X	3
03 Impactos económicos	X	05 Impactos sociales	X	1
03 Impactos económicos	X	06 Impactos medioambientales	X	1
04 Impactos institucionales	X	05 Impactos sociales	X	1
04 Impactos institucionales	X	06 Impactos medioambientales	X	1
05 Impactos sociales	X	06 Impactos medioambientales	X	1

Introduciendo esta información en el programa Super Decisions, la matriz de ponderación queda como se muestra en la figura 6, y a partir de ella se obtiene la ponderación de los criterios de primer nivel (figura 7). En caso de que el ratio de consistencia fuese inferior al deseable, para evitar inconsistencias en los resultados, sería necesario solicitar a los responsables de las nuevas comunidades que reflexionaran de nuevo sobre las respuestas que han provocado dichas inconsistencias.

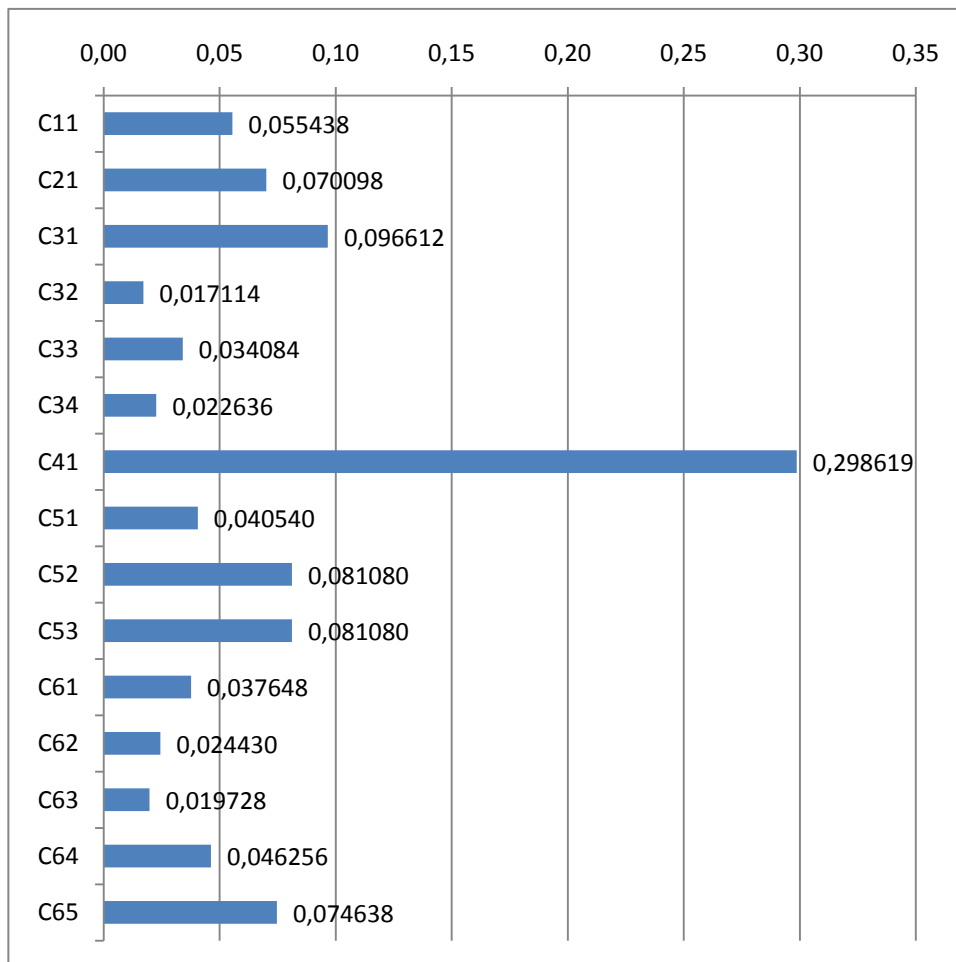
**Figura 6: Matriz de comparación de los criterios de primer nivel según la percepción de los responsables de la nueva comunidad**

Inconsistency	02 RUE	03 ECON	04 INST	05 SOC	06 ENV
01 RES	↑ 2.0	↑ 3.0	↑ 5.0	↑ 3.0	↑ 3.0
02 RUE		↑ 3.0	↑ 5.0	↑ 3.0	↑ 3.0
03 ECON			↑ 3.0003	← 1.0	← 1.0
04 INST				← 1.0	← 1.0
05 SOC					← 1.0

**Figura 7: Ponderación ideal de los criterios de primer nivel según la percepción de los responsables de la nueva comunidad**



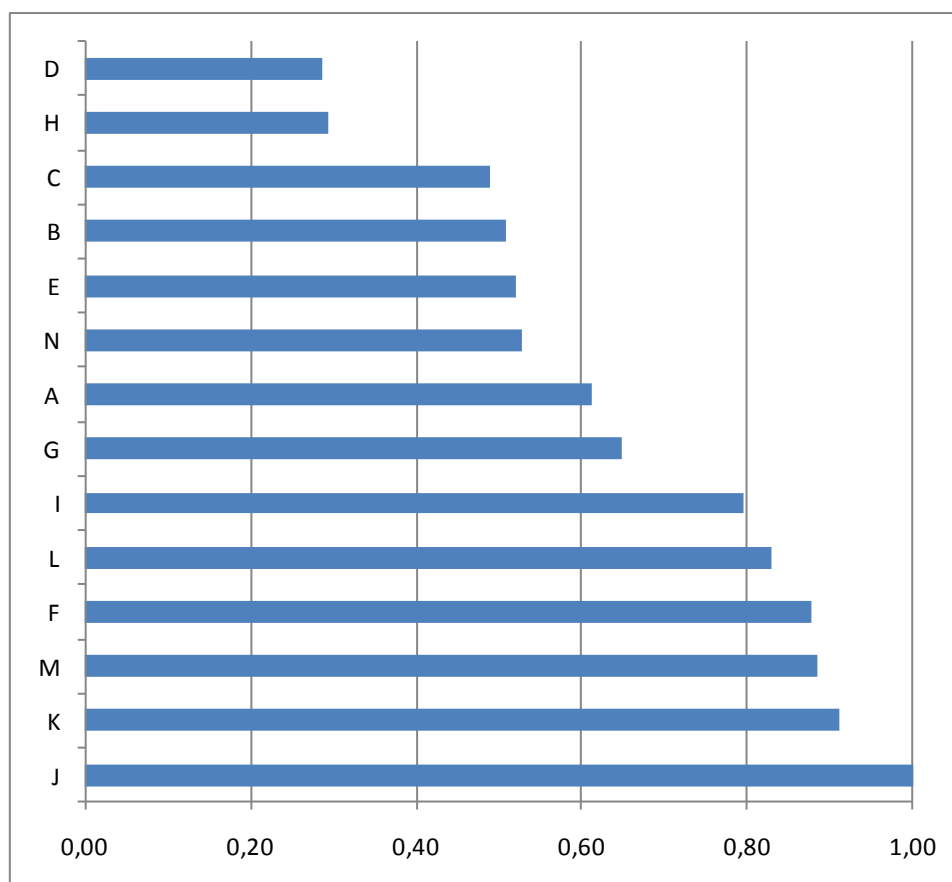
**Figura 8: Pesos globales asignados por los responsables de la nueva comunidad participante en el proyecto**



Siguiendo el mismo procedimiento para la ponderación de los criterios de segundo nivel pertenecientes a los indicadores de impactos económicos, sociales y medioambientales, se obtiene los pesos globales de todos los criterios (figura 8).

Como puede observarse, la nueva comunidad le da una importancia destacada al cumplimiento de la legislación (representado por el criterio C41 de impactos institucionales) frente a otro tipo de criterios. Con esta nueva distribución de los pesos, la priorización de las alternativas obtenida (figura 9) difiere de la anterior y muestra los RLAP que obtienen un mejor resultado según la perspectiva de la nueva comunidad.

**Figura 9: Priorización de las alternativas según los criterios de los responsables de la nueva comunidad (valores ideales de prioridad)**



Como puede observarse, con esta nueva distribución de pesos de los indicadores, la alternativa que obtiene un mejor resultado es la J, es decir, las acciones desarrolladas en el marco del proyecto RURENER por la comunidad rural de Cévennes et Montagne Ardéchoise (Francia), seguida por las alternativas K, Schladen (Alemania) y M, Wesendorf (Alemania).

El grupo de expertos del proyecto RURENER propondrá a la nueva comunidad que estudie la posibilidad de poner en marcha acciones similares a las llevadas a cabo en estas comunidades, ya que son las que con mayor probabilidad se adaptarán a las necesidades de dicha comunidad y obtengan mejores resultados.

## 5. Conclusiones

Se ha presentado una aplicación del método AHP para ayudar al equipo del proyecto RURENER a evaluar los impactos positivos producidos por la aplicación de los planes de acción local en materia de neutralidad energética, así como a extrapolar los

resultados obtenidos en las comunidades piloto del proyecto a otras comunidades rurales. Este método permite tener en cuenta una gran cantidad de criterios de diversa índole (energéticos, económicos, sociales, legales, medioambientales, etc) de una forma sistemática, de forma que se facilita la toma de decisiones. Además, permite considerar las diferencias sociales y culturales que presentan las diferentes comunidades rurales a la hora de proponer la puesta en marcha proyectos energéticos.

La priorización obtenida a partir de este método agiliza el estudio de las acciones que mejor se adaptan a las nuevas características, acotando las acciones que deben ser estudiadas preferentemente y reduciendo por tanto el trabajo necesario para obtener una solución satisfactoria.

Como desarrollos futuros se plantea aplicar el método ANP (Analytic Network Process), teniendo en consideración también las influencias entre los elementos del problema.

## 6. Referencias

Belton, V., Stewart, T. (2002) Multiple criteria decision analysis. An integrated approach. Kluwer Academic Publishers.

Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Perny, P., Tsoukias, A., Vincke, P. (2000) Evaluation and decision models. A critical perspective. Kluwer Academic Publishers.

Pomerol, J.C., Barba-Romero, S. (2000) Multicriterion decision in management: Principles and practice. Boston Hardbound: Kluwer Academic Publishers.

Saaty, TL. (1980). The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw-Hill.

Saaty, TL. (1996). The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. RWS Publications. Pittsburgh.

Saaty, TL. (2001). Decision making with independence and feedback: The Analytic Network Process. RWS Publications. Pittsburgh.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Ángela Paneque de la Torre  
Phone: +34 963 879 172  
Fax: + 34 963 879 173  
E-mail: anpade@dpi.upv.es