

Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME

Elena MARTÍNEZ RODRÍGUEZ
Real Centro Universitario
«Escorial-María Cristina»
San Lorenzo del Escorial
emartinez@ccee.ucm.es

Resumen: El AHP es un sistema flexible de metodología de análisis de decisión multicriterio para ayudar a la toma de decisiones complejas, formulando el problema de decisión de un modo lógico y racional, pudiendo ser aplicado a diferentes campos. En este trabajo se aplica para identificar la mejor localización de pymes del sector servicios.

Abstract: The AHP is a flexible system of methodology for multicriteria decision analysis. It is used for helping in the taken of complex decisions process. It makes out the decision problem in a rational and logical way. It can be applied to different fields as the best way of locating small business.

Palabras clave: Decision multicriterio, AHP, Expert Choice, Localización.

Keywords: Multicriteria decision, AHP, Expert Choice, Location.

Sumario:

- I. Introducción.**
- II. El proceso jerárquico de análisis.**
- III. Aplicación del AHP a un problema concreto: la localización de una pyme del sector servicios.**
 - 3.1. *Modelización del problema.*
 - 3.2. *Evaluación y priorización de alternativas y criterios.*
 - 3.3. *Síntesis del problema.*
 - 3.4. *Análisis de sensibilidad.*
- IV. Conclusiones.**

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de la eficiencia, la productividad y la competitividad por parte de las empresas está contribuyendo a la búsqueda de metodologías de apoyo a la toma de decisiones complejas en escenarios de múltiples criterios de selección. Para el tratamiento y el análisis apropiado de este tipo de problemas se han desarrollado, en las últimas décadas, un gran número de métodos de Decisión Multicriterio, todos ellos de gran interés y de importante aplicación en la práctica.

Estos métodos persiguen eliminar las conjeturas improvisadas, el pensamiento no explicado, injustificado e intuitivo que en ocasiones acompaña a la mayoría de las decisiones que se toman con respecto a problemas complejos. Son utilizados en el campo de la economía, la política, las finanzas, la gestión medioambiental, la ingeniería civil... para ayudar al decisor a elegir una buena opción ante situaciones complejas. Estos procedimientos permiten considerar tanto criterios cuantitativos monetarios y cuantitativos no monetarios como criterios cualitativos.

Quizá los métodos de decisión multicriterio discretos más conocidos, gracias a las distintas versiones implementadas con software, sean el método ELECTRE (Elimination and (et) Choice Translating Algorithm) ¹, el método PROMETHEE (Preferente Ranking Organization Meted for Enrichment Evaluations) ², ambos pertenecen al grupo de métodos de Relaciones de Superación (Outranking), y el

1. BENAYOUN, R. ; ROY, B., y SUSSMAN, B. (1966), *ELECTRE: une Methode pour Guider le Chix en Presence de Vue Multiples*, Sema (Meta International), n.º 40, París.

2. BRANS, J. P.; MARESCHAL, B., y VINCKE, P. H. (1984), *PHOMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis*, Operational Reasearch'84, North-Holland, pp. 477-490.

Proceso Analítico Jerárquico o AHP (Analytic Hierarchy Process) ³, que pertenece al grupo de procedimientos clásicos.

El objetivo de este trabajo es ofrecer al pequeño empresario, quien no cuenta con importantes recursos ni humanos ni tecnológicos, un método que facilite la toma de decisiones empresariales, formalizando la comprensión intuitiva de problemas complejos de decisión en los que intervienen varios criterios de selección. Para ello se ha desarrollado un proceso de decisión relativo a la ubicación de un pequeño comercio.

El proceso elegido para analizar y proponer una solución a este problema es el AHP, ya que ofrece ciertas ventajas respecto a otros procedimientos, como son: su simplicidad y claridad, el AHP es una sencilla, lógica y estructurada metodología de trabajo, basada en la descomposición del problema en una estructura jerárquica; el hecho de que este procedimiento permita adicionalmente realizar el análisis de sensibilidad, para observar y estudiar otras posibles soluciones al hacer cambios en la importancia de los elementos que definen el problema de decisión; y la existencia de distintos software de apoyo para su aplicación. El programa utilizado en este trabajo es el Expert Choice. Este programa comercial trabaja en ambiente Windows y DOS, es de fácil uso y sirve como mecanismo de derivación de consensos participativos. El desarrollo del Expert Choice ha sido supervisado por el propio Saaty. Podemos encontrar en internet ⁴ demostraciones, manuales, versiones gratuitas, distintos tipos de licencias.... De esta forma el individuo interesado podrá definir cuál es el programa que se adecua a sus necesidades, intereses y recursos disponibles.

II. PROCESO JERÁRQUICO DE ANÁLISIS (AHP)

El Proceso Jerárquico de Análisis, conocido como AHP, fue desarrollado en la década de los 70 por el matemático Thomas L. Saaty ⁵ para resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre los Estados Unidos y la antigua URSS. Este proceso es un sistema

3. SAATY, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York 1980.

4. www.expertchoice.com/download/

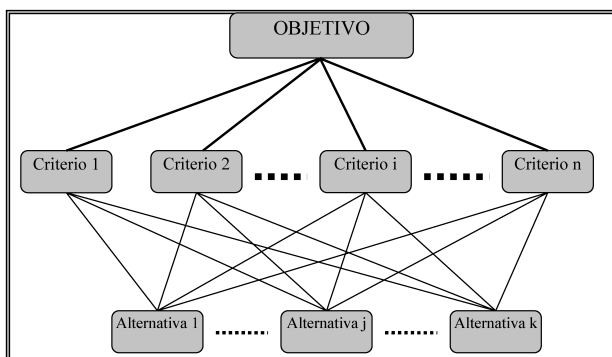
5. SAATY, T. L., *A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology*, 5 (1977) 234-281.

flexible de metodología de análisis de decisión multicriterio discreta (número finito de alternativas u opciones de elección).

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema de decisión, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar. En palabras de su propio autor: «Trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión.»⁶

Este proceso se fundamenta en varias etapas. La formulación del problema de decisión en una estructura jerárquica es la primera y principal etapa. En esta etapa es en la que el decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes. La jerarquía básica está conformada por: meta u objetivo general, criterios y alternativas. La jerarquía se construye de modo que los elementos de un mismo nivel sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos del siguiente nivel. En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de decisión (objetivo). Los elementos que afectan a la decisión son representados en los inmediatos niveles, de forma que los criterios ocupan los niveles intermedios, y el nivel más bajo comprende a las opciones de decisión o alternativas. Este tipo de jerarquía ilustra de un modo claro y simple todos los factores afectados por la decisión y sus relaciones. La figura 1 muestra un esquema del modelo jerárquico.

FIGURA 1
 MODELO JERÁRQUICO PARA LA TOMA DE DECISIONES CON EL AHP



6. SAATY, T. L.; ROGERS, P., y PELL, R., *Portfolio selection through hierarchies. Journal of Porfolio Management*, 6/3 (1988) 16-21.

La jerarquía resultante debe ser completa, no redundante y minimal (no debe incluir aspectos no relevantes). Su construcción es la parte más creativa del proceso y requiere de un consenso entre todas las partes implicadas en el proceso de decisión. Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos problemas, y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis.

Una vez construida la estructura jerárquica del problema se da paso a la segunda etapa del proceso de AHP: la valoración de los elementos. El decisor debe emitir sus juicios de valor o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos. Esta tarea consiste en una comparación de valores subjetivos «por parejas» (comparaciones binarias); es decir, el decisor tiene que emitir juicios de valor sobre la importancia relativa de los criterios y de las alternativas, de forma que quede reflejado la dominación relativa, en términos de importancia, preferencia o probabilidad, de un elemento frente a otro, respecto de un atributo, o bien, si estamos en el último nivel de la jerarquía, de una propiedad o cualidad común. El AHP permite realizar las comparaciones binarias basándose tanto en factores cuantitativos (aspectos tangibles) como cualitativos (aspectos no tangibles), ya que presenta su propia escala de medida: la escala 1-9 propuesta por Saaty y recogida en el cuadro 1. El decisor puede expresar sus preferencias entre dos elementos verbalmente y representar estas preferencias descriptivas mediante valores numéricos. De esta forma cuando dos elementos sean igualmente preferidos o importantes el decisor asignará al par de elementos un «1»; moderadamente preferido se representa por «3», fuertemente preferido por «5» y extremadamente preferido por «9». Los números pares se utilizan para expresar situaciones intermedias.

La escala verbal utilizada en el AHP permite al decisor incorporar subjetividad, experiencia y conocimiento en un camino intuitivo y natural. Esta escala está justificada teóricamente y su efectividad ha sido validada empíricamente aplicándola a diferentes situaciones reales con aspectos tangibles para los que se ha comportado adecuadamente.

CUADRO 1
ESCALA DE MEDIDAS DE SAATY

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que en otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible

El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, denominada «Matriz de comparaciones pareadas», de forma que cada uno de sus componentes reflejen la intensidad de preferencia de un elemento frente a otro respecto del atributo considerado.

Es interesante observar que para aplicar el método AHP no hace falta información cuantitativa sobre los resultados que alcanza cada alternativa según cada uno de los criterios considerados, sino tan solo los juicios de valor del decisor.

Una vez formadas las matrices de comparación, el proceso deriva hacia la tercera etapa, la fase de priorización y síntesis. El objetivo de esta etapa es calcular la prioridad de cada elemento, entendida esta prioridad tal y como la define Saaty ⁷: «Las prioridades son rangos numéricos medidos en una escala de razón. Una escala de razón es un conjunto de números positivos cuyas relaciones se mantienen igual si se multiplican todos los números por un número arbitrario positivo. El objeto de la evaluación es emitir juicios concernientes a la importancia relativa de los elementos de la jerarquía para crear escalas de prioridad de influencia».

En un problema jerarquizado como el que se presenta podemos definir distintos tipos de prioridades: locales, globales y totales. Las

7. SAATY, T. L., *Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios Básicos. En Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias*, Editorial Universidad de Santiago 1998, pp. 17-46.

prioridades locales son las que «cuelgan» de un mismo nodo y se calculan directamente a partir de la información recogida en las matrices de comparación. Existen distintos procedimientos matemáticos para calcular un vector de pesos relativos asociado a un nivel, vector que debe expresar la importancia relativa de los elementos considerados en ese nivel. El procedimiento propuesto por Saaty para su obtención es el método del autovector principal por la derecha.

Las prioridades globales son las prioridades de cada nodo de la jerarquía respecto al nodo inicial (objetivo). El AHP las calcula utilizando el principio de composición jerárquica. Por último, la prioridad total de las alternativas comparadas se obtiene mediante la agregación de las prioridades globales (forma lineal multiaditiva). La prioridad total nos permitirá realizar la síntesis del problema, esto es, ordenar el conjunto de alternativas consideradas y seleccionar las más indicadas para conseguir el objetivo propuesto.

Un aspecto que debemos cuidar es que el resultado debe ser consistente con las preferencias manifestadas por el decisor, ya que ésta es una cuestión que afecta directamente a la calidad de la decisión final. El AHP permite evaluar la consistencia del decisor a la hora de introducir los juicios de valor en la matriz de comparaciones pareadas mediante el indicador «Razón de Consistencia» de Saaty ⁸.

La última etapa de este proceso es el denominado análisis de sensibilidad. El resultado al que se llega en la etapa anterior es altamente dependiente de la jerarquía establecida por el decisor y por los juicios de valor que realiza sobre los diversos elementos del problema. Cambios en la jerarquía sobre estos juicios pueden conducir a cambios en los resultados. La utilización de un software de apoyo (Expert Choice) permite analizar de forma rápida y sencilla la sensibilidad de los resultados (decisión) a los diferentes cambios posibles, permitiendo analizar el problema en escenarios distintos.

III. APLICACIÓN DEL AHP A UN PROBLEMA CONCRETO: LA LOCALIZACIÓN DE UNA PYME DEL SECTOR DE SERVICIOS

Se trata de aplicar la teoría del AHP en un problema en el que el dueño de una empresa unipersonal dedicada al comercio quiere ampliar su negocio abriendo una nueva tienda. Por ello este indivi-

8. SAATY, T. L. (1998), o.c.

duo, al que nos referiremos como centro decisor o simplemente decisor, se plantea cómo debe seleccionar la mejor ubicación o localización disponible para su negocio. El objetivo de este trabajo es mostrar a este individuo un método que facilite la toma de decisión de localización de su negocio. Tal y como hemos visto en el apartado anterior, el AHP consta de cuatro etapas que iremos describiendo y resolviendo con la ayuda de un soporte informático, el Expert Choice. La aplicación de la metodología AHP a un problema de decisión multicriterio utilizando el Expert Choice suele conocerse en la literatura como AHP/EC.

3.1. *Modelización del problema*

Ésta es una etapa de identificación y estructuración de los elementos del problema según su jerarquía. Comenzamos definiendo el objetivo, teniendo presente que las metas determinadas finalmente deben representar las necesidades e intereses generales de la unidad de decisión. En el caso que se presenta el objetivo está perfectamente identificado: conseguir la mejor ubicación del nuevo local.

El siguiente paso es identificar los criterios y, si es necesario, los subcriterios. Nos referimos a las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y que deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión. Se deben incluir aspectos vitales cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta en la toma de decisión. En esta tarea la experiencia de quien toma la decisión juega un papel importante. Para este empresario las mayores preocupaciones que manifiesta son: el coste del alquiler del local, la visibilidad del mismo, el número de potenciales clientes y la competencia, constituida por el número de negocios similares existentes en la zona considerada.

La siguiente tarea consiste en identificar las alternativas. Corresponden a propuestas factibles, mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. El empresario, después de un trabajo preliminar de análisis y recogida de información que le ha permitido ir eliminando alternativas que no cumplieran con sus expectativas, ha enumerado tres ubicaciones disponibles: un local en un gran comercial en el centro de la ciudad, alternativa a la que en esquemas y representaciones posteriores vamos a identificar como CC centro; un local en un gran centro comercial en las afueras de la ciudad (que representa-

mos por CC fuera); y un local a pie de calle en una zona comercial en el centro de la ciudad (calle principal).

Evidentemente el decisor tiene información relativa al precio de los locales, el número de negocios similares situados en la misma zona y la distancia de cada uno de ellos a los distintos locales considerados (análisis de competencia), características de la población, etc. Resulta obvio observar que en estas tres alternativas claramente se presentan características cuantitativas, como es el caso del precio del alquiler, y características que no son fáciles de ser medidas, como es la preferencia de los habitantes o sus hábitos de consumo de cada uno de las zonas consideradas.

Con todos estos elementos perfectamente identificados, el decisor puede construir un modelo de jerarquías, que aparece en la figura 2, que permita visualizar el problema de decisión planteado de forma clara y sencilla.

El AHP/EC permite la construcción del problema a partir de este modelo jerarquizado de objetivos, criterios y alternativas. En concreto, el cumplimiento de la primera etapa en el AHP/EC queda reflejada en la figura 3.

FIGURA 2
MODELO JERÁRQUICO

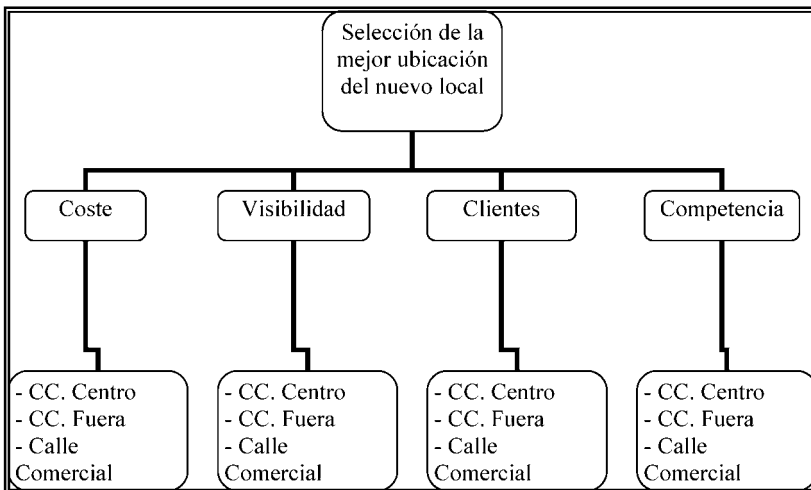
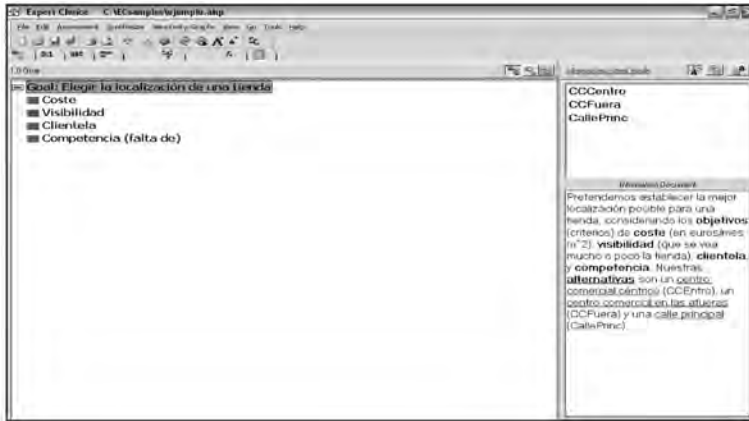


FIGURA 3
EXPERT CHOICE: MODELO JERARQUIZADO



3.2. Evaluación y priorización de alternativas y criterios

Los juicios son la base del proceso llevado a cabo por AHP. Los juicios pueden estar guiados por información científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimientos del decisor útiles para evaluar los diferentes componentes del Modelo. Es esta situación lo que hace al AHP diferente a otros métodos, puesto que dentro de la evaluación del modelo se toman en cuenta los juicios, que en este caso son las opiniones de cada uno de los individuos y/o grupos de interés involucrados en la toma de decisión.

Recordemos que la evaluación se realiza por medio de comparaciones binarias frente a un tercer elemento; permite conocer y medir las preferencias del decisor respecto a los diferentes componentes del modelo (criterios, subcriterios, alternativas). En nuestro caso, el empresario debe realizar las comparaciones de pares de los elementos del Modelo (criterios y alternativas) mediante la asignación de un valor de la escala de Saaty para cada comparación (ver cuadro 1).

Las figuras números 4 y 5 muestran cómo el AHP/CH crea las matrices de comparaciones para las alternativas respecto de un criterio, en concreto, respecto al criterio de coste y de visibilidad. La información recogida en la tabla se lee de la siguiente forma: el elemento de la fila es «x veces» más importante que el de la columna, salvo si el número está en rojo, en cuyo caso indica lo contrario. Nótese que la comparación de un elemento consigo mismo da un valor de 1.

FIGURA 4
 EXPERT CHOICE: COMPARACIONES BINARIAS DE ALTERNATIVAS
 RESPECTO DEL CRITERIO COSTE

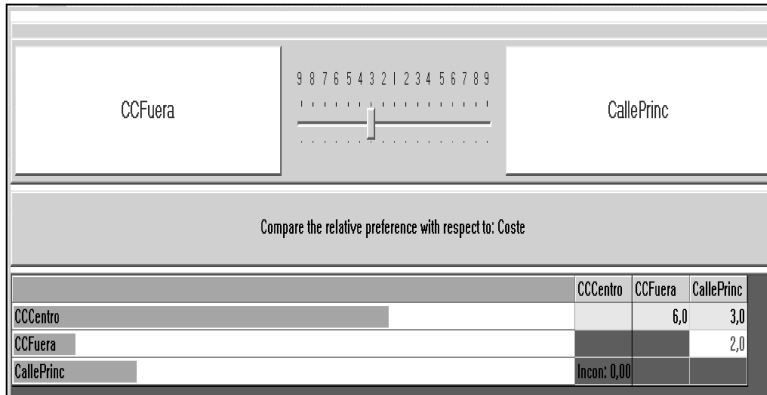
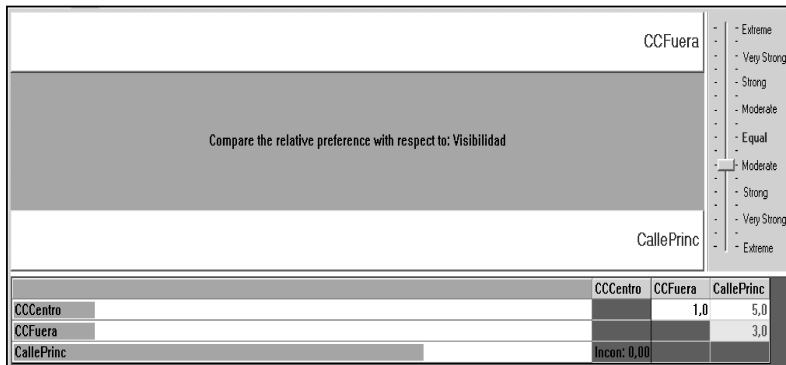
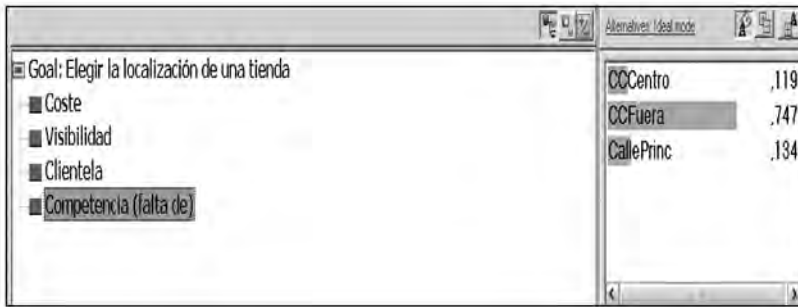


FIGURA 5
 EXPERT CHOICE: COMPARACIONES BINARIAS DE ALTERNATIVAS
 RESPECTO DEL CRITERIO VISIBILIDAD



Una vez que el decisor ha comparado todas las alternativas respecto de cada uno de los criterios, la pantalla principal muestra, para cada criterio, los coeficientes asignados a las distintas alternativas, es decir, el EC calcula, a partir de la información recogida en las distintas matrices de comparación (figs. 4 y 5), el vector de prioridades locales. Esta información, para el criterio de competencia aparece recogida en la figura 6.

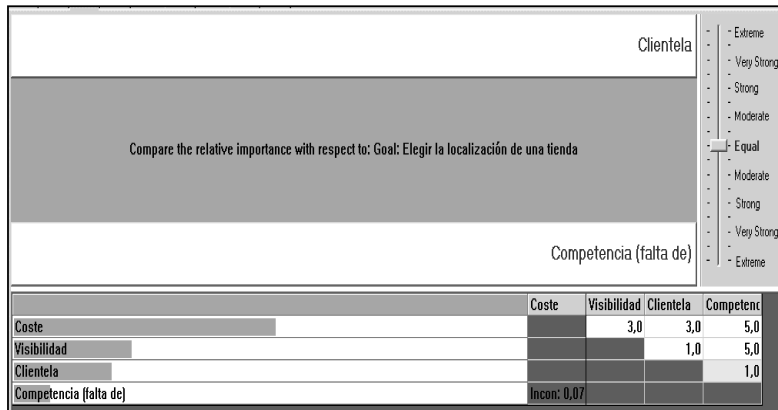
FIGURA 6
 EXPERT CHOICE: VECTOR DE PRIORIDADES LOCALES
 RESPECTO AL CRITERIO DE COMPETENCIA



La interpretación de los coeficientes o prioridades asignados a cada alternativa será, en este caso, que la falta de competencia es mucho más importante que ocurra en la alternativa CC fuera que en el resto de opciones. El EC ofrece esta información no sólo a través de los valores numéricos (0,747 frente a 0,0119 ó a 0,134), sino también de forma visual mediante un diagrama de barras que cubren las alternativas y el criterio respecto del cual priorizamos.

Una vez comparadas las alternativas respecto de los criterios, debemos subir un escalón en el modelo jerárquico. El siguiente paso será comparar los criterios respecto del objetivo principal. De nuevo actúa el decisor, ya que debe plantearse qué criterio es más importante respecto de la selección de la mejor ubicación. La respuesta, de nuevo, la encontramos mediante la comparación verbal de cada criterio con los demás, siempre por parejas y respecto del objetivo principal. La matriz de comparaciones binarias de criterios aparece en la figura 7.

FIGURA 7
EXPERT CHOICE: COMPARACIONES BINARIAS DE CRITERIOS
RESPECTO DEL OBJETIVO



A continuación el AHP/EC nos deriva inmediatamente el tamaño relativo de cada criterio respecto del objetivo, es decir, calcula las prioridades globales, mostrando tanto numérica (coeficientes) como gráficamente (barras horizontales que cubren los criterios) la importancia relativa de cada criterio de acuerdo con la escala de preferencia por parejas del decisor (fig. 8).

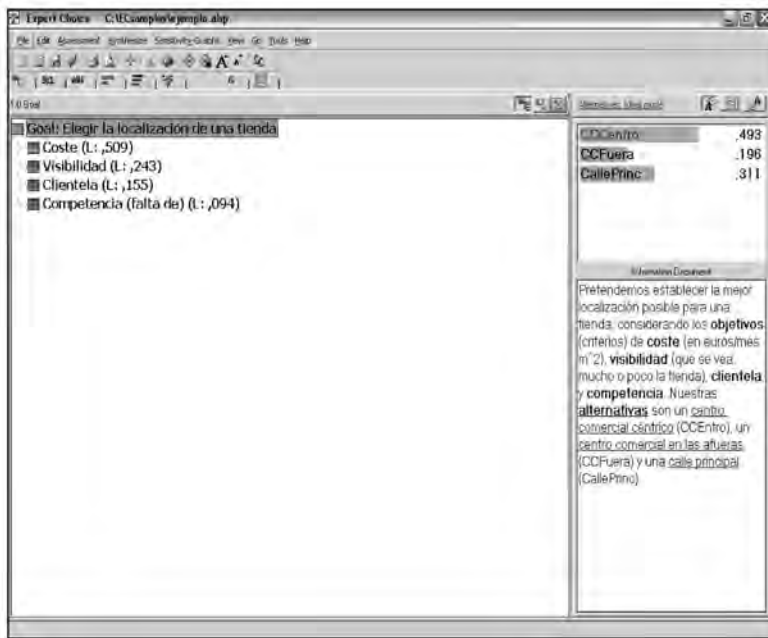
FIGURA 8
EXPERT CHOICE: VECTOR DE PRIORIDADES GLOBALES RESPECTO DEL OBJETIVO



3.3. Síntesis del problema

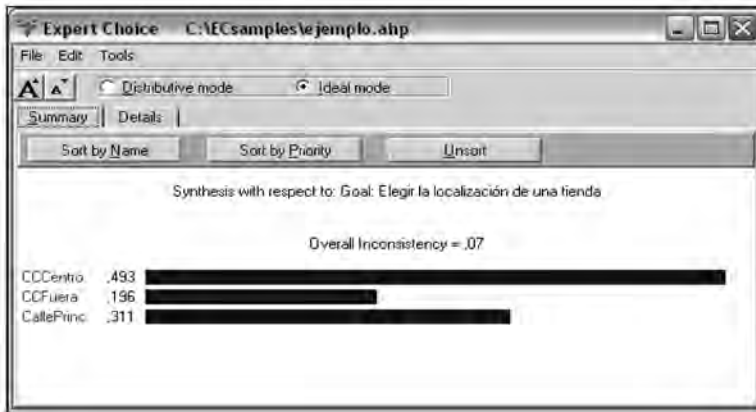
Una vez efectuadas las comparaciones anteriores, podemos observar, en la pantalla principal (figura 9), el resultado obtenido.

FIGURA 9
EXPERT CHOICE: PANTALLA PRINCIPAL



El AHP/EC proporciona, de forma conjunta, la importancia relativa de cada criterio y la ordenación correspondiente de las alternativas (fig. 9). Este resultado está basado, recordemos, en las prioridades, en la emisión de juicios y evaluación hecha a través de las comparaciones de los componentes del modelo jerárquico, llevada a cabo por el decisor. Por este motivo no debemos olvidar realizar una evaluación sobre la consistencia del modelo y, por tanto, sobre la calidad del resultado. El Expert Choice calcula el nivel de inconsistencia de modelo basándose en el ratio definido por Saaty y que podemos encontrar en la ventana de síntesis respecto del objetivo (fig. 10).

FIGURA 10
EXPERT CHOICE: RATIO DE INCONSISTENCIA DEL MODELO



3.4. Análisis de sensibilidad

Una de las ventajas importantes que presenta el AHP es la posibilidad de efectuar análisis de sensibilidad muy potentes, con el objetivo de localizar posibles modificaciones en la ordenación de las alternativas ante variaciones en los pesos relativos de los criterios. La utilización del Expert Choice en la resolución del problema de decisión nos permite realizar este tipo de análisis de una forma sencilla y fácil de interpretar recurriendo a la representación gráfica del problema. (fig. 11). La altura de las gráficas situadas sobre cada criterio indica la importancia relativa de los criterios. La última de las barras (situada sobre *overall*) indica el *ranking* global. Observamos en la figura 11 que el criterio de mayor importancia relativa en la elección del nuevo local es el coste, siendo su prioridad aproximadamente de 0,50. Pero ¿qué ocurriría en el conjunto de alternativas si el precio del alquiler del local (criterio de coste) hubiera tenido para el decisor una importancia cinco veces menor? Esto supondría una prioridad entorno al 0,10.

Podemos introducir fácilmente la nueva situación en el resultado del modelo, tan sólo hay que «arrastrar» la barra de prioridades de los criterios hasta el nuevo nivel (fig. 12) e inmediatamente podemos observar la variación en los pesos relativos de todos los criterios y la nueva ordenación de alternativas.

FIGURA 11
 EXPERT CHOICE: DIAGRAMA DE BARRAS DE LOS RESULTADOS

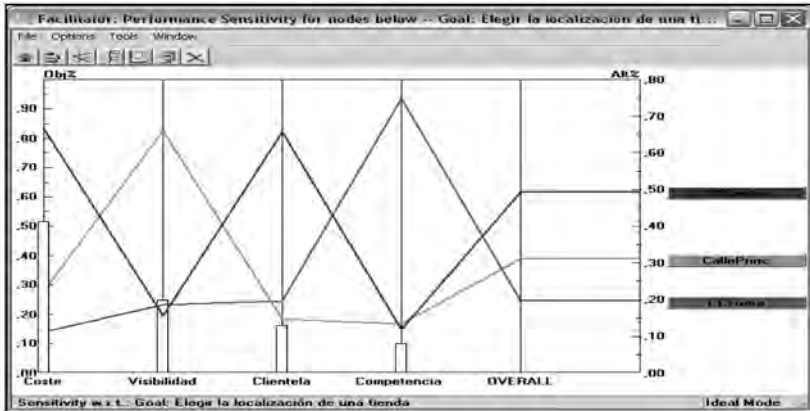
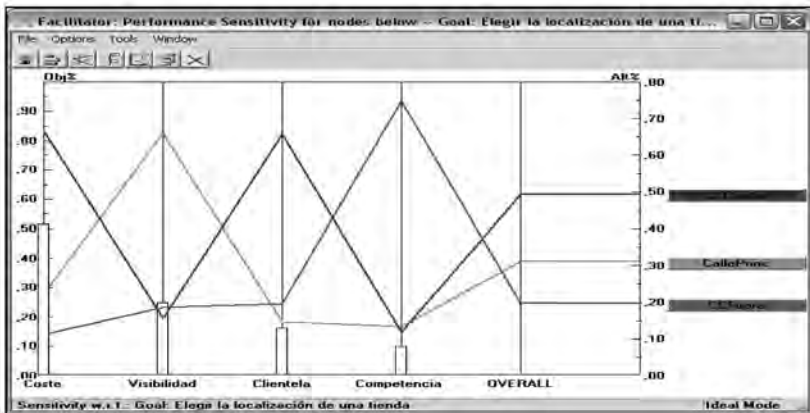


FIGURA 12
 EXPERT CHOICE: DIAGRAMA DE BARRAS DE LOS RESULTADOS



IV. CONCLUSIONES

Mediante la resolución de un sencillo caso de decisión multicriterio aplicando la metodología AHP y utilizando uno de los software asociados a este procedimiento, el Expert Choice, hemos ido descubriendo numerosas ventajas. El método es simple y flexible, lo cual

facilita entender el problema planteado y llevar a cabo un adecuado proceso de toma de decisión. Permite analizar por separado la contribución de cada componente del modelo al objetivo general. El análisis de sensibilidad y los mismos resultados parciales de cada grupo de actores se convierten ahora en potenciales escenarios a ser analizados. Detecta y acepta, dentro de ciertos límites, la incoherencia de los individuos. Permite emplear de forma natural una jerarquización de los criterios, cosa que no pueden hacer los métodos que exigen comparaciones globales de las alternativas. No se necesita información cuantitativa acerca del resultado que alcanza cada alternativa en cada uno de los criterios considerados, sino tan solo los juicios de valor del centro decisor.

No obstante todo lo anterior, la sola aplicación del AHP no garantiza la mejor decisión. Ésta es simplemente una técnica de análisis que permite que la decisión que se recomiende o se adopte esté basada en el análisis minucioso de un problema y en la síntesis de la información relevante formada por el conocimiento, experiencia, opiniones y preferencias de los diferentes agentes que se hayan involucrado en el proceso de toma de decisión. En otras palabras, hay que considerarlo como procedimiento heurístico que permite en la generalidad de los casos obtener resultados razonables de problemas multicriterio de gran complejidad e importancia.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTERO, E., y COHEN, D., *Metodología multicriterio en las decisiones empresariales*. *Dirección y Organización*, n.º 19 (1998).
- BARBA ROMERO, S., *Técnicas de apoyo a la toma de decisiones en la Administración Pública*, Instituto Nacional de Administración Pública, Madrid 1984.
- BARBA ROMERO, S., *Decisiones Multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*, Universidad de Alcalá, Madrid 1997.
- BARBA-ROMERO, S., «Conceptos y Soportes Informáticos de la Decisión Multicriterio Discreta», en *Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias*, ed. por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey, Editorial Universidad de Santiago 1998, pp. 47-68.
- BENAYOUN, R. ; ROY, B., y SUSSMAN, B., *ELECTRE: une Methode pour Guider le Chix en Presence de Vue Multiples*, Sema (Meta International), n.º 40, París 1966.

- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B., y VINCKE, P. H., *PHOMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis*, Operational Research '84, North-Holland 1984, pp. 477-490.
- MARTINEZ, E., «Evaluación y Decisión Multicriterio: Una Perspectiva», en *Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias*, ed. por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey, Editorial Universidad de Santiago 1998, pp. 10-16.
- SAATY, T. L., «A scaling method for priorities in hierarchical structures», en *Journal of Mathematical Psychology*, 5 (1977) 234-281.
- SAATY, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York 1980.
- SAATY, T. L.; ROGERS, P., y PELL, R., «Portfolio selection through hierarchies», en *Journal of Portfolio Management*, 6/3 (1988) 16-21.
- SAATY, T. L., «Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios Básicos», en *Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias*, ed. por Eduardo Martínez y Mauricio Escudey, Editorial Universidad de Santiago 1998, pp. 17-46.
- ZELENY, M., *Multiple criteria decision making*, McGraw Hill, New York (1982).