

**XXXIV CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES
UNIVERSITARIOS DE COSTOS**

"DECISIONES CON TOPSIS DIFUSO"

Autores:

Raúl Alberto Ercole (Socio Activo)
Catalina Lucía Alberto (Socio Activo)
Claudia Etna Carignano (Socio Activo)

e-mail:

ercole3@fibertel.com.ar

catalina.alberto@gmail.com

claudiacarignano@gmail.com

AREA TEMÁTICA: Costos y gestión, temas doctrinarios

BAHÍA BLANCA, Octubre 2011

INDICE

1. OBJETIVO	3
2. EL MODELO	3
3. SECUENCIA DEL MODELO PROPUESTO	6
4. APLICACIÓN DEL MODELO - CASO 1 - SELECCIÓN DE PERSONAL	8
5. APLICACIÓN DEL MODELO - CASO 2 - DESARROLLO INMOBILIARIO	10
6. APLICACIÓN DEL SOFTWARE	11
7. SOLUCION FINAL DE LOS CASOS PLANTEADOS	13
8. CONCLUSIÓN	15
9. BIBLIOGRAFÍA	16

RESUMEN

Si bien existen muchos modelos de toma de decisión multicriterio basados en lógica difusa, el software disponible para resolver problemas de este tipo es escaso. Por ello, el objetivo del presente trabajo es dar a conocer los avances de un software que permite resolver problemas de decisión con el método TOPSIS difuso con etiquetas lingüísticas propuesto por Chen (2000).

Las Organizaciones necesitan cada vez más de servicios profesionales jerarquizados y específicos. Como aporte a la disciplina, en el desarrollo de sistemas de información y tecnologías de gestión, se desarrolla en este caso una aplicación concreta mediante dos ejemplos.

El método permite la aplicación de una herramienta adecuada de elección de una acción o alternativa en el seno interno de una Organización, en donde se presenten las características que distintas acciones son factibles, que existen diversos criterios o pautas de evaluación con diferente peso o ponderación y que se puedan usar variables lingüísticas tanto en el peso o ponderación de los criterios como en la evaluación de acciones o alternativas.

Para la resolución del problema se aplica un soft de producción nacional, todavía en etapa de desarrollo.

La orientación en el proceso decisorio es el objetivo primordial del trabajo.

1. OBJETIVO

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) es un método de decisión multicriterio compensatorio, cuyo objetivo es la ordenación de un conjunto finito de alternativas. El principio básico es que la alternativa elegida debe tener la menor distancia a la solución ideal positiva y la mayor distancia a la solución ideal negativa. Una solución ideal se define como una colección de puntuaciones o valores en todos los atributos considerados en la decisión, pudiendo suceder que tal solución sea inalcanzable. El vector compuesto por los mejores valores del j -ésimo atributo respecto de todas las acciones posibles es quien recibe el nombre de “solución ideal positiva”; asimismo la “solución ideal negativa” será aquella cuyo vector contenga los peores valores en todos los atributos. A fin de lograr la ordenación se define un índice de similaridad (o proximidad relativa) respecto a la solución ideal positiva combinando la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. Se selecciona aquella alternativa que se ubica lo más lejos posible a la máxima similaridad respecto a la solución ideal negativa, es decir aquella cuyo índice de similaridad esté más próximo a 1.

En síntesis, la técnica TOPSIS se basa en el concepto que es deseable que una alternativa determinada se ubique a la distancia más corta respecto de una solución ideal positiva y a la mayor distancia respecto a una solución ideal negativa. En consecuencia, desde el punto de vista de la racionalidad de la conducta humana, consiste en ubicarse lo más cerca posible de tal solución ideal y en alejarse lo más posible de una solución anti ideal o ideal negativa.

En este trabajo, el método TOPSIS se adapta a aplicaciones en las que existen diversos criterios o pautas de evaluación con diferente peso o ponderación y que se puedan usar variables lingüísticas tanto en el peso o ponderación de los criterios como en la evaluación de algunas de las acciones o alternativas. En este sentido, el trabajo presenta la utilización de la herramienta TOPSIS en un entorno borroso o difuso.

Los casos de decisiones expuestos están referidos al problema general de selección de personal en una Organización y a un desarrollo inmobiliario y se aplica para la resolución un software creado por los autores Rodrigo Martínez y Cecilia Paterno de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.

A continuación se repasa el método ya presentado¹ y posteriormente el uso del software mediante los casos de aplicación:

2. EL MODELO

Los problemas de toma de decisión se centran en el proceso de encontrar la mejor alternativa entre varias factibles. Dichas alternativas son las distintas acciones que podrá encarar el decisor y se simbolizan como el conjunto A de m elementos:

Estas acciones serán elegidas luego de analizada la información del proceso decisorio y tenido en cuenta las variables endógenas y exógenas que hacen a la situación. De hecho, para la elección de las acciones se operará con un modelo que respete los objetivos organizacionales.

El decisor evaluará las distintas alternativas a partir de varios criterios. Se está en presencia, consecuentemente, de un modelo decisorio multiatributo o multicriterio.

¹ Ver bibliografía

Los aspectos o criterios que se tomarán en cuenta para guiar el proceso decisorio forman el conjunto C de n elementos:

La calificación que cada decisor brinda a cada una de las alternativas para cada uno de los criterios, forma la matriz X , en la que cada elemento $[x_{ij}]$ representa preferencia de la alternativa i respecto al criterio j ($i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$)

Los criterios seguramente no tendrán la misma relevancia entre sí dentro de un proceso decisorio y por ello se asocia a los mismos un peso o ponderación formando el conjunto W de n elementos:

En este modelo en particular se considera la utilización de variables lingüísticas para los pesos de los criterios y la evaluación de algunas de las alternativas, lo que sin duda brinda mayor flexibilidad al proceso de decisión.

Una variable lingüística toma valores que son palabras o sentencias. Es decir, admite que sus valores sean etiquetas. Además, cada etiqueta es un término que se define como un conjunto difuso o borroso.

Las variables tienen asociado un dominio que puede estar dividido en tantos conjuntos borrosos como un experto considere oportuno, cada uno de los mismos tiene asociada una etiqueta lingüística.

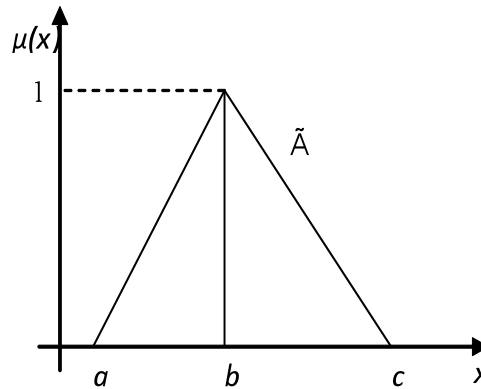
La cantidad de etiquetas elegidas determina una medida de la discriminación entre los distintos grados de incertidumbre. Esta cantidad debe ser suficiente para describir cualquier situación relativa al contexto en el que se sitúa el problema.

Un *conjunto borroso o difuso* \tilde{A} en un universo X se caracteriza a través de la función $\mu_{\tilde{A}}(x)$ que asocia a cada elemento x en X , un número real en el intervalo $[0,1]$. Además, el valor de la función $\mu_{\tilde{A}}(x)$ representa el grado de pertenencia de x en \tilde{A} . De acuerdo a las definiciones usuales, un número borroso es un subconjunto borroso en el universo X que es convexo y normal.

Los números difusos más utilizados por su simplicidad son los triangulares. Un número borroso triangular se define con 3 elementos (a, b, c) y con una función de pertenencia $\mu_{\tilde{A}}(x)$ del tipo:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{x-c}{b-c}, & \text{si } b \leq x \leq c \\ 0, & \text{si } x > c \\ 1, & \text{si } x = b \end{array} \right.$$

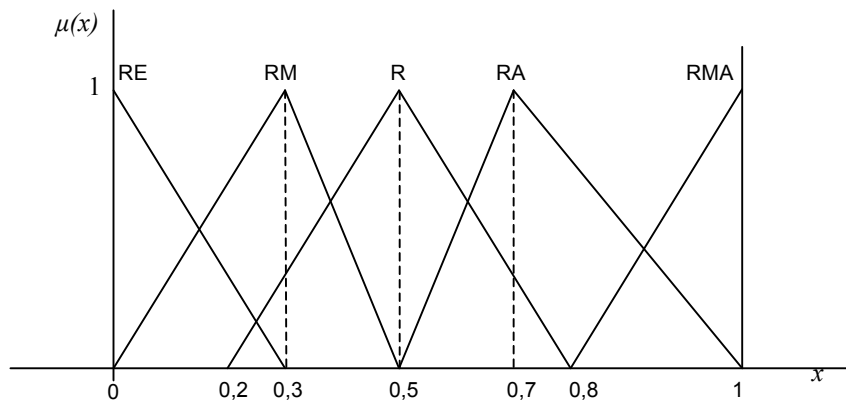
Gráficamente,



Por ejemplo, las etiquetas correspondientes al peso o importancia de los criterios y sus números borrosos triangulares positivos (a , b , c) pueden asumir la siguiente representación:

PESO	NÚMERO BORROSO ASOCIADO		
Relevancia escasa (RE)	0	0	0,3
Relevancia moderada (RM)	0	0,3	0,5
Relevante (R)	0,2	0,5	0,8
Relevancia alta (RA)	0,5	0,7	1
Relevancia muy alta (RMA)	0,7	1	1

Los números difusos triangulares que representan las etiquetas pueden ser simétricos o no, como en este caso. En el gráfico puede verse la representación de las etiquetas y sus valores utilizados para la valoración de los criterios en este trabajo.



Del mismo modo, el rating o calificación que cada decisor brinda a cada una de las acciones o alternativas (para cada uno de los criterios) forma la matriz X , en la que cada elemento:

$$X_{ij} = \text{rating}$$

de la acción "i" en el criterio "j"

("i" varía de 1 a m y "j" varía de 1 a n)

Dicho rating queda expresado también como una variable lingüística con números borrosos triangulares del tipo (a, b, c). Las etiquetas pueden asumir los conceptos de muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo, o bien otra escala similar.

Hasta aquí han sido descriptos los elementos que integran el modelo.

3. SECUENCIA DEL MODELO PROPUESTO

El modelo supone una serie de pasos en su aplicación que se pueden expresar del modo siguiente:

PASO 1

El decisor evalúa la importancia o peso de cada criterio y lo presenta haciendo uso de la variable lingüística pertinente.

PASO 2

El decisor evalúa cada alternativa respecto de cada criterio, en algunos casos a través de variables lingüísticas y en otros a través de una función de utilidad de valores reales.

PASO 3

Se convierten las evaluaciones lingüísticas (PASO 1) en números borrosos triangulares, de acuerdo con la tabla pertinente. De este modo, se logra formar la matriz de ponderaciones o pesos borrosos de los criterios.

Finalizado el PASO 3 queda conformado un vector de pesos borrosos para los distintos criterios, donde cada elemento del vector es un número borroso triangular.

PASO 4

El mismo procedimiento utilizado en el PASO 3 se sigue para convertir las evaluaciones lingüísticas del PASO 2 en una matriz de decisión borrosa.

En el caso de evaluaciones a través de números reales, éstos serán expresados como números borrosos.

Finalizado el PASO 4 queda, consecuentemente, una matriz de decisión constituida por números borrosos triangulares.

PASO 5

Consiste en la preparación de la matriz de decisión borrosa normalizada.

La normalización es necesaria para transformar distintos criterios de escala en los criterios, si los hubiere, en una escala comparable.

Para la normalización existen alternativas diferentes. Las más conocidas son la normalización por suma o la normalización euclídea.

Una alternativa viable en cuanto a su sencillez es emplear una escala lineal para transformar varios criterios de escala en una comparable.

A partir de cada número borroso correspondiente a las acciones (X_{ij}):

$$x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

se obtiene un número borroso triangular normalizado dividiendo cada elemento del número borroso anterior por el valor máximo del elemento "c" en cada criterio

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j \max}, \frac{b_{ij}}{c_j \max}, \frac{c_{ij}}{c_j \max} \right)$$

De este modo el procedimiento asegura que los números borrosos resultantes siguen perteneciendo al entorno [0, 1].

La matriz normalizada resultante es una matriz de dimensión m x n ("m" es cantidad de alternativas y "n" es cantidad de criterios).

Corresponde destacar que para el caso de criterios a minimizar el número borroso triangular normalizado se obtiene al dividir el valor mínimo del elemento a_j por cada elemento en orden inverso del número borroso anterior

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j \min}{c_{ij}}, \frac{a_j \min}{b_{ij}}, \frac{a_j \min}{a_{ij}} \right)$$

PASO 6

Consiste en la preparación de la matriz de decisión borrosa normalizada ponderada por el peso de los criterios.

En este caso, cada número borroso triangular de la matriz obtenida en el paso anterior debe ser afectado por el peso o ponderación del criterio respectivo, obteniendo un nuevo número borroso triangular del modo siguiente:

$$v_{ij} = r_{ij} * w_j$$

El diseño de la matriz resultante es similar a la obtenida en el paso anterior (matriz de dimensión m x n).

PASO 7

En este estado de la aplicación del método, es posible definir las soluciones ideal positiva (A+) e ideal negativa (A-) también como números borrosos triangulares.

Se utiliza un método alternativo con números triangulares borrosos equivalentes a números reales, que representen indubitablemente el máximo y el mínimo, respectivamente, de cada criterio, es decir, unos (ideal) y ceros (anti ideal).

PASO 8

El siguiente paso consiste en calcular la distancia entre cada acción o alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, lo que debe ser efectuado para cada uno de los criterios o pautas intervinientes en el proceso de decisión.

Puede calcularse la distancia entre 2 números borrosos con un resultado también difuso (por ejemplo, una distancia euclídea).

Sin embargo, la distancia entre dos números borrosos triangulares "h" y "k" puede ser calculada también eliminando la borrosidad y arribando a un número concreto, mediante el procedimiento:

$$d(h, k) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[(a_h - a_k)^2 + (b_h - b_k)^2 + (c_h - c_k)^2 \right]}$$

Consecuentemente, se calcula de esta forma la distancia entre las matrices obtenidas en los pasos 6 y 7.

Finalmente se calcula la distancia conjunta final de cada alternativa o acción al ideal positivo y al ideal negativo, sumando las distancias obtenidas para cada criterio:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-)$$

en ambos casos para

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

PASO 9

En este paso se calcula el índice de similaridad de cada acción o alternativa, lo que permitirá el ordenamiento final de las mismas.

Para el cálculo del índice de similaridad de cada alternativa al ideal positivo (lejanía al ideal negativo), se establece la siguiente relación:

$$IS_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

Tal cual se observa en la relación el IS calcula la lejanía al ideal negativo en relación a la suma de distancias hacia ambos ideales.

Obviamente, el IS mayor de todas las acciones indicará cuál de ellas es la preferida.

4. APLICACIÓN DEL MODELO - CASO 1 - SELECCIÓN DE PERSONAL

Una industria frigorífica debe seleccionar un “Jefe de Producción”, Es el responsable de controlar la faena en todas sus etapas y asegurar la calidad del producto final.

A) CRITERIOS

Las características del puesto requieren de los postulantes capacidades específicas, que son las siguientes:

- Experiencia en faena de animales vacunos y porcinos adquirida en industrias de mediano a gran tamaño.
- Conocimiento del equipamiento de la industria frigorífica y la factibilidad de implementar variantes.
- Experiencia en manejo de personal
- Edad (preferible de 35 a 40 años)

Los criterios expuestos serán los considerados en la decisión.

Para los pesos de los criterios, se utiliza la tabla ya visualizada en el trabajo y que es la siguiente:

PESO	NÚMERO BORROSO ASOCIADO		
Relevancia escasa (RE)	0	0	0,3
Relevancia moderada (RM)	0	0,3	0,5
Relevante (R)	0,2	0,5	0,8
Relevancia alta (RA)	0,5	0,7	1
Relevancia muy alta (RMA)	0,7	1	1

En este sentido, el decisor ha considerado las siguientes ponderaciones para los criterios:

- Experiencia en faena Relevancia alta (RA)
- Conocimiento del equipamiento Relevancia moderada (RM)
- Experiencia en personal Relevante (R)
- Edad Relevancia escasa (RE)

B) RATINGS DE POSTULANTES

Analizados los postulantes presentados, y luego de una primera selección, se visualizan como posibles los siguientes candidatos con las calificaciones que en cada caso se especifican

POSTULANTE	EXPER	CONOC	PERS	EDAD
Ramón	B	R	MB	34
Luis	R	B	B	38
Anselmo	MB	R	R	42
Hugo	B	B	R	40
Juan	R	B	MB	50

La variable lingüística utilizada para evaluar a los postulantes está compuesta por las etiquetas muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo.

El decisor ha considerado, en el caso de la edad, la siguiente correspondencia entre los intervalos de edades y las etiquetas de la variable lingüística utilizada:

INTERVALO DE EDAD	VARIABLE LINGÜÍSTICA ASOCIADA
Menor de 30 años	Malo (M)
30 a 34 años	Bueno (B)
35 a 40 años	Muy bueno (MB)
41 a 45 años	Regular (R)
Mayor a 45 años	Muy malo (MM)

En la tabla se presenta la relación entre cada etiqueta lingüística y el número borroso triangular asociado.

Para el caso de los ratings de los postulantes el decisor estima utilizar la tabla siguiente de correspondencia entre las variables lingüísticas y los números borrosos triangulares

ETIQUETA LINGÜÍSTICA	NUMERO BORROSO ASOCIADO		
Muy malo (MM)	0	0,15	0,3
Malo (M)	0,2	0,35	0,5
Regular (R)	0,4	0,55	0,7
Bueno (B)	0,6	0,75	0,9
Muy bueno (MB)	0,8	0,95	1

5. APLICACIÓN DEL MODELO - CASO 2 - DESARROLLO INMOBILIARIO

En esta sección se trabaja con un caso real de decisión para ilustrar el método de decisión TOPSIS mediante el algoritmo propuesto. El objetivo global del problema es ayudar a un inversor a seleccionar el mejor terreno para un desarrollo inmobiliario. Por las características de la futura construcción -complejo de residencias en altura- se establecieron los siguientes requisitos:

- 1.- La ubicación del terreno es sumamente importante; deberá seleccionarse dentro de las zonas permitidas para este tipo de emprendimientos teniendo en cuenta que sean de fácil acceso por carretera, sin villas de emergencia en las cercanías y próximos a la zona de colegios bilingües y centros comerciales.
- 2.- El tamaño del terreno es otro factor importante. Se descartan lotes de menos de 5 Has.
- 3.- La disponibilidad de contar con servicios de energía eléctrica, agua corriente, gas y cloacas es otro requisito a considerar.
- 4.- Respecto al monto destinado a la adquisición del terreno, se dispone de hasta U\$S 1.000.000.

En primer lugar se definen los criterios que el inversor consideró relevantes para la selección.

CRITERIOS:

- C1: Ubicación del terreno.
- C2: Tamaño del lote, medido en Has.
- C3: Servicios disponibles en el terreno.
- C4: Costo del terreno, en miles de pesos.

Se localizaron 3 lotes factibles con las dimensiones y costos que se detallan en la tabla:

ALTERNATIVA	TAMAÑO	COSTO
Lote 1	5	1000
LOTE 2	8	700
LOTE 3	10	450

Para los criterios no cuantificables se le propuso al inversor utilizar las etiquetas lingüísticas que se presentan a continuación:

M	Malo	0	1	3
R	Regular	3	5	7
B	Bueno	5	7	9
MB	Muy bueno	7	9	10

Para la valoración de la importancia de cada criterio se le propuso las etiquetas lingüísticas siguientes:

RE	Relevancia escasa	0	0	0,3
RM	Relevancia moderada	0	0,3	0,5
R	Relevante	0,2	0,5	0,8
RA	Relevancia alta	0,5	0,7	1
RMA	Relevancia muy alta	0,7	1	1

6. APLICACIÓN DEL SOFTWARE

El soft aplicado, como ya se expresó aún en etapa de prueba y ajuste, es el desarrollado por los autores Rodrigo Martínez y Cecilia Paterno de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.

El sistema se organiza en una secuencia funcional de interfaces, en cada una de las cuales se plantea alguna etapa del proceso. Además, cada una de ellas ofrece la funcionalidad de navegar entre las distintas etapas del proceso de manera de verificar los datos o corregirlos en el caso que sea necesario.

La secuencia es la siguiente:

- En la primera pantalla del sistema se puede ingresar el Título del Problema, una breve descripción del mismo y en pocas palabras el Objetivo General que se desea lograr. Esto permite contextualizar la situación problemática planteada y establecer de manera concisa la información más relevante.
- Luego se procede con la definición de los decisores que intervienen en el proceso de decisión, donde se puede ingresar un nombre representativo para cada decisor y una descripción breve del mismo. El sistema mostrará en una tabla los datos de los decisores ingresados. Puede, por supuesto, ser un solo decisor.
- Definición de las variables lingüísticas para los criterios: en este paso se ingresan el nombre y la descripción de cada variable lingüística para definir los pesos con los cuales ponderar los distintos criterios, y al tratarse de números borrosos triangulares se ingresan además cada una de las tres componentes del número borroso, a, b y c. El sistema muestra en una tabla los datos ingresados para cada variable lingüística de peso.
- Definición de las variables lingüísticas con las que se evaluarán las alternativas: en este paso se ingresan el nombre y la descripción de cada variable lingüística para definir las evaluaciones que se utilizarán para cada

alternativa, y al igual que el paso anterior se ingresan cada una de las tres componentes del número borroso, a, b y c. El sistema muestra en una tabla los datos ingresados para cada variable lingüística.

- Definición de Criterios: para cada uno de los criterios de comparación que se consideraran en el problema se ingresan el nombre, la abreviatura del mismo, si es un criterio de Costo o de Beneficio y una descripción breve. El sistema mostrara los datos que se van ingresando para cada criterio en una tabla.
- En el paso siguiente el sistema muestra una tabla de doble entrada, donde las columnas muestran cada criterio definido y las filas muestran cada decisor participante en la toma de decisiones. Cada celda de la tabla muestra un listado de las variables lingüísticas de pesos definidas anteriormente, para registrar la ponderación que cada decisor realice sobre cada criterio definido. En esta misma pantalla se puede visualizar la matriz fuzzy (difusa) de ponderación de los criterios por decisor.
- Definición de alternativas: para cada alternativa que se debe considerar en el proceso de decisión se ingresan el nombre y una descripción breve. Nuevamente el sistema mostrara los datos ingresados en una tabla.
- A continuación, el sistema muestra para cada decisor definido, una tabla de doble entrada donde las columnas representan cada criterio definido y las filas representan cada alternativa. Además, cada celda muestra un listado de las variables lingüísticas de evaluación definidas que permiten evaluar el nivel de satisfacción de cada alternativa para cada criterio de comparación considerado. Esto se debe definir para cada decisor. A su vez, también es posible visualizar la matriz de evaluación fuzzy de las alternativas por criterio para cada decisor. En este paso finaliza la carga de datos por parte del usuario del sistema y como se puede apreciar, no ha sido necesaria la realización de ningún cálculo, sólo se requirieron simples carga de datos los cuales deben ser definidos para la resolución del problema planteado.
- En el paso siguiente se puede visualizar la matriz de decisión fuzzy promediada, la cual informa para cada alternativa definida cual es la evaluación promedio (en forma de número borroso) que alcanzó para cada criterio. Si bien esta información esta expresada como números borrosos, cada valor es fácilmente trasladable a un equivalente en etiqueta lingüística según la definición de las mismas.
- Para continuar con la resolución, el usuario debe seleccionar la opción "Resolver por TOPSIS". A partir de aquí el sistema es el encargado de aplicar el algoritmo de resolución definido basado en la metodología y determinar la ordenación de las alternativas. Una vez finalizados los cálculos, el sistema muestra la siguiente información: a) Orden final de las alternativas: es un listado de cada alternativa ordenado descendientemente de acuerdo al coeficiente de cercanía (IS) obtenido. Como indica la metodología TOPSIS, la alternativa con coeficiente de cercanía más cercano a 1 será considerada la mejor; b) Matriz de Decisión Fuzzy Normalizada: es una tabla donde se muestra para cada alternativa el número borroso normalizado obtenido para cada criterio; c) Distancias a la solución ideal y anti-ideal: es un listado de cada alternativa ordenado igual que en el orden final, con la distancia obtenida a la solución ideal y la distancia obtenida a la solución anti-ideal.
- Algunas otras funcionalidades notables que ofrece el sistema son: a) Posibilidad de guardar un problema para su posterior resolución, modificación o visualización; b) Exportar a Excel los resultados obtenidos; c) Imprimir los resultados obtenidos.

7. SOLUCION FINAL DE LOS CASOS PLANTEADOS

Resueltos los casos planteados con el soft en desarrollo, se llega a los siguientes resultados:

CASO 1 - SELECCIÓN DE PERSONAL

Las distancias entre cada alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, de acuerdo a lo detallado anteriormente, son:

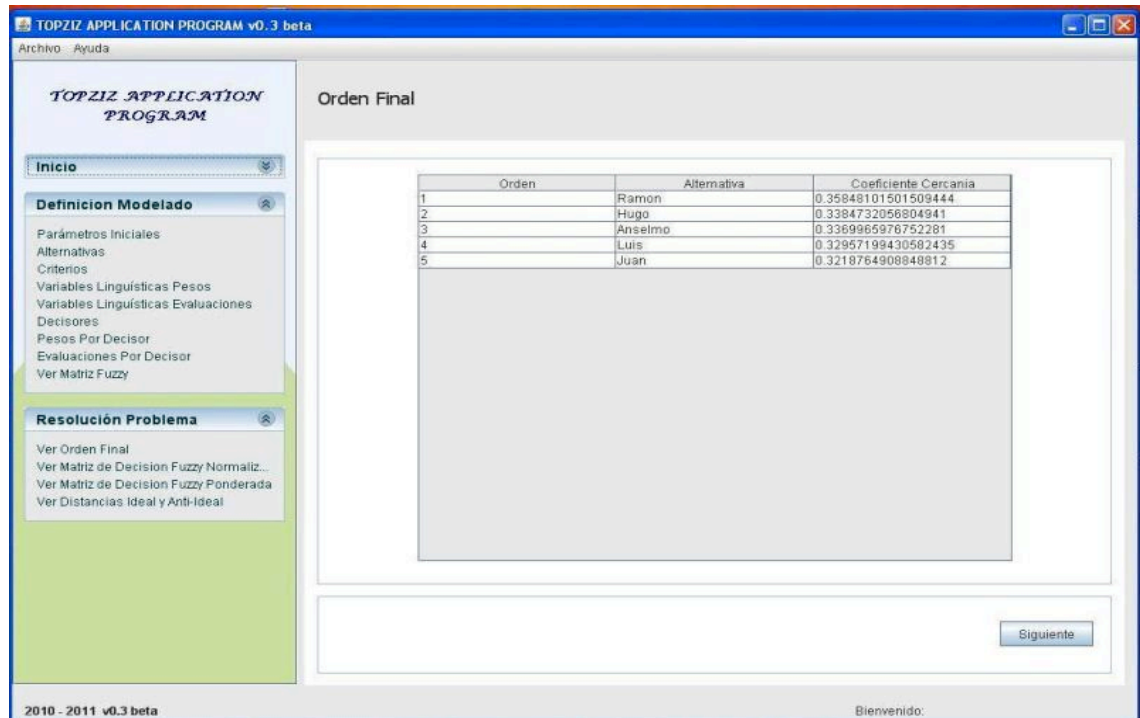
POSTULANTE	d_i^+	d_i^-
RAMON	2,8188	1,5752
LUIS	2,9399	1,4452
ANSELMO	2,8791	1,4634
HUGO	2,9025	1,4851
JUAN	2,9394	1,3952

Cálculo del índice de similaridad (*IS*) de cada alternativa:

POSTULANTE	IS
RAMON	0,3585
LUIS	0,3296
ANSELMO	0,3370
HUGO	0,3385
JUAN	0,3219

De acuerdo a los resultados obtenidos y según esta metodología, Ramón es el postulante mejor calificado.

La pantalla que indica el orden final al trabajar con el software mencionado, es la siguiente:



CASO 2 - DESARROLLO INMOBILIARIO

Las distancias entre cada alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, de acuerdo a lo detallado anteriormente, son:

ALTERNATIVA	d_i^+	d_i^-
A1 - Lote 1	2,4063694	1,952267
A2 - Lote 2	2,7405897	1,5901947
A3 - Lote 3	2,396778	2,0336978

Cálculo del índice de similaridad (IS) de cada alternativa:

ALTERNATIVA	IS
A1 - Lote 1	0,4479078
A2 - Lote 2	0,367184
A3 - Lote 3	0,4590247

Se observa que la mejor alternativa. de acuerdo a los resultados obtenidos es comprar el LOTE 3

8. CONCLUSIÓN

El trabajo pretende mostrar de una manera sencilla y práctica cómo utilizar una variante del método de apoyo multicriterio a las decisiones TOPSIS en un entorno difuso. Además se puede apreciar claramente la flexibilidad que otorga al analista la modelización de criterios mediante variables lingüísticas.

Considerando la importancia que significa la posibilidad de tomar decisiones de jerarquía, ya sea para cada individuo o como grupo en una organización, y la demanda cada vez más frecuente con que es necesario involucrarse en este proceso, la agilidad en la obtención de una respuesta eficiente se vuelve un hecho indispensable en la vida de todas las personas. Es por lo cual el sistema desarrollado representa una herramienta de relevancia para la toma de decisiones, ya que permite al decisor una alternativa clara en la definición de criterios, en la ponderación de cada uno de ellos y en el análisis de cada alternativa.

Como se expresó, la orientación en el proceso decisorio es el objetivo primordial del trabajo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- CHEN-TUNG CHEN - "Extensions of the TOPSIS for group-decision making under fuzzy environment" - Fuzzy Sets and Systems Vol 114 (2000) 1-9
- ERCOLE, Raúl - ALBERTO, Catalina - CARIGNANO, Claudia - "TOPSIS en acciones con variables lingüísticas" - XXXIII Congreso IAPUCO - Mar del Plata, 2010
- CARIGNANO, Claudia - MARTINEZ, Rodrigo J - PATERNO, Cecilia I - "TOPSIS fuzzy application program" - ENDIO 2011 - Río Cuarto, Córdoba, 2011.
- ALBERTO, CATALINA - CARIGNANO, CLAUDIA - "Apoyo cuantitativo a las decisiones" – Segunda Edición - Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas - UNC – Córdoba, 2007 – ISBN 978-987-23497-5-2
- MALLO, Paulino E. y otros – "Gestión de la incertidumbre en los negocios" – RIL Editores – Editorial Melusina – Santiago de Chile, 2004 – ISBN 956-284-398-X
- KOSKO, Bart – "Pensamiento borroso" – Traducción castellana de Juan Pedro Campos – CRITICA – Barcelona, 1995 – ISBN 84-7423-698-3
- AUTRAN GOMES L., GONZÁLEZ ARAYA M. y CARIGNANO C. (2004): "Tomada de decisoes em cenarios complexos". Thomson Editores. Sao Paulo, Brasil.
- CARIGNANO C., ZANAZZI J. y BOAGLIO L. (2005): "Evaluación del desempeño por competencias mediante variables lingüísticas - Anales Del XVIII Endio - XVI Epio - Córdoba - Argentina.
- GARCÍA CASCALES M. Y LAMATA M.T. (2010): "Nueva aproximación al método topsis difuso con etiquetas lingüísticas". Anales del XV Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy.