

calidad

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS MULTICRITERIALES EN LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES

Resumen / Abstract

La utilización de un sistema de gestión de la calidad (SGC) contribuye a que la organización logre la satisfacción del cliente con adecuados niveles de eficiencia y eficacia. Este sistema diseñado a través de la familia ISO 9000: 2000 está formado por una serie de requisitos que la empresa tiene que garantizar para lograr de sus productos o servicios. Entre estos requisitos se encuentra el proceso de compras y dentro de este está la evaluación y selección de proveedores. En el presente trabajo se propone la utilización de técnicas multicriteriales para la evaluación y selección de los proveedores, las que permiten modelar las preferencias de los especialistas y tomar la mejor decisión

The use of quality management system (QMS) contributes to that the organization achieves the client's satisfaction with appropriate levels of efficiency and effectiveness. This system designed through the family ISO 9000: 2000 are formed by a series of requirements that the company has to guarantee to achieve of its products or services. Among these requirements is the process of purchases and inside this the evaluation and suppliers selection is. This paper intends the use of technical multicriterial for the evaluation and the suppliers selection, those that allow to model the preferences of the specialists and to make the best decision.

Palabras clave / Key words

Calidad, proveedores, multicriterio

Quality, suppliers, multicriterial

Aleida González González, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Auxiliar Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba
e-mail:agonza@ind.cujae.edu.cu

Rosario Garza Ríos, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Asistente Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba
e-mail:rosariog@ind.cujae.edu.cu

Recibido: Diciembre del 2002
Aprobado: Febrero del 2003

INTRODUCCIÓN

La actividad de gestión empresarial y en particular de la calidad requiere en muchas ocasiones la solución de múltiples problemas para lo cual pueden ser utilizadas diferentes técnicas.

Según los requerimientos de la ISO 9000:2000 los proveedores potenciales de una empresa tienen que ser evaluados y seleccionados según cumplan los requisitos de calidad de la organización que necesita de sus servicios. Es evidente que esta evaluación y selección no podrá ser a partir de un único criterio para llegar a una toma de decisiones eficiente. Lograr un compromiso entre los criterios a considerar es una tarea ardua y que no siempre se alcanza con resultados satisfactorios. La solución de esta problemática puede estar en la aplicación de técnicas multicriteriales.

En Cuba se han realizado esfuerzos para la introducción de estas técnicas en diferentes esferas de la economía y de la gestión empresarial. Pero no es usual que se apliquen en el diseño de un sistema de gestión de la calidad.

Las autoras han propuesto la utilización de las técnicas multicriteriales para obtener el ranking de los proveedores utilizando la filosofía de los métodos ELECTRE, específicamente el ELECTRE II el cual permite de forma sencilla obtener la selección del mejor proveedor.

En el presente trabajo se expone el método propuesto para la evaluación y selección de los proveedores teniendo en cuenta un conjunto de criterios y se muestra la aplicación del mismo en un ejemplo concreto.

DESARROLLO

El Sistema de Gestión de la Calidad según las Normas SO 9000:2000 está compuesto por requisitos que garantizan la realización de todos los procesos con la calidad solicitada por el cliente. Este Sistema se utiliza cuando una organización:

a) Necesita demostrar su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos del cliente.

b) Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a partir de la aplicación eficaz del sistema.

De aquí se puede concluir que para realizar el Sistema de Gestión de la Calidad es necesario la utilización de un enfoque de proceso el cual queda representado en la figura 1.

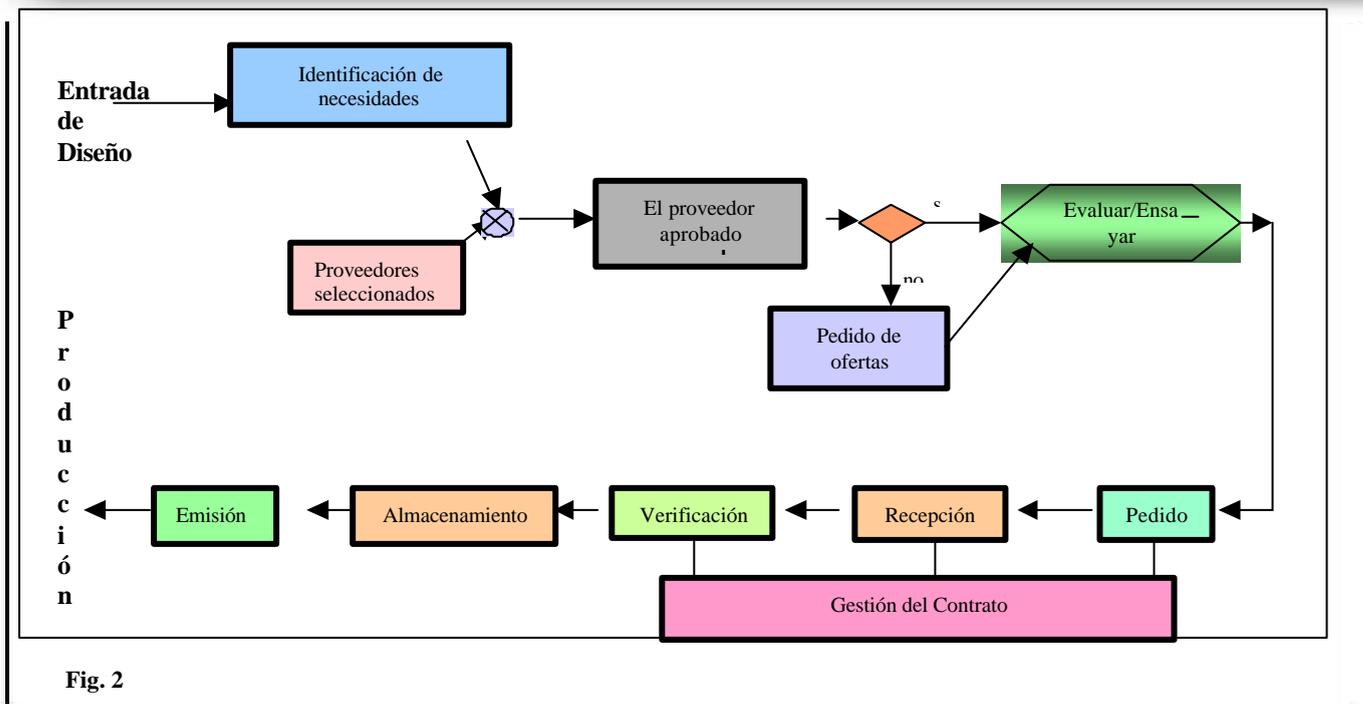
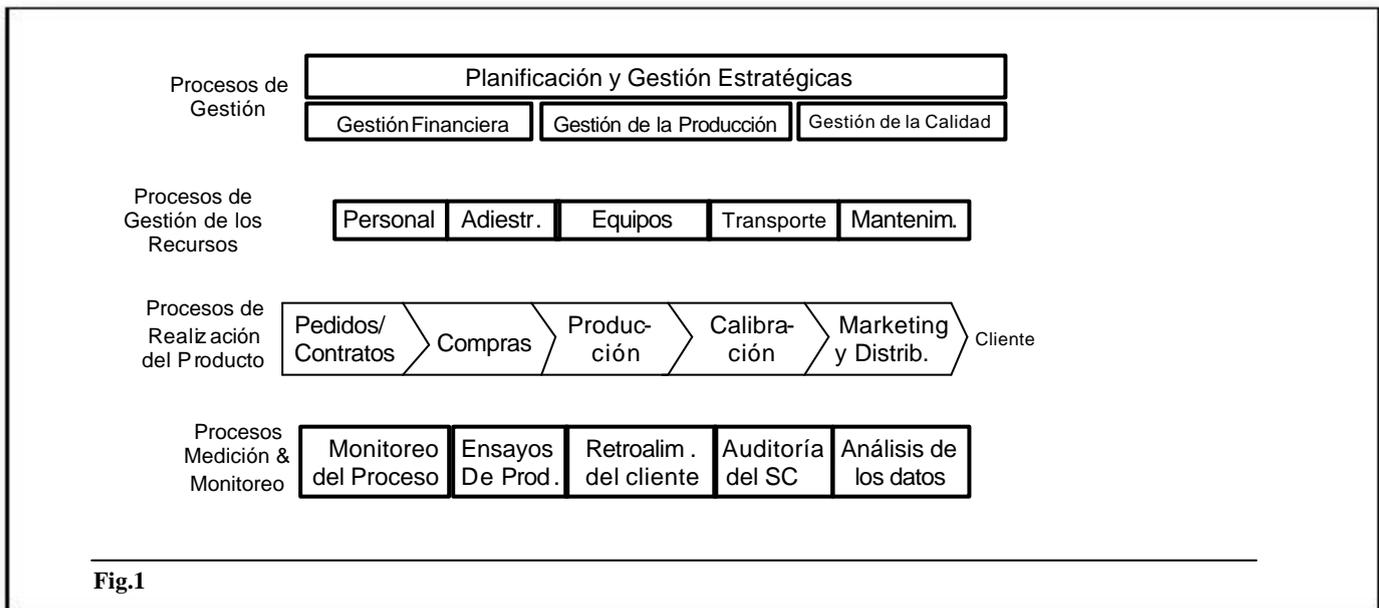
Dentro de estos procesos se encuentra el proceso de compra el cual puede representarse gráficamente (figura 1).

Un proceso específico dentro de compra es la evaluación y selección de proveedores,¹ tradicionalmente la empresas utilizan métodos empíricos para realizar este proceso como son:

- a) Auditoría del sistema de gestión de la calidad.
- b) Auditoría del producto.
- c) Auditoría de la capacidad del proceso.

Y en función de los resultados obtenidos en estas auditorías se decide o no comprarle al proveedor.

También existen otros métodos que ponderando, evalúan al proveedor. Pero estos adolecen de una fundamentación matemática, por lo que en el presente trabajo se muestra la utilización de técnicas matemáticas de análisis de la decisión en presencia de múltiples criterios, lo que le permite a la organización una toma de decisiones más eficaz.



TÉCNICAS MULTICRITERIALES EN LA SELECCIÓN DE LOS PROVEEDORES

Seleccionar el **mejor proveedor** en un problema de decisión en presencia de múltiples atributos, el cual ha sido resuelto hasta el momento de forma empírica y teniendo en cuenta la experiencia de los especialistas encargados de la actividad. No obstante, en estos momentos en que diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad con la aplicación de las Normas ISO 9000:2000 cobra gran importancia para las empresas, la utilización de las técnicas matemáticas para la toma de decisiones es una herramienta potente para la eficacia de la gestión.

Es por esto que las autoras se han dado a la tarea de tratar de obtener un ranking de las alternativas (proveedores) considerando un conjunto de criterios en conflicto. Para obtener este ranking se hace necesario la determinación de los criterios a evaluar y su importancia relativa, a continuación se expone cada uno de los pasos que conforman el procedimiento.

Paso 1. Seleccionar los criterios

En este paso será necesario determinar los criterios que se deseen valorar para efectuar la evaluación de los proveedores, para ello es necesario realizar un trabajo grupal utilizando cualquier técnica desarrollada al efecto, proponiéndose la utilización de la **tormenta de ideas** vinculadas con un método Delphi.

Paso 2. Determinar la importancia relativa de los criterios

Los pesos o importancia relativas de los criterios a considerar se determinarán, a través de métodos expertos o considerando el criterio de un solo experto. Este es un paso realmente importante en el proceso de toma de decisiones, Para la determinación de los mismos se propone utilizar un procedimiento,²⁻⁴ el cual permite integrar los intereses de cada experto en un modelo de grupo de la forma siguiente:

$$W_{ij} = \rho_{ij} / \sum_{j=1}^m \rho_{ij}$$

$$W_j = \sum_{l=1}^n W_{lj} / \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^n W_{lj}$$

donde:

n : Número de expertos (decisores).

m : Número de criterios.

ρ_{ij} : Votación para el criterio j emitido por el experto l (decisor l).

W_{lj} : Peso del criterio j emitidos por el experto l (decisor l).

W_j : Peso del criterio j .

Los valores de los pesos deben cumplir las siguientes condiciones:

$$0 \leq W_j \leq 1 \quad \text{y} \quad \sum_{j=1}^m W_j = 1$$

la expresión $W_j > W_k$ implica que el criterio j es más importante que el criterio k y la expresión $W_j = W_k$ indica que ambos criterios son igualmente importantes. Más de un criterio puede tener el mismo peso, el valor cero para algún W_j indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

Al finalizar estos dos pasos se han obtenido el conjunto de criterios y su importancia relativa.

Paso 3. Establecer la categoría de cada proveedor.

Las autoras proponen la utilización de una función de valor ordinal, para realizar la evaluación de los proveedores como fase preliminar para la selección de los mismos, específicamente la función suma ponderada, la cual es la forma más elemental de función de valor, pero que permite ordenar el conjunto de clientes la misma se calcula a través de la siguiente expresión:

$$U_i = \sum_{j=1}^m W_j \cdot f_{ij}$$

donde:

U_i : Función de valor del proveedor i .

W_j : Peso o importancia relativa del criterio j .

f_{ij} : Valor del criterio j para el proveedor i .

m : Número de criterios.

Para los valores de f_{ij} se recomienda utilizar una escala cualitativa, tal como la siguiente:

Óptima
Excelente
Muy Bien
Bien
Aceptable
Regular
Mal
Muy Mal
Pésimo

Esto permite llevar los valores a una misma escala. Una vez obtenido los valores de esta función para cada proveedor se efectuará la categorización de los mismos. Por lo que, se hace necesario fijar la categoría y la puntuación que debe obtener cada proveedor durante el período de evaluación.¹ En la tabla se muestran de muestra los intervalos que corresponden a cada evaluación, estos se obtienen de la aplicación de técnicas de trabajo en grupo o técnicas de experto para hacer corresponden la opinión de personalidades de reconocido prestigio internacional y nacional en el tema de Gestión de la Calidad (anexo 1).

Los proveedores seleccionados deben poseer una categoría de primera o segunda de forma habitual, para los categorizados de segunda se les plantea un plan de mejora para que alcancen la primera categoría. Los proveedores que se encuentren en categoría 3 y 4 no se tendrán en cuenta nunca.

TABLA 1	
Categoría proveedor	Puntuación obtenida
Primera	≥ 75
Segunda	60 - 75
Tercera	50 - 60
Cuarta	≤ 50

Paso 4. Obtener el ranking de los proveedores

Para la selección del mejor proveedor solo se analizarán aquellos proveedores que se encuentren en la categoría 1 y 2 como ya se había planteado anteriormente, para esto se propone utilizar la filosofía de los ELECTRE, la cual se basa en el desarrollo de dos fases⁵⁻⁷:

- Fase I: Establecimiento de la relación de superioridad.
- Fase II: Explotación de la relación de superioridad.

La fase I plantea la ejecución de dos test: el test de concordancia y veto.

Antes de comenzar a exponer estos dos test es necesario profundizar en algunas cuestiones de interés.

Sean dos alternativas $(a, b) \in A$, caracterizadas por un conjunto J de N atributos. Se empleará la siguiente notación:

♦ $a P_j b$ significa que a es preferida estrictamente a b respecto al atributo j .

♦ $a I_j b$ significa que a es indiferente a b respecto al atributo j .

1. Test de concordancia

Se definen cuatro conjuntos, los cuales se exponen a continuación.

Sea J el conjunto de todos los criterios a valorar j_1, j_2, \dots, j_n , es decir,

$$\begin{aligned}
 J &= \{j_i \mid i=1, n\} \\
 J^+ &= \{j \in J : a P_j b\} \\
 J^- &= \{j \in J : a I_j b\} \\
 J^* &= \{j \in J : b P_j a\}
 \end{aligned}$$

donde:

J^+ : conjunto de criterios donde la alternativa a es preferida a la b .

J^- : conjunto de criterios donde la alternativa a es indiferente a la b .

J^* : conjunto de criterios donde la alternativa b es preferida a la a .

Se calculan los índices I_1 (consenso) e I_2 (mayoría simple), como:

$$I_1 = \left(\sum_{J^+} W_j + \sum_{J^-} W_j \right) / \sum_J W_j \quad y \quad I_2 = \sum_{J^+} W_j / \sum_{J^-} W_j$$

El test de concordancia se pasa satisfactoriamente si:

$$I_1 \geq c \quad e \quad I_2 \geq 1$$

donde :

c : Índice de concordancia, puede considerarse como 3/4 o 2/3 en este caso se considerara 2/3 para reducir incomparabilidades.

2. Test de veto

Se produce veto a la afirmación a $S b$, sí:

$$J \neq \emptyset \quad y \quad \exists j \in (J^- \wedge J_{crit})$$

donde:

$$J_{crit} = \{j \in J : W_j > W_{med} > \}$$

W_{med} : Peso promedio de los criterios

Una vez establecida la relación de superioridad de cada proveedor es necesario la explotación de esta relación (Fase II de la filosofía de los métodos ELECTRE), para resolver esto se propone utilizar los conceptos de fuerza, debilidad e índice de calidad de cada alternativa (proveedor).

Sea $F(a)$: la fuerza de la alternativa a , el número de $a' \in A$ tales que $a S a'$

$$F(a) = \text{card}^* \{ a' \in A / a S a' \}$$

Sea $D(a)$: la debilidad de la alternativa a , el número de $a \in A$ tales que $a' S a$.

$$D(a) = \text{card} \{ a' \in A / a' S a \}$$

Sea $I(a)$: el índice de calidad de la alternativa a , la diferencia entre su fuerza y su debilidad.

$$I(a) = F(a) - D(a)$$

Por lo que, para cada alternativa $a \in A$, calcular, $F(a)$, $D(a)$ e $I(a)$.

El ordenamiento de los proveedores se realiza utilizando, el índice de calidad de las alternativas, es decir, se ordenan el conjunto de proveedores en orden descendente, resultando ser el mejor proveedor aquel que posea mayor índice de calidad.

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Este procedimiento fue aplicado en la fábrica de helados Coppelía de Ciudad de la Habana, específicamente para la selección de los proveedores de la crema de leche.

Paso 1. Seleccionar los criterios

Para determinar los criterios a valorar para la selección de los proveedores se efectuó un trabajo grupal en el cual participaron 8 especialistas que representan diferentes procesos de la organización: compras, preparación de la producción, calidad y economía.

Los criterios seleccionados fueron: Calidad, Costo, Plazo, Facilidades de pago, Cercanía y Marca

Paso 2. Determinar la importancia relativa de cada criterio

En este caso los especialistas expresaron sus opiniones con relación a la importancia de los criterios a valorar, lo que motivó la realización de un trabajo grupal, en el cual participaron 8 especialistas. Para determinar los pesos se sometió a votación cada uno de los criterios, en la tabla 2 se muestran los resultados de la votación a través de los cuales se pudieron determinar los pesos de los criterios.

* Card (cardinal) se dice de los números enteros que sirven para contar las cosas Diccionario Pal-Las

De acuerdo con los resultados obtenidos y la aplicación del método del coeficiente de Kendall, se concluye que existe concordancia entre los expertos, lo que permite determinar los pesos de los criterios con la votación de los mismos, en el anexo 2 aparecen los resultados de la aplicación del método.

Los pesos de los criterios obtenidos con la aplicación del método propuesto anteriormente son los que se muestran en la tabla 3:

Paso 3. Establecer la categoría de cada proveedor

De la ejecución de este paso se obtuvieron 5 proveedores que se encuentran en primera y segunda categoría.

Paso 4. Obtener el ranking de los proveedores

Para esto se utilizó el procedimiento descrito anteriormente, en la tabla 4 se muestran los resultados de la aplicación del test de concordancia.

De la aplicación del test de concordancia se obtuvo que 4 combinaciones deben pasar al test de veto, cuyos resultados se muestran en la tabla 5.

Como resultado del test de veto las 4 combinaciones que establecieron superioridad en el test anterior lo mantuvieron. Las cuales son: 1 S 5, 3 S 2, 4 S 1 y 4 S 5.

TABLA 2								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Calidad	10	10	10	10	10	10	10	10
Costo	10	8	6	5	8	7	8	6
Plazo	8	10	9	8	10	5	9	10
Facilidades de pago	10	5	5	8	6	10	9	10
Cercanía	5	9	7	4	8	6	8	8
Marca	9	7	8	9	8	8	10	6

TABLA 3	
Criterio	Peso
Calidad	0,20
Costo	0,168
Plazo	0,178
Facilidades de pago	0,163
Cercanía	0,141
Marca	0,148

Con los resultados obtenidos de el paso anterior se determinará la fuerza, debilidad e índice de calidad de cada alternativa, lo que se muestran en la tabla 6 y figura 2.

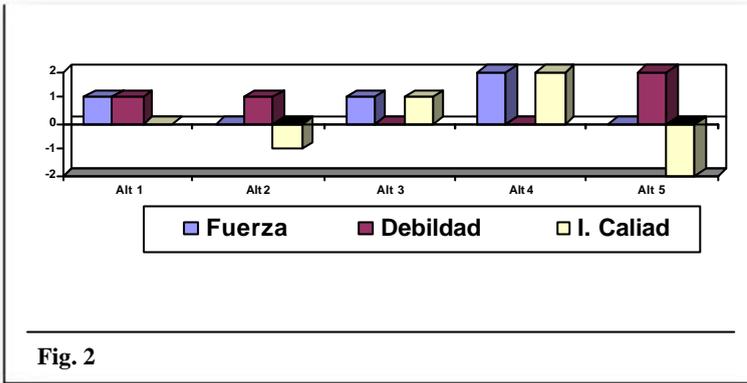
El ordenamiento de los proveedores obtenido de acuerdo con la alternativa que mayor índice de calidad tiene se muestran en la tabla 7 y la figura 3.

De lo anterior se puede concluir que el mejor proveedor es el 4, lo sigue el proveedor 3.

TABLA 4					
	1	2	3	4	5
1	-	nS	nS	nS	S
2	nS	-	nS	nS	nS
3	nS	S	-	nS	nS
4	S	nS	nS	-	S
5	nS	nS	nS	nS	-

TABLA 5					
	1	2	3	4	5
1	-	nS	nS	nS	S
2	nS	-	nS	nS	nS
3	nS	S	-	nS	nS
4	S	nS	nS	-	S
5	nS	nS	nS	nS	-

TABLA 6			
Proveedor	Fuerza	Debilidad	Índice de calidad
1	1	1	0
2	0	1	-1
3	1	0	1
4	2	0	2
5	0	2	-2



4. SAATY, T.: *Toma de decisiones para líderes. El proceso analítico jerárquico. La toma de decisiones en un mundo complejo*, RWS Publications USA, 1997.
 5. FERNÁNDEZ, E. Y R. TORRENS: "El método EDIPO para la ayuda a la toma de decisión", *Revista Ingeniería Industrial*, Vol. XVIII, Ciudad de La Habana, 1997.
 6. ARTOLA, M.L.: "Un enfoque multicriterio para el posicionamiento competitivo de las empresas," Tesis para optar por el grado de Máster en Optimización y Técnicas de Ayuda a la Toma de Decisiones, ISPJAE, Ciudad de La Habana, 2000.
 7. GARZA, R.: "Procedimiento multicriterio para la planificación lógica de rutas de distribución", Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas, Ciudad de La Habana, 2001.

TABLA 7

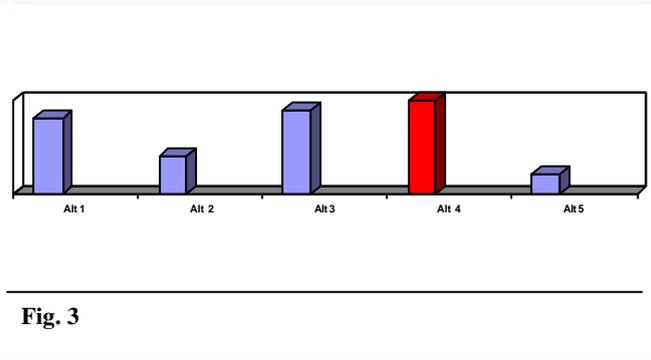
Orden	Proveedor
1	4
2	3
3	1
4	2
5	5

ANEXO 1

CARTA DE PARTICIPACIÓN

En consulta realizada con especialistas en el tema de Gestión de la Calidad* se concluyó que la categorización para los proveedores de acuerdo con los valores de la función de utilidad es la que se muestra en la tabla.

Categoría proveedor	Puntuación obtenida
Primera	≥ 75
Segunda	60 - 75
Tercera	50 - 60
Cuarta	≤ 50



ANEXO 2

MÉTODO DEL COEFICIENTE DE CONCORDANCIA DE KENDALL

Décima
 H_0 : no hay concordancia entre los expertos.
 H_1 : hay concordancia entre los expertos.

n	S	W	Decisión
8	2525.56	0.52	Acepto H1

CONCLUSIONES

La utilización de las técnicas multicriteriales para la toma de decisiones permite realizar la evaluación y selección de los proveedores teniendo en cuenta los criterios de calidad establecidos por la organización.

Se le provee a la organización una herramienta que le permita le forma rápida la obtención de estos resultados.

REFERENCIAS

1. *Prontuario de gestión de la calidad*, Grupo INI, España, 1991.
 2. TABUCANON, M.: *Multiple Criteria Decision Making in Industry*. Elsevier, 1988.
 3. ROMERO, C.: *Análisis de las decisiones multicriterio*, Ed. Díaz de Santos, Madrid, 1997.

*Los especialistas consultados fueron:
 Dr. Luis Arimany, Director de la Calidad de la CLH, Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid, España; Ing. Antonio Valero, Alcaide Director de AENOR, México; Dr. Vicente Martínez, Director del ININ, Profesor Titular, cujae; Dra. Ester Michelena Fernández, Profesora Auxiliar, cujae; Dra. Aleida González González, Profesora Auxiliar, cujae, Cuba.