

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS MULTICRITERIO MULTIEXPERTOS DENTRO DEL PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL

Resumen / Abstract

Los ingenieros industriales se desarrollan en un ámbito empresarial y dentro de las actividades que realizan están implícitos una serie de procesos de toma de decisiones. De hecho, dirigir es tomar decisiones que se concretan en impartir instrucciones, coordinar personas, liderar grupos y asumir compromisos por ejemplo: contratar un proyecto, seleccionar un obrero, etc. Ellos deben tener los conocimientos necesarios para saber organizar y programar los trabajos que deben efectuarse, asignar los recursos necesarios para ello, y adoptar las medidas para corregir desviaciones que puedan existir. Es por esto, que en el presente trabajo se muestran algunos problemas propios de la esferas de trabajo del ingeniero industrial donde es importante la aplicación de técnicas multicriterio multiexperto.

The industrial engineers are developed in a managerial environment where inside the activities that they carry out to are implicit a series of processes of taking of decisions. In fact, to direct is to make decisions that are summed up in imparting instructions, coordinate people, to lead groups and to assume commitments (ex: to hire a project, to select a worker, etc.). They should have the necessary knowledge to know how to organize and to program the works that should be made, to assign the necessary resources for it, and to adopt the measures to correct deviations that can exist. In this work are shown the application of multicriterial multiexpert technical in some of the spheres of development of the Industrial Engineer.

Palabras clave / Key words

Multicriterio, multiexperto, toma de decisiones, ingeniería industrial

Multicriteria, multiexpert, taking of decisions, industrial engineering

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:garzarios@yahoo.es

Caridad González Sánchez, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Departamento de Matemática General, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba
e-mail:cary_gs@yahoo.es

Elvis Salinas González, Ingeniero Industrial, Grupo BK CETI, Ministerio de la Industria Sideromecánica Ciudad de La Habana, Cuba
e-mail:elvis@bkcteti.co.cu

Recibido: Enero del 2005
Aprobado: Marzo del 2005

INTRODUCCION

La ingeniería industrial según Maynard,¹ se ha definido como "La aplicación de los procedimientos de dirección técnica a todos los factores (incluyendo el factor humano) que intervienen en la fabricación y distribución de los productos y aplicación de los servicios".

El conocimiento de las técnicas de decisión demuestra ser muy útil para diferentes líneas de trabajo, al ser la toma de decisiones una de las actividades esenciales en los procesos de diseño, dirección y gestión. A medida que se avanza, se ha ido generando mayor interés en el conocimiento y la investigación de estas técnicas, centrándose el interés en los métodos de ayuda a la toma de decisiones multicriterio y multiexperto.

Todos los acontecimientos ocurridos en los últimos años, la urgente necesidad de hacer organizaciones eficientes, la responsabilidad de ahorrar recursos energéticos, la necesidad de utilizar racionalmente los recursos, para dar satisfacción a un cliente cada vez más exigente, consciente y preparado, ha provocado la necesidad de utilizar técnicas multicriterio y multiexperto para la toma de decisiones en las organizaciones, donde se desea obtener un ordenamiento de las posibles soluciones de acuerdo con la opinión del grupo de expertos y considerando varias medidas de efectividad; ya que lo fundamental no es abordar técnicas o herramientas que permitan obtener un ahorro en cualquier dirección de una empresa, sino buscar una solución en la que se reduzcan los

costos totales y se mejore el servicio. Estas deben estar al alcance de los empresarios o directivos actuales, para lograr una rápida y eficiente toma de decisiones en las empresas.

A pesar de la creciente aplicación de las técnicas matemáticas en el ámbito empresarial internacional, en Cuba son pocos los ejemplos de tales aplicaciones. Esto está motivado inicialmente por la imposibilidad de contar con medios de cómputos potentes y software especializados, además de su alto costo, por la poca cultura y formación de los decisores, realizándose el proceso de toma de decisiones empíricamente, basado en la experiencia del factor humano que participa en la tarea. Por lo que, en este trabajo se analizarán diferentes problemas dentro de la gama que se presenta en la ingeniería industrial, en los cuales pueden ser utilizadas las técnicas multicriterio y multiexperto para arribar a la **mejor decisión**.

En la primera sección del trabajo se describe el problema a resolver, en la segunda sección se muestran los árboles jerárquicos de cada uno de los problemas presentados, en la tercera se desarrollan dos ejemplos dentro del perfil de ingeniero industrial para su mejor entendimiento y en la cuarta y última sección, se exponen las conclusiones a que se llegaron con la realización de este trabajo.

CARACTERIZACIÓN DE UN PROBLEMA MULTICRITERIO MULTIEPERTO

La naturaleza, con todos sus sistemas o procesos, aborda problemas muy diversos que, sin embargo, tienen un denominador común: la necesidad de elegir entre diferentes alternativas que han de evaluarse sobre la base varios criterios emitidos por varios expertos.

Con todo lo anteriormente expresado se ha llegado al problema que pretende resolverse en este trabajo.

• Dado un conjunto de alternativas o cursos de acción se desea seleccionar la mejor o simplemente ordenarlas, evaluándose un conjunto de criterios y utilizando la opinión de un conjunto de expertos, la formulación del problema matemáticamente puede ser:

Sea:

• Un conjunto A de r alternativas $A = \{1, 2, \dots, r\}$ que representan las posibles elecciones alcanzables por los decisores.

• Un conjunto B de m criterios $B = \{1, 2, \dots, m\}$ que representan los atributos relevantes para el problema decisional.

• Un conjunto C de n expertos $C = \{1, 2, \dots, n\}$ que representan los expertos que participarán en la toma de decisiones.

donde:

r : número de alternativas.

m : número de atributos o criterios asociados a cada alternativa.

n : número de expertos que participarán en la toma de decisiones.

En las técnicas de análisis de la decisión, los términos: multicriterio, multiobjetivo, multiatributo se utilizan para describir problemas de decisión con más de una medida de efectividad, apareciendo indistintamente con un nombre u otro, no existen-

do una definición universal de estos términos, se ha aceptado la definición de Multiple Criteria Decision Maker (MCDM) que de acuerdo con la definición de varios autores,²⁻⁴ es el término bajo el cual se agrupan a todos los métodos que se basan en múltiples atributos u objetivos. Por lo que se divide en dos vertientes:^{3,5} multiatributo (MADM) y multiobjetivo (MODM).

La toma de decisiones multicriterio ha desarrollado una personalidad propia,^{2,3,6-8} que utiliza una terminología específica que incluye conceptos nuevos, debe observarse que algunos de los conceptos que se van a introducir tienen el mismo significado semántico y se utilizará uno u otro en dependencia del contexto teórico en el que se utilicen, a continuación se definen los mismos:

• Alternativas: Posibles soluciones o acciones a tomar por el decisor o unidad decisora.

• Atributos: Característica que se utiliza para describir cada una de las alternativas disponibles, pueden ser cuantitativas (objetivos) o cualitativas (subjetivas), cada alternativa puede ser caracterizada por un número de atributos (escogidos por el decisor).

Problemas donde se desea seleccionar la **mejor alternativa** dentro de un conjunto de ellas o simplemente ordenarlas, utilizando el criterio de uno o varios expertos y con la evaluación de más de una medida de efectividad se presentan diariamente en el ámbito empresarial, es por esto que en este trabajo se analizarán alguno de ellos.

Para la aplicación de las técnicas multicriterio multiexperto es necesario realizar cuatro fases fundamentales, las cuales son:

I Estructurar el problema.

- Definir el objetivo del problema.
- Seleccionar el conjunto de expertos.
- Definir criterios y subcriterios.
- Definir las alternativas.

II Determinar la importancia de los criterios.

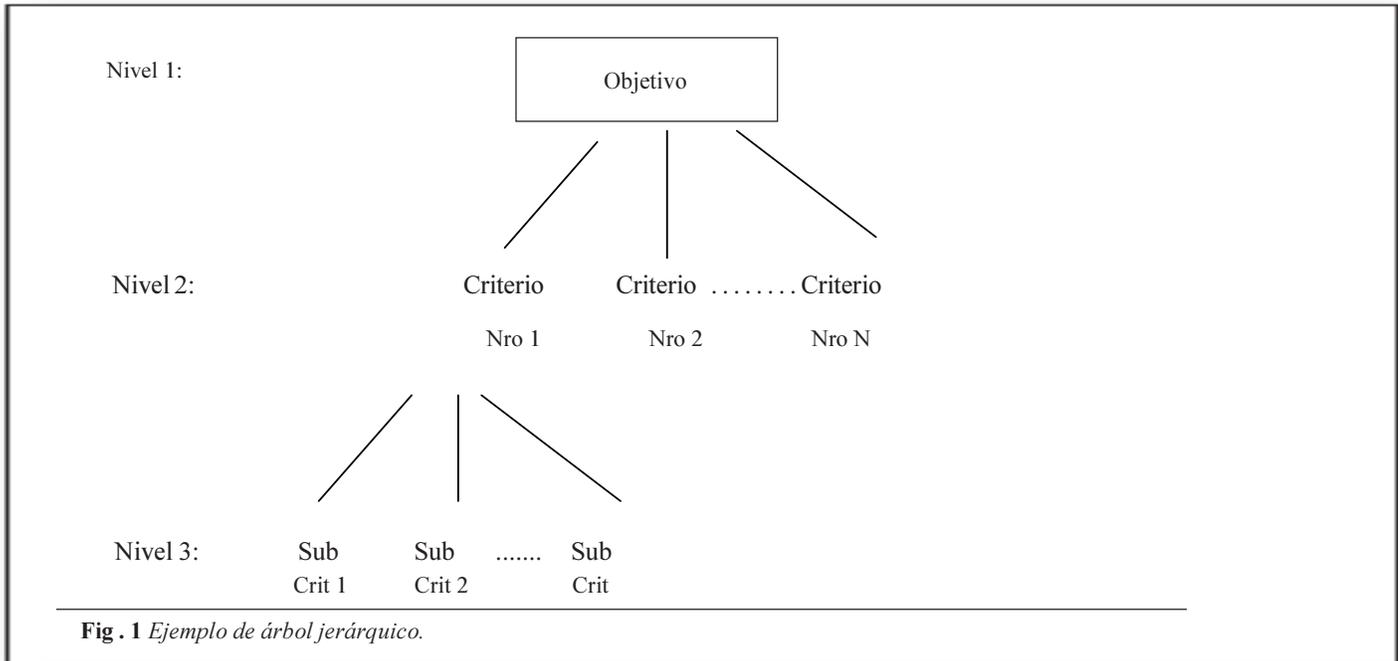
III. Definir el impacto de cada alternativa para cada criterio.

IV. Aplicar una técnica matemática y seleccionar la alternativa.

En este trabajo solamente se realizará el análisis de la fase I, representando el árbol jerárquico de cada situación, el cual consiste en la desagregación del objetivo general en criterios y subcriterios conformándose diferentes niveles, este árbol permitirá obtener gráficamente los elementos para dar cumplimiento a los puntos 1 y 3 que conforman la fase I, un ejemplo de árbol jerárquico se muestra a continuación, (figura 1).

La figura 1 sugiere que en cada nivel de jerarquía deben agruparse varios elementos. En el segundo nivel se discriminan los criterios fundamentales. En el tercero los subcriterios correspondientes a cada criterio fundamental, y así sucesivamente.

Existen diferentes problemas propios de la esfera de desarrollo del ingeniero industrial, donde es de gran utilidad el uso de las técnicas multicriteriales y multiexperto.



Algunos de estos problemas son:⁹

- Localización de una planta industrial.
- Selección de una maquinaria industrial.
- Evaluación y selección del personal.
- Evaluación y selección de una cartera de proyectos (inversión de una empresa, planes estratégicos).
- Evaluación de diferentes soluciones de diseño de un producto o servicio.
- Selección de proveedores.
- Determinación del posicionamiento competitivo de las empresas.
- Evaluación de las diferentes soluciones de diseño de una distribución en planta.
- Evaluación de las alternativas de solución a diferentes problemas medioambientales.
- Asignación de recursos.
- Negociaciones públicas.
- Selección de procesos claves y críticos.
- Selección del plan de mejora.
- Determinar los requerimientos de los clientes.
- Confección del plan de capacitación.

DESARROLLO DE LOS ÁRBOLES JERÁRQUICOS PARA DIFERENTES PROBLEMAS DEL INGENIERO INDUSTRIAL

El objetivo de este epígrafe es mostrar el árbol jerárquico de algunos de los problemas anteriormente mencionados en los que se pueden aplicar las técnicas matemáticas en la ingeniería industrial.

Planificación de los recursos humanos (RRHH)

Una de las decisiones más importantes que debe tomar un empresario es planificar sus recursos humanos,¹⁰ pues de una

correcta planificación depende en gran medida la buena marcha de la empresa.

La planificación de personal es un proceso mediante el cual la empresa pretende conciliar, a lo largo del tiempo, y sobre la base de sus necesidades, el número de empleados o necesidades cuantitativas y cualitativas que estos han de presentar teniendo en cuenta la evolución que se prevé para la plantilla. Por tanto, en la planificación de recursos humanos se deben tener en cuenta tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, que deberán ser analizados por separado.

Estos tipos de decisión son muy complejos y están rodeados de gran incertidumbre. Al tratar del futuro, es más importante ser imaginativo y perceptivo que totalmente exacto. Debido a la imposibilidad de hablar con certeza y precisión sobre el futuro surge la posibilidad de incorporar a la solución de este problema la teoría de los conjuntos borrosos. Dicha teoría está perfectamente adaptada al tratamiento tanto subjetivo como de lo incierto, e intenta recoger un fenómeno tal cual se presenta en la vida real, y realizar su tratamiento sin deformarlo para hacerlo preciso y cierto.

Después de haberse definido el problema en cuestión, es decir, seleccionar a los mejores sustitutos para los distintos puestos de trabajo, se diseña el árbol jerárquico que aparece en figura 2.

Los criterios definidos pueden variar dependiendo del puesto de trabajo a que se refieran.

Una vez que sean recopilados todos los datos se aplicará la técnica de decisión multicriterio multiexperto que se considere más adecuada, quedando perfectamente delimitado en cada momento quiénes serán los mejores sustitutos para cubrir los puestos de trabajo existentes en una empresa.

Selección del mejor layout

En el problema de la distribución en planta de instalaciones industriales, la selección del mejor layout, significa la selección del diseño que resulte más favorable en el compromiso entre los distintos objetivos que compiten.

Se entiende por distribución en planta según:¹¹

La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

La distribución en planta tiene dos intereses claros que son:

- **Interés económico:** Con el que se persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas.
- **Interés social:** Con el que se persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en lo referente al diseño

de la distribución en planta se propone el árbol jerárquico que se muestra en la figura 3.

Evaluación de alternativas de solución a problemas medioambientales

- **Contaminación del agua potable.**¹²

La contaminación de las aguas es uno de males ambientales que representa consecuencias más devastadoras. Cada año millones de personas mueren en el mundo a consecuencia de dolencias intestinales transmitidas por el agua. Un tercio de la humanidad vive en estado continuo de debilidad, como resultado de impurezas contenidas en el agua, otro tercio esta amenazado por la presencia de sustancias químicas en esta, cuyos efectos a largo plazo son desconocidos.

Para asegurar la calidad del agua de consumo humano y la supervivencia de los ecosistemas se le debe dar una atención especial a programas que reduzcan la cantidad de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; especialmente los que sean tóxicos.

El agua, al mismo tiempo que constituye el líquido más abundante en la Tierra, representa el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida.

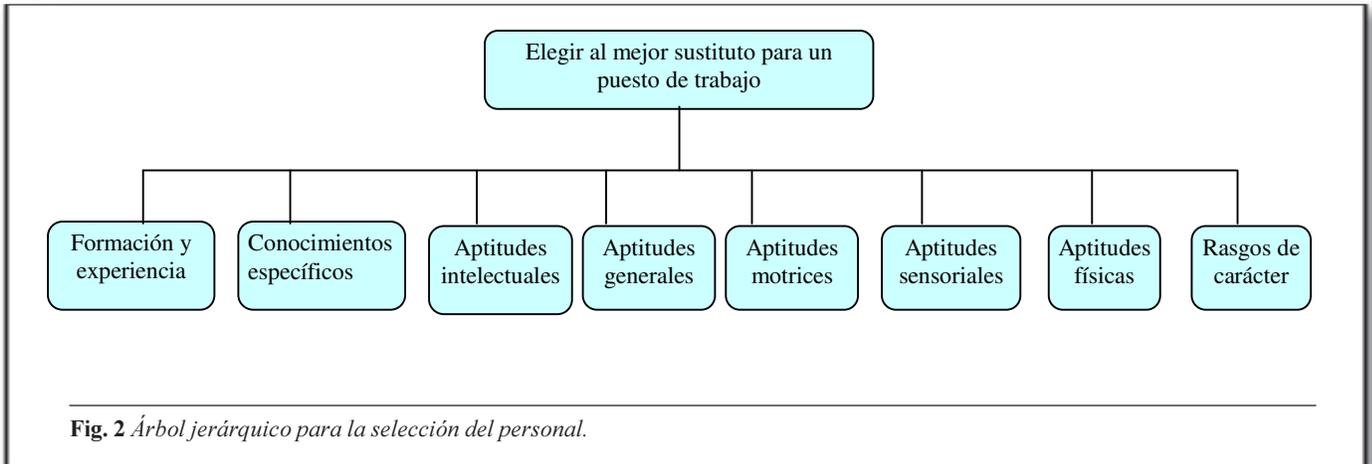


Fig. 2 Árbol jerárquico para la selección del personal.

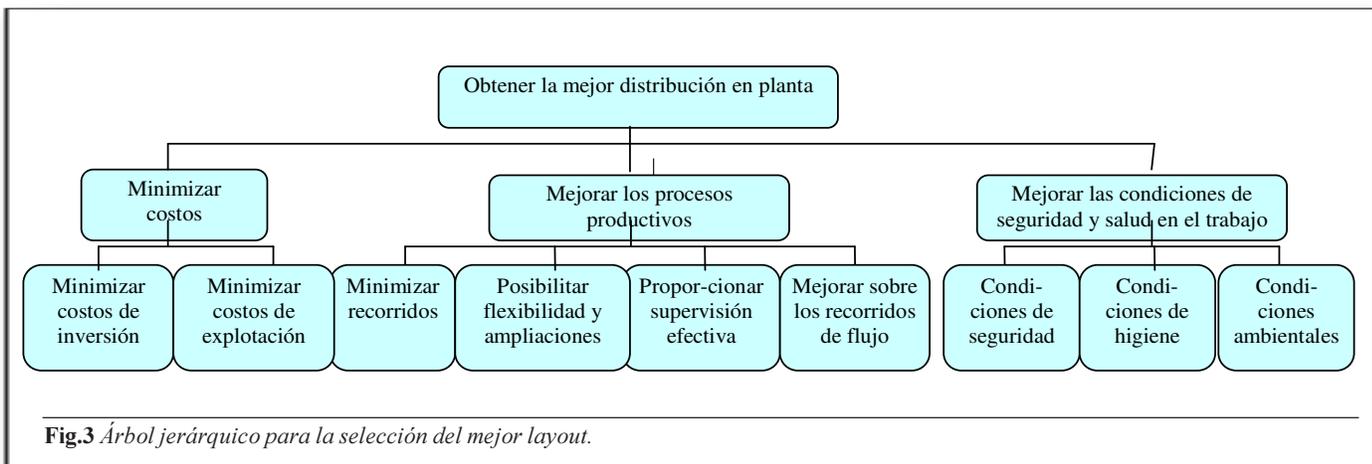


Fig.3 Árbol jerárquico para la selección del mejor layout.

Dada su importancia para la existencia de todos los seres vivos y debido al aumento de las necesidades del agua por el continuo desarrollo de la humanidad, el hombre se encuentra en la obligación de proteger este recurso y evitar toda influencia nociva sobre las fuentes del preciado líquido.

Ante la necesidad de elevar los niveles de producción y servicios tanto en las cantidades como en el aspecto cualitativo, el hombre moderno ha tenido que dedicar grandes esfuerzos en la investigación de los recursos hidráulicos y desarrollar las técnicas necesarias para determinar el valor de uso idóneo de este elemento indispensable para la existencia.

Para la evaluación de la contaminación del agua potable se propone el árbol jerárquico representado en la figura 4.

• Contaminación de los ríos producto de residuos o desechos.

Como se expuso anteriormente, la contaminación de las aguas es uno de los problemas ambientales de mayor envergadura y que más afecta a la población, de esto no está exento la contaminación de los ríos.

Los desechos de las industrias, los productos químicos que se aplican en la agricultura y las aguas residuales de la población vertidos en los ríos dañan la salud del hombre y disminuyen las posibilidades de aprovechamiento de este recurso de vital importancia. Los ríos se caracterizan por su elevada naturalidad y la presencia de notables ecosistemas y valiosas especies de flora y fauna, que de no tomarse medidas inmediatas ocasionarían la pérdida de calidad de sus aguas.

En estos momentos en que el medio ambiente ha cobrado especial importancia por la necesidad de un desarrollo sostenible para las futuras generaciones, es necesario diseñar un programa con estrategias específicas que permita dar cumplimiento al conjunto de criterios que se toman en consideración.

Con el fin de disminuir la contaminación de los ríos se propone el árbol jerárquico de la figura 5.

Selección de estrategias

Para una buena gestión empresarial las organizaciones deben formular las estrategias a seguir. Estas estrategias deben estar orientadas a aprovechar y desarrollar las capacidades de la entidad y deben establecer ventajas competitivas. Estas pueden ser orientadas de diferentes formas, por ejemplo:¹³

- Estrategias de calidad
- Estrategias funcionales
- Estrategias de negocio
- Estrategias financieras
- Estrategias de recursos humanos
- Estrategias de proceso
- Estrategias de marketing

Estas estrategias formuladas por la organización se pueden clasificar en a corto, mediano y largo plazos.

Después de quedar todas las estrategias clasificadas, se desea elegir las estrategias a corto, mediano y largo plazos que más contribuyan a elevar los niveles de eficiencia y eficacia. Para esta selección se puede utilizar algún método multicriterio multiexperto.

Se puede elaborar un árbol jerárquico como el que se muestra en la figura 6, donde se proponen algunos de los criterios que se pueden utilizar para evaluar las estrategias. Estos criterios se escogieron sobre la base de los indicadores financieros, de satisfacción del cliente, de RRHH de procesos y de marketing.

Posicionamiento competitivo de las empresas

El problema del posicionamiento competitivo es uno de los que deben ser resueltos rápidamente. La determinación de las ventajas competitivas o fortalezas de la oferta que se posiciona son sin duda, resultados importantes para soluciones futuras.

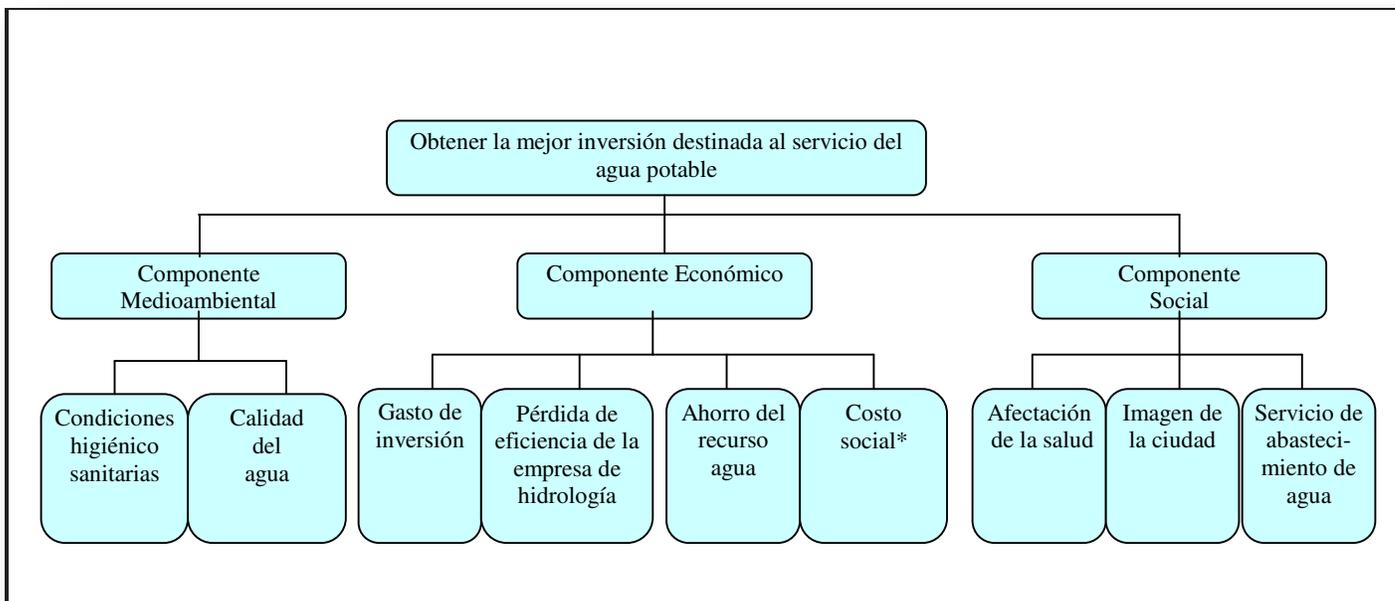


Fig.4 Árbol jerárquico para la selección de la mejor inversión destinada al agua potable.

*Costo social: se refiere al efecto económico de la contaminación

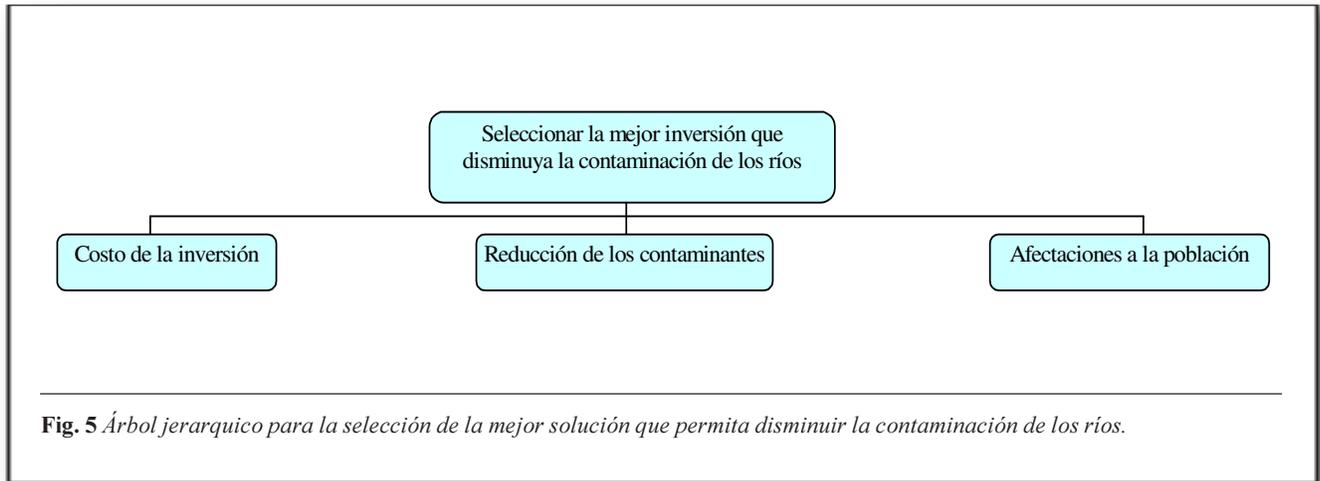


Fig. 5 Árbol jerárquico para la selección de la mejor solución que permita disminuir la contaminación de los ríos.

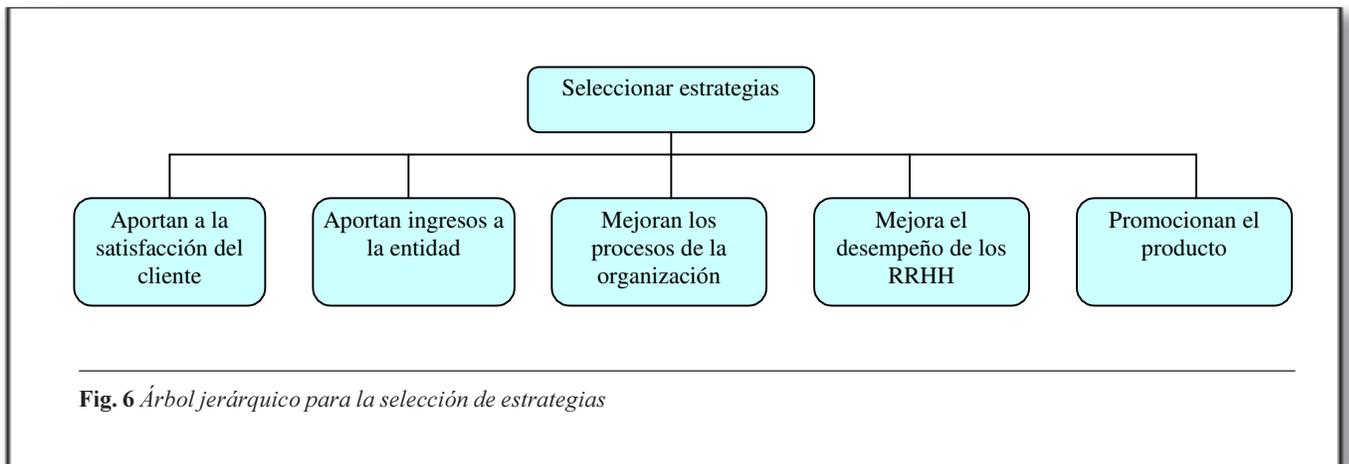


Fig. 6 Árbol jerárquico para la selección de estrategias

Se propone una definición de posicionamiento según Artola,⁵ El posicionamiento es un proceso que trata de identificar las percepciones, actitudes y hábitos de uso del producto por el consumidor para situar el producto o la institución en su posición más ventajosa para seleccionar los segmentos de mercado, los competidores, y las capacidades de la empresa.

La tendencia mundial en la diferenciación de las empresas frente a la competencia está dada fundamentalmente por la calidad del producto, la misma se ha convertido en un arma estratégica de primer orden.

Aunque el problema del posicionamiento de las empresas competidoras en el mercado tiene diferentes vías de solución, al ser este un problema típico de ranqueo (ordenamiento) se puede enfocar a través de la Teoría de la Decisión Multicriterio. El estudio del posicionamiento competitivo se corresponde con un problema de decisión donde se ordenan un conjunto de alternativas y al vincularse al concepto de calidad percibida lo distinguen la presencia de múltiples atributos y la necesidad del conocimiento de las preferencias de los clientes.

Si existe un conjunto de ofertas diferentes en cuanto a su calidad percibida y se desea ordenarlas de manera que se descri-

ba el posicionamiento de cada una en el mercado, para este problema se puede elaborar una estructura jerárquica como la que se muestra en la figura 7.

Como ya se ha venido precisando, el posicionamiento deseado no es más que la relación de orden, que se establece atendiendo a los criterios y subcriterios anteriores, dentro del conjunto de ofertas que no son más que las empresas competidoras.

Diseño de un producto o servicio

El desarrollo de nuevos productos se basa casi exclusivamente en el diseño del producto.

Las empresas no pueden alcanzar sus objetivos en beneficios y participación de mercado a largo plazo sin tener en cuenta la satisfacción del consumidor como la guía fundamental para definir sus políticas y prácticas. La clave para el éxito es orientar más la organización hacia una óptica de marketing. El marketing debe estar presente como parte activa en la actuación de cada elemento de la empresa, desde los recepcionistas hasta los máximos ejecutivos. La tarea de todos debe ser integrar al consumidor al diseño del producto, y diseñar un proceso sistemático de interacción que pueda consolidar esta relación.

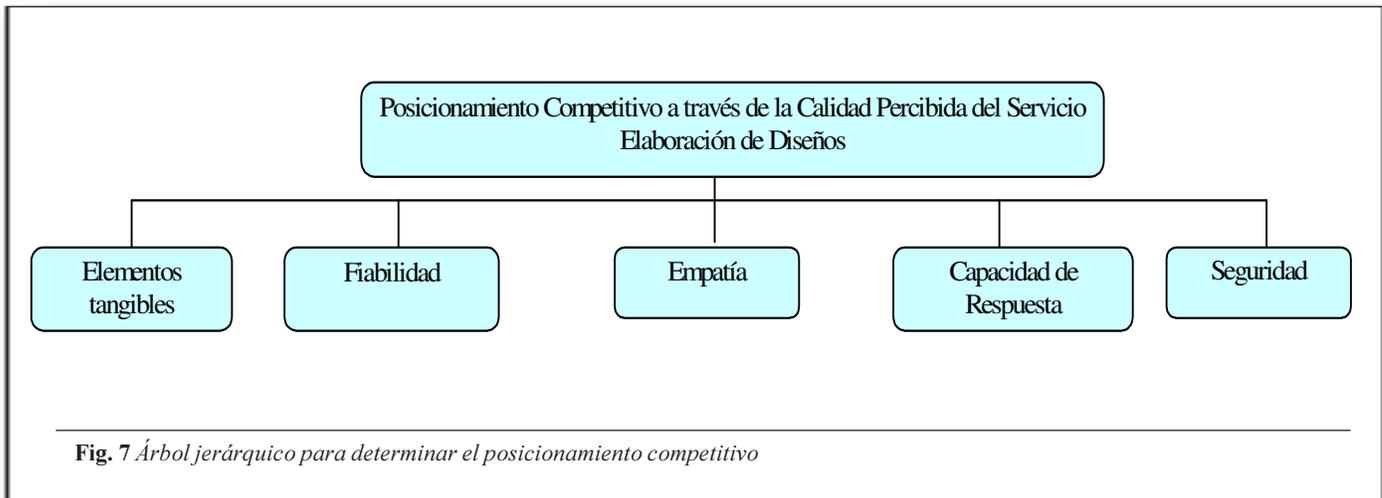


Fig. 7 Árbol jerárquico para determinar el posicionamiento competitivo

La situación actual, caracterizada por un alto grado de incertidumbre, exige una profunda revisión de las técnicas utilizadas hasta ahora. Nadie pone en duda que, en general, los mercados actuales se caracterizan por una creciente exigencia de renovación de unos productos por otros, ya sea por necesidades de diferenciación respecto a la competencia o de personalización de productos y servicios.

Por todo lo anterior, se puede decir, que la vida de los productos es cada vez más corta y la necesidad de lanzamiento de los nuevos cada vez más frecuente.

Se puede afirmar, sin duda alguna, que el lanzamiento de nuevos productos es un elemento cada vez más importante en la finalidad última de la empresa: el mantenimiento de la capacidad generadora de riqueza, perpetuando y aumentando si es posible, el beneficio, a través del mantenimiento y mejora de su posición en el mercado, junto con la necesaria modernización de los medios de producción y la conservación de la estabilidad financiera.

Aunque el desarrollo de nuevos productos es importante para alcanzar el éxito, este proceso también tiene su lado negativo. El desarrollo de nuevos productos es costoso, lleva mucho tiempo y tiene riesgo. Los costos de desarrollo son muy difíciles

de calcular de forma exacta y el gasto de tiempo es también impredecible, algunos productos pueden demorar años en salir al mercado.

Si se desea seleccionar cuál es el diseño más apropiado de un producto, se pueden utilizar algunas de las técnicas matemáticas multicriteriales explicadas con anterioridad. Se puede elaborar un árbol jerárquico como el que se muestra en la figura 8 que contenga las características o aspectos que se desean tener en cuenta para la selección. Los criterios variarán en dependencia del producto que se este analizando.

Selección del mejor plan de capacitación

En el entorno actual en que se encuentran las empresas, caracterizado por la competitividad creciente y el rápido desarrollo tecnológico, la mejor manera de mantener a las personas en sus más altos niveles de eficiencia es a través de la formación y el desarrollo (capacitación). Esta tarea se realiza mediante planes formativos orientados a la actualización, profundización y aprendizaje de conocimientos, desarrollo de habilidades y destrezas o la modificación de las tareas objetivas, desafíos actuales y futuros; lo que permite la adecuación persona -puesto, tanto, a través de un proceso de selección externa como de promoción interna.

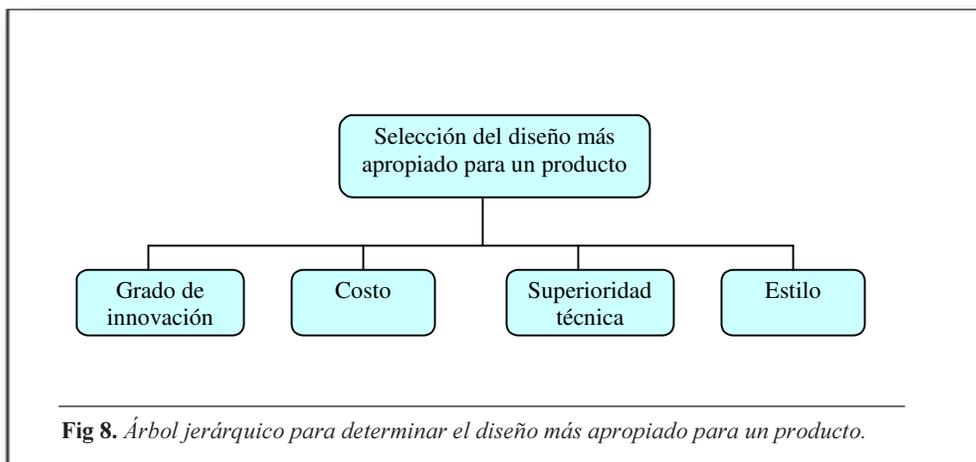


Fig 8. Árbol jerárquico para determinar el diseño más apropiado para un producto.

Estos planes de capacitación se desarrollan para lograr elevar la rentabilidad, que se reporta en valores cuantitativos expresados en dinero; que se puede medir a través del rendimiento de la producción, del control de calidad, de la disminución del ausentismo. Otros que son de carácter cualitativos se relacionan con el desarrollo del trabajador como persona (modificaciones en sus valores, en su personalidad, adquisición de nuevos hábitos y costumbres, mejor comprensión en sus roles) y del de la organización (clima laboral, relaciones personales). El árbol jerárquico que representa esta aplicación puede verse en la figura 9.

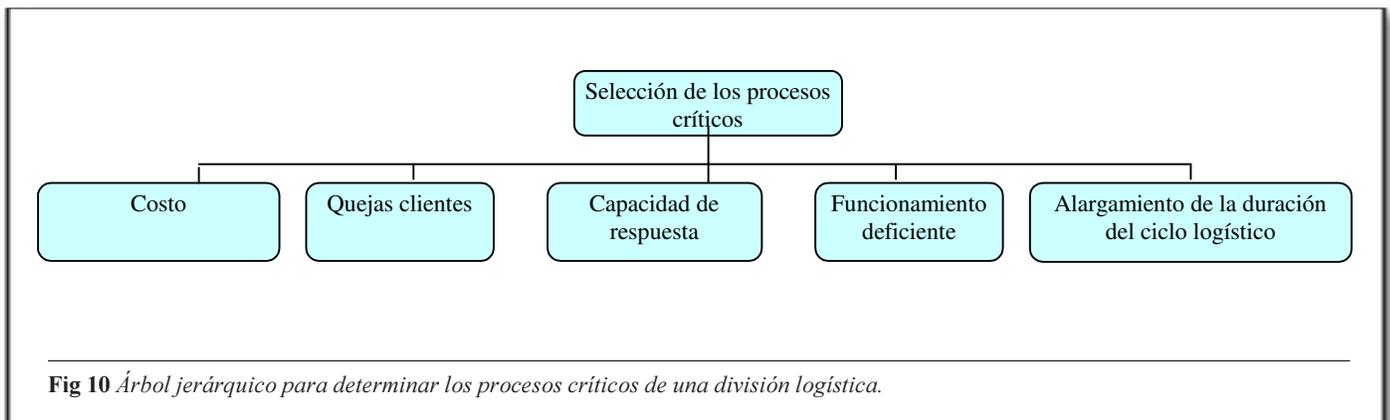
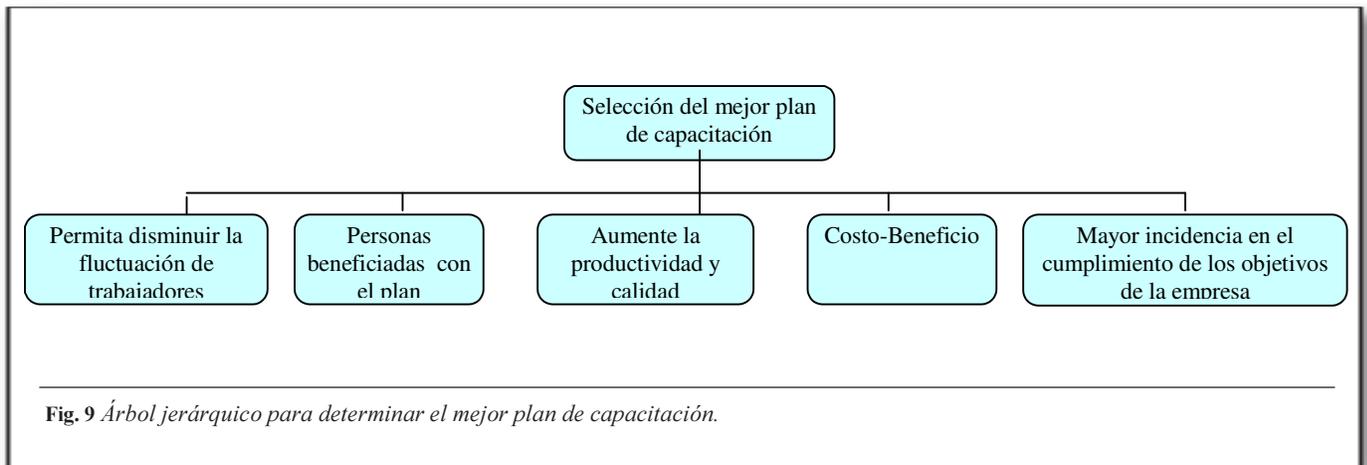
En cada uno de los problemas presentados, se trata de dar una visión de cuáles podrían ser los criterios a tener en cuenta para medir las alternativas; pero esto no quiere decir que los criterios ya descritos no se puedan modificar, o simplemente eliminar o introducir otros; solo permiten dar una idea general del uso que puede dársele a estas técnicas en algunos problemas de ingeniería. Además, muchos de los criterios como calidad, grado de innovación, fiabilidad y otros no se pueden medir, por su carácter abstracto, por lo que necesitan de subcriterios para su evaluación. De lo anterior se deduce la necesidad de una revisión exhaustiva por parte de los expertos de los criterios y subcriterios a valorar a la hora de resolver cualquiera tipo de los problemas descritos anteriormente.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS MULTICRITERIO MULTIEXPERTO

Selección de los procesos críticos de una división logística

La división logística, tiene como objetivo fundamental optimizar el reaprovisionamiento eficiente de la red de comercio minorista. Para la obtención de esta meta la división define la misión, visión, así como, los objetivos estratégicos y de trabajo. Como su razón de ser es efectuar compras de mercancías, almacenarlas y distribuir las de forma eficiente puede decirse que la división pertenece al sector empresarial que se dedica a la **comercialización**.

Los criterios para valorar cada proceso y que permitirán la selección de los procesos críticos son: comportamiento de los costos por encima de lo planificado (esperado), quejas de los clientes internos y externos, capacidad de respuesta ante contingencias, funcionamiento deficiente del proceso, incidiendo de forma negativa en el cumplimiento de los objetivos de la empresa y alargamiento de la duración del ciclo logístico. El árbol se muestra en la figura 10.



Definición de las alternativas

Las alternativas a valorar en este ejemplo son el conjunto de procesos que forman parte de la división logística, los cuales son:

- Gestión de operaciones
- Relaciones comerciales
- Almacenamiento
- Transportación
- Servicios internos
- Gestión de recursos humanos
- Gestión de recursos financieros
- Gestión de la calidad

Una vez determinado el conjunto de alternativas es necesario dar una valoración acerca del peso o importancia de cada criterio, y la del comportamiento de cada alternativa (proceso) para cada criterio.

Obtención de los resultados

Para el procesamiento de la información registrada fue utilizado el software PRESS.

En la figura 11 se muestra la pantalla de entrada de datos.

Los resultados obtenidos con la utilización del software se muestran en la figura 12.

El proceso de almacenamiento resultó ser el proceso crítico de la división logística, por lo tanto, a este proceso deben encami-

narse los mayores esfuerzos y recursos para garantizar su funcionamiento adecuado. En este sentido se deben analizar de forma detallada las causas que provocan el comportamiento deficiente de los criterios medidos en el proceso, para emprender un plan de acciones que permita mejorar el desempeño de dicho proceso y por ende del funcionamiento en conjunto de la división.

Selección de una azafata para vuelos internacionales

Una línea aérea tiene entre sus objetivos brindar al cliente un servicio de calidad, lo que se traduce también en un adecuado nivel de capacitación, experiencias y habilidades de los miembros de sus tripulaciones, así como una correcta política de selección de personal, es por ello que en estos momentos desea seleccionar una azafata para vuelos internacionales, en una reunión de expertos conformada por: especialistas de RRHH, pilotos, psicólogos, especialistas en aviación y en calidad, han decidido que los criterios y subcriterios a valorar para la selección de la azafata son los que aparecen en la figura 13.

Definición de las alternativas

El conjunto de alternativas, en este caso el conjunto de azafatas que pueden optar por el puesto son las azafatas

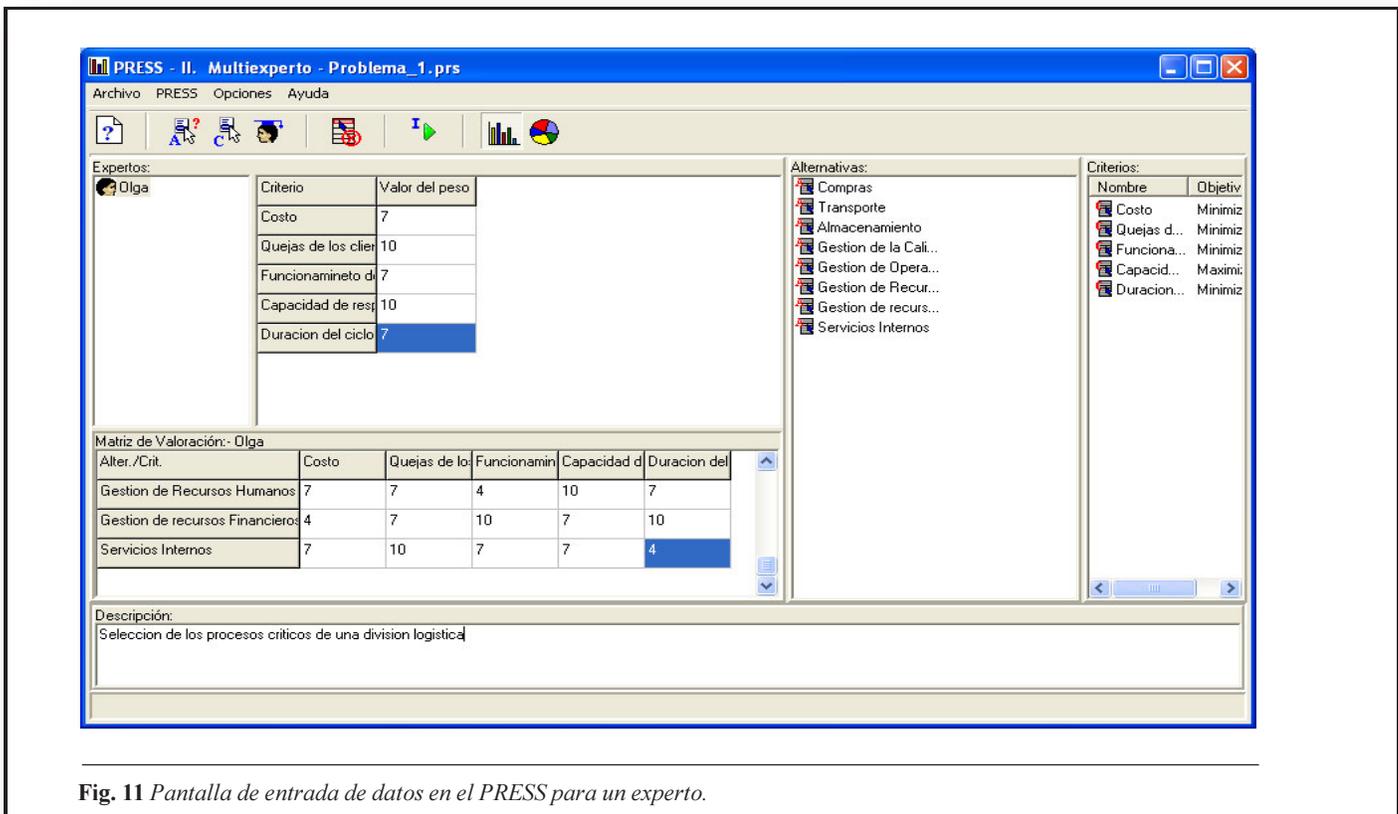


Fig. 11 Pantalla de entrada de datos en el PRESS para un experto.

nacionales que mejor desempeño han tenido en los últimos dos años, siendo:

- Maria de Lourdes González Álvarez.
- Jorge Alberto Ríos Louzao
- Margarita Sifuentes Vega
- Ninoska García Pérez

Con el conjunto de alternativas definido, es necesario dar una valoración acerca del peso o importancia de cada criterio, y del comportamiento de cada alternativa (azafata) para cada criterio.

Obtención de los resultados

Para el procesamiento de la información registrada fue utilizado el software PRESS. En la figura 14 se muestra la pantalla de entrada de datos.

Los resultados obtenidos con la aplicación del software se muestran en la figura 15.

Los resultados obtenidos con la utilización del PRESS arrojan que el que debe ocupar la plaza es : Jorge Alberto Ríos Louzao, presentando el mayor índice PRESS (8.002), seguido de María de Lourdes González Álvarez, cuyo índice PRESS es de 1.917.^{9,14}

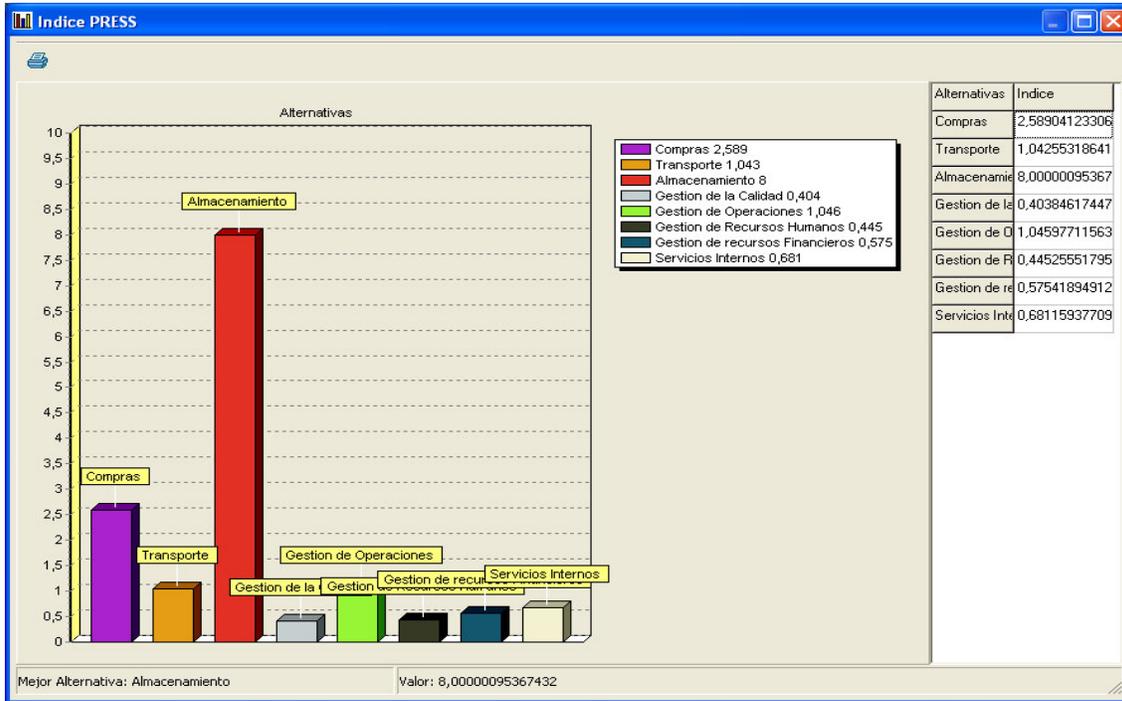


Fig. 12 Ordenamiento de los procesos atendiendo al índice PRESS.



Fig. 13 Árbol jerárquico para elegir una azafata internacional.

Alter./Crit.	Atención al p	Idioma	Natación	Edad	Altura	Peso	Condiciones	Amable	Respetuoso
Maria de Lou	10	7	10	7	7	4	10	10	10
Jorge Albertc	10	10	10	4	7	7	10	10	10
Margarita	10	10	1	4	7	7	10	10	10
Ninoska	10	7	10	10	7	7	10	10	10

Fig. 14 Entrada de datos al software PRESS.

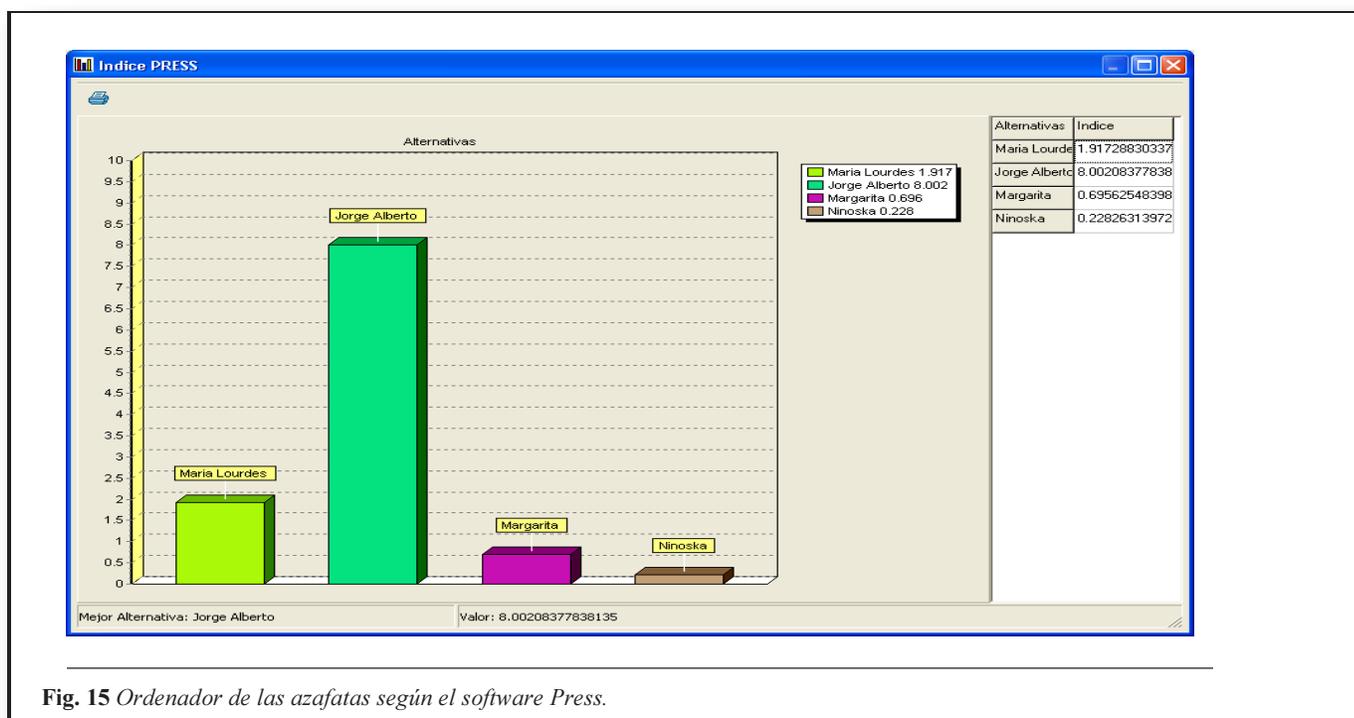


Fig. 15 Ordenador de las azafatas según el software Press.

CONCLUSIONES

- El ingeniero industrial necesita conocer sobre las técnicas matemáticas para poder desarrollar eficientemente su trabajo.
- Estas técnicas permiten analizar un grupo importante de alternativas y seleccionar la mejor, a partir de las preferencias del que toma la decisión.
- La utilización de software, conjuntamente con las herramientas matemáticas, dotarán a los ingenieros industriales de las diferentes organizaciones de poderosas herramientas para el apoyo a la toma de decisiones.
- Con el uso de estos métodos el ingeniero industrial, así como otros profesionales podrán tomar decisiones fundamentadas y con menor temor al fracaso, además de dedicar más de su tiempo a otras tareas no menos importantes, lo que se traduce en eficiencia y ahorro de recursos. 

REFERENCIAS

1. MAYNARD, H. B.: *Industrial Engineering "Encyclopedia Americana"*. American Corporation, Vol. 15, 1953.
2. ROMERO, BARBARA Y J. CH. POMEROL: *Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica*. Colección de Economía, Universidad de Alcalá, España, 1997.
3. GARZA R., ROSARIO: "Procedimiento multicriterio para la planificación de rutas de distribución", Tesis para optar por el grado de Doctor, Ciudad de La Habana, Cuba, 2001.
4. STEWART THEODOR, J. AND VALERIE BELTON: *Multiple Criteria Decision Analysis: an Integrated Approach*. Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
5. ARTOLA, MARÍA L.: "Enfoque multicriterio al posicionamiento competitivo", Tesis para optar por el grado de Máster en Optimización y Técnicas de ayuda a la decisión. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba, 2000.
6. FRENCH, S: *Decisión Theory: An Introduction to the Mathematics of Rationality*, Halsted Press New York - Brisbane - Toronto, 1986.
7. FLAMENT, M.: *Glosario Multicriterio*. (www.unesco.org.uy/red-m/glosariom.htm), 1999.
8. GARZA R., ROSARIO: "Un enfoque multicriterio al diseño de rutas de distribución". Tesis para optar por el grado de máster. Ciudad de La Habana, Cuba, 1997.
9. SALINAS, EIVIS: "Un enfoque multicriterio multiexperto para la toma de decisiones en diferentes problemas de la Ingeniería Industrial", Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Facultad Ingeniería Industrial, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba, 2004.
10. CABALLERO M., ANA ISABEL; ÁNGEL M. GENTO M. Y A. REDONDO: *Toma de decisiones multicriterio, con incertidumbre, en el ámbito de los Recursos Humanos*, V Congreso de Ingeniería de Organización, Valladolid, (www.io.us.es/cio2003/comunicaciones/Art_019.pdf), 2003.
11. MUTHER, RICHARD: *Distribución en planta*, 2da. ed., Editorial Hispano-Europea. Barcelona, España, 1970.
12. MARRERO, MERCEDES Y MARITZA PETERSON: *Aplicación de las técnicas multicriterio en la evaluación de alternativas de solución a un problemamedio ambiental. Un caso de estudio*. Departamento de Economía. Universidad de Matanzas, Cuba, 2001.
13. JIMÉNEZ, M. LILIAM: *Planificación estratégica en el CEFIM (Centro de Formación Integral para la Mujer)*, Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 2003.
14. ARAGONÉS B., PABLO; ANA M. NIETO M, YE. GÓMEZ: *Estudio comparativo aplicado entre una técnica de toma de decisiones multicriterio difusa (fuzzy) y la metodología PRESS II Multiexperto*, España, 2001.