OPERADORES LOGÍSTICOS EN INGENIERÍA DE PROYECTOS

Brand,T. (p); Hernández, E.; Araya, A.

Abstract

In matters of Engineering Projects, it is desirable to have both standardized methodologies, such as formal tools designed both to guide and make decision-making. In response which we propose a mathematical model based on the use of logistic operators and enable the realization of hierarchical decision making, such as conducting reverse engineering using the results thus obtained to get oriented solutions optimizing resources .

The model presented enables an output hierarchical, in response to delivery as a final evaluation fixed values in a table evaluation, which will serve to make a decision hierarchy, which prove to be the formal evaluation of a multitude of options, where all of these options depend either directly or conversely of a limited set of basic data. The great advantage refers to the event in which records are available, both qualitative and quantitative level decision variables, and that these data can act directly or conversely, can be the subject of weight and have a specific scope. It will be possible to conduct sensitivity analysis and obtaining surface response, which will make possible the realization of reverse engineering in full.

Keywords: Logistic operators, optimizing resources, reverse engineering.

Resumen

En cuestiones relativas a Ingeniería de Proyectos, es deseable disponer tanto de metodologías estandarizadas, como de herramientas formales destinadas tanto a orientar como a efectuar toma de decisiones. En atención de lo cual proponemos un modelo matemático, basado en la utilización de operadores logísticos que posibilitan tanto la realización de toma de decisiones jerárquicas, como la realización de ingeniería inversa utilizando los resultados así obtenidos, para obtener soluciones orientadas hacia la optimización de recursos.

El modelo presentado, permite obtener una salida jerarquizada, en atención a que entrega como evaluación final valores fijos en una tabla de resultados, la que permitirá tomar una decisión jerárquica. Esto resultará ser la evaluación formal de una multiplicidad de opciones, donde la totalidad de ellas dependen ya sea directa o inversamente de un conjunto acotado de datos básicos. La gran ventaja es establecer una relación con el evento en el que se dispone de antecedentes, tanto cualitativos como cuantitativos, a nivel de las variables de decisión y que dichos datos pudiendo actuar en forma directa o inversa, pueden ser objeto de ponderación y tener un ámbito específico de aplicación. Así será posible realizar análisis de sensibilidad y obtener superficies de respuesta, las que harán posible la realización de ingeniería inversa en su totalidad.

Palabras clave: Operadores logísticos, optimización recursos, ingeniería inversa.

1. Introducción

El modelo matemático presentado, nos permite obtener una salida para una decisión jerarquizada, en atención a que entrega como evaluación final valores fijos en una tabla, la cual servirá, para construir superficies de respuesta y tomar una decisión jerárquica, donde está última resultará ser la evaluación formal de una multiplicidad de opciones, donde la totalidad de ellas dependen ya sea directa o inversamente de un conjunto acotado de datos básicos y que denominamos variables de decisión, la gran ventaja de esta propuesta dice relación con el evento en el que se dispone de antecedentes, tanto cualitativos como cuantitativos, a nivel de las variables de decisión y que dichos datos pudiendo actuar en forma directa o inversa, sobre los operadores logísticos, pueden ser objeto de ponderación y tener un ámbito específico de aplicación, como ser el de tipo técnico, económico, ecológico, social o jurídico.

Todo esto en atención a que la toma de decisiones conlleva, necesariamente al análisis cualitativo y cuantitativo de las variables de decisión. Las variables de decisión representan al conjunto de los elementos de juicio, que aportan información relevante y son susceptibles de comparar en una escala ordinaria, o por simple oposición. El primer resultado visible, será la formulación de criterios de decisión, que amalgamen las distintas variables, o a lo menos las más relevantes, que se puedan extraer del estudio de la problemática, para obtener una primera determinación, la cual será eminentemente técnica y está avalada por el peso que tienen las variables de decisión, así como también, por su valor.

El peso tiene relación con la importancia relativa de un valor entre sus pares, luego, este debe ser calculado, a partir de valores que adoptan las variables de decisión; luego de lo cual se debe generar una función de asignación, que haga los cálculos y a cada valor, determine el correspondiente peso.

Así será posible realizar análisis de sensibilidad y obtener superficies de respuesta, las que harán posible la realización de ingeniería inversa a cabalidad. Con lo cual se obtendrán baremos formales para la toma de decisiones; los cuales se basarán en simples escalas aritméticas.

2. Metodología

La metodología propuesta, busca determinar una decisión considerando el concepto de naturaleza de las variables de decisión, por una parte y por otra, la idea de los correspondientes ámbitos de influencia, donde este último concepto permite realizar una segregación formal por áreas de interés, mientras tanto que la naturaleza, permitirá manejar parametrizadamente los pesos de dichas variables, para poder adoptar una decisión; logrando de esta manera reducir la totalidad del proceso al uso de una simple escala de comparación, de tipo aritmético, la que funcionará por antonomasia como escala de simple oposición [10].

2.1. Los Atributos

Las variables de decisión se encuentran constituidas por sus atributos, los que tienen relación con la naturaleza de la variable y su ámbito de influencia.

El ámbito de influencia de la variable de decisión, representa el terreno o disciplina afín que contenga de modo más o menos natural, los conceptos e ideas a los cuales se refiere directa o indirectamente dicha variables, o modo de clasificación. Se reconocen 5 ámbitos formales por ser estos los más usuales, o naturales, se tiene

1. A1 = Económico (Ec.)
2. A2 = Ecológico (Eg.)
3. A3 = Jurídico (Jc.)
4. A4 = Técnico (Tc.)
5. A5 = Social (Sc.)

Cabe señalar, que es de uso habitual que se den combinaciones entre estos ámbitos. Al tipificar el ámbito de una variable cualquiera, y es más bien una singularidad que alguno de los ámbitos presentados aparezca en forma pura, de la misma forma pueden aparecer otros ámbitos no tan usuales como, el ámbito político, de privilegios, el ámbito formal, etc. En estas circunstancias la principal ventaja, es que se puede determinar, ya sea mediante estudios previos y/o de factibilidad, el grado de importancia de cada uno de los ámbitos de influencia, presentes en el problema a resolver.

Sea el conjunto $\{A_m\}_{m=1}^{m=5}$, el cual describe la totalidad de los ámbitos de influencia, que intervendrán en la solución buscada, cada elemento de este conjunto tendrá asociada de manera natural y directa, una imagen del conjunto $\{g_m\}_{m=1}^{m=5}$, denominado de los grados de importancia, donde se tendrá que $\forall m : 1,...,5 \Rightarrow g_m \in \left]0;1\right[$,para lo cual todos los elementos de este conjunto de imágenes, tendrán una representación numérica con dos cifras fraccionarias redondeadas, para todos los efectos de cálculos posteriores, y además satisfacen la siguiente condición borde :

$$\sum_{m=1}^{5} g_m = 1 \text{, por lo tanto, } g : A \rightarrow \left]0,1\right[$$

$$A_m \rightarrow g_m \qquad (1)$$

2.2. La Naturaleza de la Variable de Decisión

Este concepto dice relación con la forma expresa, en como manifiesta la variable de decisión su influencia en la determinación del peso de la misma variable y posterior impacto en una toma de decisión formal, a saber que la naturaleza puede influir de dos formas, ya sea generando un gradiente creciente ante mayores valores de la variable, o bien generando un gradiente decreciente ante mayores valores de la variable, el primero de los casos define como directa la naturaleza de la variable de decisión; y el segundo caso define como inversa la naturaleza de la variable de decisión. Convencionalmente el símbolo $\uparrow$, señala como de tipo directa la naturaleza de las variables de decisión y el símbolo $\downarrow$ señala como de tipo inverso la naturaleza de la variable de decisión.

Toda vez que se dirima la asignación de las naturalezas a la totalidad de las variables de decisión, debe ser abordada la generación o asignación de los pesos correspondientes. Cabe destacar que todos los análisis de aquí en adelante, deben ser hechos en el marco de cada uno de los ámbitos de trabajo, quedando absolutamente prohibido transferir información entre ellos [10].

2.3. Consideraciones Generales

1.- Sean *“t” las ofertas o demandas de necesidades del mercado o posibilidades de elección y “r“ las variables de decisión involucradas*, en un ámbito de influencia específico, de entre los cinco ámbitos de influencia posibles.

Los elementos del conjunto $\{x_{ij}\}$, $1 \le i \le t$, $1 \le j \le r$, representarán los valores de todas las variables de decisión, en este ámbito de influencia específico, la expresión x_{ij} es el *valor* de la oferta “ i“ o demanda de necesidades del mercado “ i“ o posibilidad de elección “i“, para la variable de decisión “ j“. Para todos los efectos en todos los análisis siguientes se asume el denominado “grado de error determinístico“, dicho valor estará representado por el parámetro ε, el cual permanecerá invariante durante todo el desarrollo de los análisis en cuestión y tiene por objetivo ponderar el nivel de bondad con la que se trabajará en la determinación en cuestión.

De un tiempo a esta parte, también en algunos estudios teóricos se ha recurrido al uso de distribuciones temperadas (Distribuciones de clase C^{∞} y acotadas en sus dominios) [7], para lograr establecer asignaciones de peso, pero en tales circunstancias se "sacrifica" la tendencia de las variables, pero se le entrega un estándar de aleatoriedad a dicho proceso.

2.- Sean *"t" las ofertas o posibilidades de elección y "r" las variables de decisión involucradas*, para uno de los ámbitos de influencia fijo, cuyo grado de importancia es g_m de entre las k disponibles; por lo tanto se tendrá el conjunto $\{x_{ij}\}$, $1 \leq i \leq t$, $1 \leq j \leq r$, cuyos elementos representarán los valores que tendrán las variables de decisión.

La expresión x_{ij} es el valor de la oferta "i", para la variable de decisión "j". En este punto se debe asumir el "grado de error permisible de las determinaciones realizadas", dicho valor estará determinado por el parámetro ε , el cual permanecerá "fijo" durante la totalidad de los cálculos, es decir, *se determina al inicio de la evaluación y no se cambia durante la ejecución de esta,* usualmente se obtiene a partir de términos estadísticos, contra experiencias pilotos y/o experimentos de prueba y/o docimacia de hipótesis, en lo que respecta a este análisis, este valor será arbitrario y estará comprendido entre 0.015 y 0.15, por motivos de balance estadístico.

Dado el índice j fijo, sean $M_j := Máx\{\ x_{ij}\ \}_{i=1}^{t}$ y $m_j := Mín\{\ x_{ij}\ \}_{i=1}^{t}$

El modelo de asignación de pesos, cualquiera que fuere, debe ser una función real que pueda *mapear* de manera conforme a todos los elementos contenidos en el intervalo [m_j , M_j] sobre el intervalo [ε , 1 - ε] , es decir se definirá una función p_{ij} $(x_{ij}, m_j, M_j, \varepsilon)$, la cual debe tener dos ramas, para considerar la naturaleza de la variable de decisión involucrada, ahora sin pérdida de generalidad y en atención a que m_j, M_j, ε son constantes, se puede pensar el modelo sin pérdida de generalidad como $p_{ij}(x_{ij})$.

Dichas asignaciones es plausible realizarlas de muchas maneras [5], [6], en la práctica se recurre a los modelos planteados por las siguientes funciones logísticas, las cuales consideran j fijo , $\forall i: 1,...,t$, a saber :

2.3.1. Asignación de Pesos para una Variable de Decisión Directa (↑)

$$p_{ij} = \frac{(1 - 2 \cdot \varepsilon) \cdot x_{ij} + \varepsilon \cdot M_j + (\varepsilon - 1) \cdot m_j}{M_j - m_j} \tag{2}$$

$$p_{ij} = \frac{4 \cdot \varepsilon \cdot x_{ij}^{\ 2} + [(1 - 6 \cdot \varepsilon) M_j - (1 + 2 \cdot \varepsilon) m_j] \cdot x_{ij} + (1 - \varepsilon) \cdot m_j^{\ 2} + (4 \cdot \varepsilon - 1) m_j M_j + \varepsilon M_j^{\ 2}}{(M_j - m_j)^2} \tag{3}$$

2.3.2. Asignación de Pesos para una Variable de Decisión Indirecta ($\downarrow$)

$$p_{ij} = \frac{(2 \cdot \varepsilon - 1) \cdot x_{ij} + (1 - \varepsilon) M_j - \varepsilon \cdot m_j}{M_j - m_j} \tag{4}$$

$$p_{ij} = \frac{4 \cdot \varepsilon \cdot x_{ij}^2 + [(1 - 6 \cdot \varepsilon) m_j - (1 + 2 \cdot \varepsilon) \cdot M_j] \cdot x_{ij} + \varepsilon \cdot m_j^2 - (1 - 4\varepsilon) m_j M_j + (1 - \varepsilon) \cdot M_j^2}{(M_j - m_j)^2} \tag{5}$$

Nótese que por razones de comportamiento en el mapeo conforme, se estila en una evaluación, utilizar para las asignaciones de pesos, tanto para variables de carácter directo como inverso, funciones de la misma naturaleza, cabe decir las ecuaciones 2 y 4 van “ aparejadas “ , ambas representan polinomios de primer grado, con lo cual la asignación conseguida utilizando esta pareja de asignación, es ni más ni menos que una línea recta, un efecto parecido ocurre con las ecuaciones 3 y 5, donde ambas representan polinomios de segundo grado, por lo cual la asignación de pesos, se realiza sobre arcos de parábolas, cabe consignar que ambos polinomios son funciones cóncavas.

Desde hace un tiempo, se usa recurrir a distribuciones temperadas, para lograr establecer asignaciones de pesos, pero en tales circunstancias se “sacrifica” la tendencia de las variables, pero se le entrega un estándar de aleatoriedad a dicho proceso. Por lo tanto, una vez que se encuentre realizada completamente la asignación de pesos, cualquiera sea la naturaleza de las variables de decisión, se dará la particularidad de que las imágenes así construidas para los valores de la variable de decisión ya no exhibirán sus escalas, dará lo mismo millones de litros y metros cúbicos, dado que el conjunto $\{p_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$ representa el recorrido de una epiyección, cuyo dominio es el conjunto $\{x_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$ donde $0 < p_{ij} < 1$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, ahora por razones de consistencia y uniformidad, se consideran sólo 3 cifras significativas correctamente redondeadas en la totalidad de los cálculos. Cabe señalar que el conjunto $\{p_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, contiene los elementos necesarios para llevar adelante la evaluación requerida. Debe tenerse en cuenta que la manera de construir el conjunto $\{p_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, no es única por lo tanto cabe esperar y de hecho ocurre así , la existencia de múltiples formas de asignar las imágenes necesarias al conjunto $\{x_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$. En la asignación presentada, se tiene una función de pendiente constante, tanto en el caso de naturaleza directa como inversa.

2.4. Estrategia para una toma de Decisión

Una vez que se han asignado los pesos correspondientes en el ámbito de influencia en el cual se esté trabajando, corresponde realizar los siguientes procesos que se ejecutan inicialmente sobre los datos que se encuentran en la matriz de pesos, generando de esta forma una Criba de Decisión (Matriz de los pesos específicos) [10], la cual permitirá, tener una evaluación concreta al final de los procesos, que demanda el algoritmo de procedimiento, a saber:

2.4.1. Obtención del "Peso de la Variable j"

En esta parte del algoritmo, se busca cuantificar la suma de todos los pesos que digan relación con la variable de decisión x_{ij} con lo cual es plausible estudiar la tendencia acumulativa de los pesos, a continuación se definirá el conjunto $\{P_j\}$ $\forall j:1,...,r$, de la siguiente forma:

$$P_j = \sum_{i=1}^{t} P_{ij} \tag{6}$$

Con lo cual se tiene el conjunto $\{P_j\}$ $\forall j:1,...,r$, que se encuentra en relación biunívoca con las variables de decisión involucradas, pero como no se desea comparar entre ellas a las variables de decisión, resulta natural querer comparar los valores de cada variable de decisión por separado, o sea se busca generar una escala para cada variable de decisión, a partir de la comparación entre los elementos de una variable a la vez.

2.4.2. Determinación de los Pesos Específicos

Con el cálculo siguiente, se consigue " ubicar en una escala relativa ", todos los pesos de la variable de decisión x_{ij} con la cual, ya es posible determinar , aunque en forma aislada y solo para la variable de la cual se trata , el grado de importancia de cada una de las otras ofertas, se define el siguiente conjunto $\{e_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$; de la siguiente forma:

$$e_{ij} = \frac{p_{ij}}{P_j} \tag{7}$$

o sea el conjunto de los denominados pesos específicos, $\{e_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, es de hecho una nueva representación del conjunto $\{x_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, pero en esta nueva puesta en escena se encuentran desprovistos de sus nuevas unidades de medida, ahora se trata de números abstractos sin magnitud , pues se encuentran acotados, a saber por la expresión $0 < e_{ij} < 1$, y dichos elementos satisfacen por último la condición

$$\sum_{i=1}^{t} e_{ij} = 1, \forall j = 1,...,r \tag{8}$$

lo que entrega, en primer lugar, es una asignación adecuada de representatividad porcentual por cada variable de decisión involucrada, de este modo cada valor queda con un valor porcentual único, para cada variable de decisión, cuestión que permitirá observar en segundo lugar, un análisis dedicado que dice relación con las ofertas presentes, teniendo en está oportunidad un mejor escenario, a saber números razonables, para su manejo. Esta nueva disposición, que funciona como un refinamiento de la asignación de pesos, permitirá visualizar la composición de las funciones de asignación de pesos y del cálculo de pesos específicos, para conseguir que la función asocie el conjunto $\{x_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, al conjunto $\{e_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$

2.4.3. Determinación de la "Estratificación de las Ofertas"

Una vez que se ha determinado completamente el conjunto $\{e_{ij}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall j:1,...,r$, es necesario abordar la construcción del conjunto $\{B_i\}$ $\forall i:1,...,t$; denominado de estratificación de las ofertas, de acuerdo al siguiente procedimiento:

$$B_{ij} = \sum_{j=1}^{r} e_{ij} \tag{9}$$

con lo cual se tendrá una asignación biunívoca entre las ofertas y este nuevo conjunto, pero no se debe ceder a la tentación de determinar directamente con estos valores, sino que intente dar una representatividad porcentual al evento de decisión, cuestión que motiva la siguiente definición.

2.4.4. Cálculo del Peso Bruto de la Criba

A semejanza de lo expuesto en la obtención del "peso de la variable j " en este parte del algoritmo, se pretende cuantificar la suma de todas las estratificaciones de las ofertas, con lo cual tendremos un valor que representará el aporte de todos los pesos específicos en el estudio en cuestión, a saber:

$$P = \sum_{i=1}^{t} B_i \tag{10}$$

Además, debe notarse que P , es el baremo natural de comparación para la totalidad de los estratos de las ofertas. Determinando de esta forma una escala para las ofertas porcentual. Se tiene además el siguiente resultado:

Proposición: Sean r las variables de decisión para una criba cualquiera con grado de importancia arbitrario, entonces $P \to r$.

2.4.5. Cálculo de los Pesos Objetivos de las Ofertas

Con el cálculo siguiente se consigue ubicar en una escala relativa, a todas las ofertas, respecto de la proporción que ocupa cada una respecto del peso bruto de la criba, donde se considera además el grado de importancia, que dice relación con la naturaleza uniforme de las variables de decisión consideradas, luego se define el conjunto de las ofertas de los pesos específicos $\{O_{im}\}$ $\forall i:1,...,t$ m fijo; de la siguiente forma:

$$O_{im} = \frac{g_m \cdot B_i}{P} \tag{11}$$

De esta forma se obtiene el conjunto denominado de los Pesos objetivos de las ofertas", en una nueva representación formal de las ofertas para este ámbito de influencia en particular, se trata de números abstractos que muestran el impacto directo de cada oferta en el ámbito de influencia, en el que se está trabajando; visto en formas directa y si se debiera dirimir considerando sólo este análisis, el criterio de elección es Máx $\{O_{im}\}$, $\forall i:1,...,t$ m fijo, que se determina por simple inspección.

2.4.6. Determinación del Ranking y Análisis de Sensibilidad

La última etapa, consiste en obtener para la totalidad de los ámbitos de influencia, los pesos objetivos de las ofertas, vale decir $\{O_{im}\}$ $\forall i:1,...,t$; $\forall m:1,...,k$; con lo cual se ha obtenido un conjunto que posibilita la obtención del denominado conjunto ranking, el cual resuelve por simple ordenamiento, la importancia de las ofertas [10], a saber:

$$R_i = 1000 \cdot \sum_{m=1}^{k} O_{im} \forall i = 1,...,t \tag{12}$$

por lo tanto el conjunto $\{R_i\}$ $\forall i:1,...,t$ representa una sucesión formal, con la cual podemos dirimir el problema de elección planteado, la cual puede ser refinada con diferentes vistas o simulaciones, resultantes de presentar diferentes g_m acción que se conoce con el nombre de Análisis de Sensibilidad.

2.5. Fortalezas de la aplicación de Operadores Logísticos

La aplicación de Modelos Logísticos al problema en estudio, permitirá capitalizar las siguientes fortalezas, propias de los Operadores Formales, a saber:

1. Se generará mediante la metodología empleada, una forma analítica con la cual serán tratados los datos del presente estudio.
2. Se especificará y validará un modelo logístico parametrizado a escala formal.
3. Se establecerán criterios de análisis y de decisión fundados en la inspección directa de indicadores. (Los pesos objetivos)
4. Se generaran las condiciones necesarias y suficientes para realizar en forma directa análisis de gradientes formales.
5. Se buscará establecer a partir de datos discretos una representación plausible para una situación cuyo comportamiento es continuo.
6. Se generarán indicadores que faciliten tanto la simulación y la evaluación en diferentes condiciones de borde, pudiendo derivar a trabajos de ajuste de curvas y de sensibilidad.
7. Queda disponible la idea para ser profundizada, ampliada, ajustada, corregida y reimplementada. Por descontado también queda disponible para cotejar otros modelos matemáticos.
8. Se prescindirá de tablas de contingencia para interpretar los datos.

2.6. Debilidades de la Aplicación de Operadores Logísticos

La aplicación de Modelos Logísticos al problema en estudio, debe absorber una serie de handicaps, a saber:

1. Requiere de datos muy validados, dado que este modelo es ciego, es decir, procesa los datos sin hacer cuestión de su validez, por lo tanto necesita de un soporte experimental confiable. Da tratamiento de Out layer a todos los datos atípicos.

2. El hecho que genere pesos específicos con medida de probabilidad, evita que la media, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación sean los indicadores de la estadística descriptiva. Cuestión que se desarrolla como conclusión.
3. Dado que se procesara aisladamente cada variable, las simulaciones a nivel sistémico, demandarán ante grandes volúmenes de datos, mayores recursos; y por lo tanto necesitara de mayores tiempo de procesamiento.
4. Los algoritmos son secuenciales, lo que significa una difusión secuencial e incremental de los errores de los trabajos de terreno.

3. Conclusión: Obtención de Parámetros de tendencia central y dispersión, Superficies de Respuesta y Optimización Continua

Atendiendo los resultados obtenidos la principal conclusión dice relación con la obtención de parámetros, dándole plena utilidad a la medida de probabilidades que genera en su momento los operadores logísticos, a saber:

3.1. La media de la variable de decisión:

$$\mu_j := \frac{\sum_{i=1}^{t} x_{ij} e_{ij}}{t} \tag{13}$$

3.2. La varianza de la variable de decisión:

$$s_j^2 := \frac{1}{t-1} \sum_{i=1}^{t} e_{ij} \left(x_{ij} - \mu_j \right)^2 \tag{14}$$

Con lo cual es plausible construir la estandarización de los valores, obteniendo una representación acorde a una decisión informada, en razón de los antecedentes, siendo una alternativa directa los métodos jerárquicos convencionales.

La totalidad de los pesos específicos, engendra una representación tridimensional que dice relación con una **superficie de respuesta formal**, la que nos entrega una vista analítica de los resultados obtenidos, para lograr **optimizar** la metodología con la cual se obtienen los datos analizados.

Referencias

[1] Araya, L. y Pérez, O., "*Aplicación de un algoritmo logístico para la selección de un software integrado de bibliotecas",* Serie Bibliotecología y Gestión de Información 14, 2006, pp.1-64

[2] Bodin, L. and Gass, S., "On teaching the analytic hierarchy process" *Computers & OR 30 (10),* 2003, pp.1487-1497

[3] Bryson, N. and Gass, S., "Solving discrete stochastic linear programs with simple recourse by the dualplex algorithm", *Computers & OR 21 (1),* 1994*:* pp.11-17

[4] Gass, S. and S.R. Torrence, "On the Development and Validation of Multicriteria Ratings: A case study", *Socio Economic Planning Sciences 25/2*, 1991, pp.133-142

[5] Brand, D., *Estudio para establecer condiciones presentes y de parametrización de alerta temprana ante contaminaciones*, Tesis Magíster, 2001

[6] Sanfeliu, T., Jordán, M. y Boix, A., "Contaminación y Medio Ambiente en Chile" Brand, T., "Estudio para Establecer condiciones presentes y de parametrización de alerta temprana ante contaminantes", *Publicacions de la Universitat Jaime I – Medi Ambient 4*, 2005

[7] Rudin, W., "*Principios de Análisis Matemático*", Mc Graw Hill, 3ª Ed. España, 1990

[8] Saaty Th., "*Decisión Making for Leaders Analitic*", Mc Graw-Hill, 3ª Ed., 2001

[9] Saaty Th., "The Analytic Hierarchy process Planning", 1980.

[10] Dieudonné, J., "Monografía Métodos Matemáticos", París, 1990

[11] Araya, L. y González, A., "*Operadores Logísticos Aplicados a Modelos de Decisión Jerárquicos"*, Santiago, Chile, Universidad Tecnológica Metropolitana, Departamento de Estadística y Econometría. Documento de Trabajo, Marzo 2002

Correspondencia

Teresa Brand Domínguez, UNIVERSIDAD TECNOLOGICA METROPOLITANA, Departamento de Matemática, Dieciocho 390, casilla 9845 - correo 21- Santiago Centro, Santiago de Chile
Phone: + 56 27877374 ó +56 27877221
Fax: +56 27877321
E-mail: tgbrand28@hotmail.com.

Emilio Hernández Chiva, Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales de Barcelona, UPC
E-mail: emilio@anellaindustrial.cat

Abelardo Araya López, departamento de informática UTEM
E-mail: aaraya@utem.cl