

PRESUPUESTO BASE CERO, GESTIÓN DE LA TESORERÍA EN CONTEXTO DE INCERTIDUMBRE (FUZZY LOGIC): TÉCNICA Y APLICACIÓN

Anna M. Gil-Lafuente¹
Federico González-Santoyo²
Beatriz Flores Romero

Resumen

En la actualidad, debido al entorno cambiante, se hace imprescindible trabajar con presupuestos inciertos, utilizando las técnicas apropiadas para su cálculo y tratamiento. Para ello disponemos de diversas herramientas surgidas de la matemática de la incertidumbre, entre ellas los números borrosos triangulares cuya aplicación es objeto de este trabajo.

Al confeccionar un presupuesto base cero, los números borrosos triangulares nos permiten evaluar los distintos presupuestos considerando la incertidumbre inherente a ellos, tanto en forma gráfica como analítica.

Palabras Clave: Presupuestos, matemática borrosa, números difusos triangulares.

ABSTRACT

At present, due to the changing environment, it is essential to work with uncertain budgets, using the appropriate treatment for their calculation and techniques. For this we have encountered various tools of mathematics of uncertainty, including the triangular fuzzy numbers whose application is the subject of this paper.

To make a zero-based budget, the triangular fuzzy numbers allow us to evaluate different budgets to them considering the inherent uncertainty in both graphical and analytical.

Keywords : Budgets, fuzzy math, triangular fuzzy numbers.

Clasificación JEL: M10; M21 y M41

1 Universidad de Barcelona, España, UMSNH-FCCA, México. Correo: amgil@ub.edu

2 Universidad de Barcelona, España, UMSNH-FCCA, México. fsantoyo,berthyf@umich.mx

Introducción

Una crisis financiera que provoca falta de liquidez, la entrada inesperada de un competidor en el mercado, la pérdida de un cliente significativo o medidas gubernamentales de carácter político o económico, pueden producir una situación de inestabilidad en la vida de una empresa.

Actualmente, no se han resuelto los problemas estructurales que hacen imprevisible el comportamiento de ciertas variables que influyen en la economía, entre ellas la que es objeto de este estudio: la gestión de la tesorería.

Se debe reconocer la utilidad de los estados contables para efectuar un análisis que permita obtener conclusiones sobre la rentabilidad, liquidez y solvencia de una empresa, pero para que la información presentada en ellos resulte apropiada, se debe adaptar su contenido adecuándose a las condiciones imperantes en el contexto económico.

Actualmente la dinámica financiera es tan cambiante que un enfoque determinista e incluso uno estocástico puede resultar poco realista. Es por esto que se empiezan a utilizar otros enfoques, por ejemplo los procedimientos de elaboración de presupuestos utilizando datos y lógica difusa.

En el presente trabajo se revisa el concepto de presupuesto base cero y se aplica al caso de una empresa. Como las magnitudes correspondientes a los períodos futuros son datos estimados por expertos, los hemos expresado en una de las formas más habituales en el ámbito de la incertidumbre, en números borrosos triangulares.

Adicionalmente, se va a plantear una limitación borrosa al presupuesto global, y un criterio para seleccionar el presupuesto más adecuado para la empresa.

El presupuesto base cero

El comportamiento administrativo logra integración y coherencia por medio de la estructura jerárquica de fines, porque cada componente de una serie de comportamientos alternativos se pondera de acuerdo con una escala comprensiva de valores: la de los fines últimos.

La planificación y control integral de las utilidades, o actividad presupuestaria, sigue siendo de primordial importancia en casi todas las organizaciones. Para una plena comprensión del proceso de planificación y control de las utilidades, los gerentes de empresas necesitan familiarizarse con todos los aspectos de las metas, procedimientos técnicos y efectos de la actividad presupuestaria. E igualmente importante, sin embargo, es la comprensión del vasto contexto organizacional dentro del cual se preparan y utilizan los presupuestos³

3 Welsch, G., Hilton, R. y Gordon, P., "Presupuestos, planificación y control de las utilidades" Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1990, pág XVII (Prefacio).

Existen, en principio, dos concepciones distintas en materia de filosofía presupuestaria en su aspecto de elaboración: el presupuesto puede ser incremental o completo. El presupuesto incremental se limita a recoger las erogaciones del período anterior adoptando una actitud inercial que sólo se abandona para incorporar los costos de las nuevas actividades. El presupuesto completo, a cuya categoría pertenece el presupuesto base cero, somete a revisión, en cada ejercicio presupuestario, todas y cada una de las actividades que se ejercen en la organización, incorporando un enfoque comprensivo y dinámico en el proceso de la formulación del presupuesto⁴.

Históricamente el presupuesto base cero (PBC) emerge en la escena empresarial como culminación de un proceso que, apoyado en las ideas convencionales establecidas, se insinúa a comienzos de la década de 1960 en la Oficina de Análisis de Sistemas del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y en los Programas Aeroespaciales de la NASA. El origen de su difusión formal podría ubicarse en el artículo que Peter Pyhrr publicó en la Harvard Business Review en diciembre de 1970 y que motivó su contratación por el estado de Georgia y posteriormente la adopción del PBC por el gobierno federal de los Estados Unidos (Parro, 1981).

Resumiendo, el Presupuesto Base Cero es una herramienta enmarcada en el sistema Activity Based Budgeting (Presupuesto Basado en la Actividad) que se caracteriza por obligar a los administradores a justificar por entero su requerimiento presupuestario, detallándolo a partir de lo más elemental, y que les transfiere la carga de la prueba en que fundan su derecho al uso de fondos (5). Es decir; se trata ni más ni menos de obligar a los responsables a fundamentar las cifras en necesidades concretas y cuantificables no sólo por los incrementos, sino también a partir de la nada (iniciando la actividad desde cero).

En cuanto a la metodología de elaboración, el presupuesto base cero comprende dos fases fundamentales:

1. Preparación de los paquetes de decisión, donde se definen los objetivos que se espera alcanzar y las actividades que permitirán tales logros.
2. Selección y clasificación de los paquetes de decisión, lo que implica establecer un orden de prioridades entre las distintas alternativas que – como se ha señalado antes – maximicen la búsqueda del logro de los objetivos planteados, dentro de un umbral (límite de máxima o de mínima según el caso), que determina las restricciones que enfrenta el decisor para lograr sus objetivos.

Es precisamente en esta segunda fase, donde propondremos la aplicación de la **matemática borrosa** como forma de tratamiento de la incertidumbre.

⁴ Mallo, C. y Merlo J., "Control de gestión y control presupuestario". Ed. Mc Graw – Hill, Madrid, España, 1996, pág 235

Números borrosos triangulares

No obstante, a pesar del atractivo de la aplicación de las cadenas de Markov, conviene recordar que para poder aplicar una probabilidad es necesario tener, en primer lugar, una sucesión de fenómenos que se hayan repetido en unas determinadas condiciones y, en segundo lugar, poder aplicar los resultados obtenidos sobre otro fenómeno sometido a las mismas condiciones que las anteriores. En este sentido, existen situaciones en que no es posible utilizar probabilidades, cuando existe incertidumbre en lugar de azar. Si nuestro conocimiento del entorno es impreciso, como ocurre en la toma de decisiones de gestión de la liquidez, el modelo debería incluir la noción de cadenas con datos borrosos en lugar de probabilidades.

A este respecto, la propuesta de Kaufmann y Gil aluja (1991) está basada en la teoría Markoviana, aunque presenta modificaciones importantes al situarse en ambiente de incertidumbre y, por consiguiente, no emplear probabilidades. Por otro lado, el encadenamiento Markoviano se realiza a través de operadores asociados suma-producto mientras que en la incertidumbre el encadenamiento se lleva a cabo mediante operadores asociados máximo-mínimo.

Si bien el presupuesto base cero ofrece cierta flexibilidad a través de los grados de esfuerzo, la limitación radica en que los valores que representan éstos son estrictos, cuando en realidad sería preferible expresarlos a través de intervalos de confianza. Es más sincero, al trabajar en presupuestos inciertos, utilizar números borrosos en lugar de números concretos, ya que no se puede ser muy preciso en las proyecciones presupuestarias, como consecuencia del contexto turbulento donde lo normal es el cambio⁵.

Entre los distintos elementos de la matemática borrosa decidimos valernos de los números borrosos triangulares.

Un número borroso triangular (NBT) puede definirse como aquel subconjunto borroso que se halla formado por una secuencia finita o infinita de intervalos de confianza, que surgen de asignar un nivel de confianza a los valores de un conjunto referencial dado, el que define su grado de pertenencia; medido a través de sus funciones características de pertenencia ($\mu_{(x)}$) lineales.

Numéricamente, el número borroso triangular puede expresarse de diversas formas:

1. Mediante la forma ternaria: $\hat{A} = (a_1, a_2, a_3)$

Estos tres valores implican que:

$$\forall \chi \leq a_1 \quad \mu_{\hat{A}}(\chi) = 0$$

$$\forall \chi \geq a_3 \quad \mu_{\hat{A}}(\chi) = 0$$

$$\mu_{\hat{A}}(a_2) = 1$$

⁵ Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., "Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre". Editado por Hispanoeuropea, 1987, pág 375.

Y que la función característica de pertenencia $\mu_{\Delta}(\chi)$ para los demás valores es:

$$\forall a_1 \leq \chi \leq a_2 \Rightarrow \mu_{\Delta}(\chi) = \frac{\chi - a_1}{a_2 - a_1}$$

$$\forall a_2 \leq \chi \leq a_3 \Rightarrow \mu_{\Delta}(\chi) = \frac{a_3 - \chi}{a_3 - a_2}$$

2. Mediante la función de pertenencia:

$$\mu_{\Delta}(\chi) = \begin{cases} 0 & \chi \leq a_1 \\ \frac{\chi - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq \chi \leq a_2 \\ \frac{a_3 - \chi}{a_3 - a_2} & a_2 \leq \chi \leq a_3 \\ 0 & \chi \geq a_3 \end{cases}$$

3. Mediante la forma α -cortes Partiendo de la función de pertenencia se obtiene la forma α -cortes de la siguiente manera:

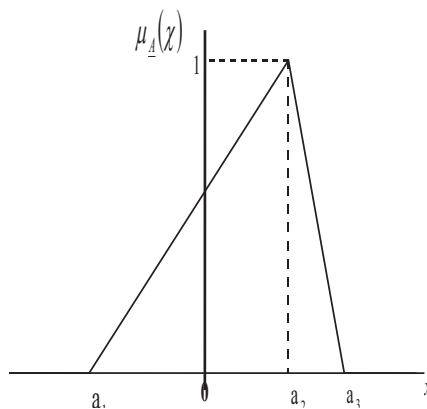
$$\alpha = \frac{\chi - a_1}{a_2 - a_1} \quad \text{y} \quad \alpha = \frac{a_3 - \chi}{a_3 - a_2}$$

Obsérvese que este mismo resultado se puede obtener a partir de la forma ternaria:

$$A_{\alpha} = [a_1 + \alpha(a_2 - a_1), \alpha(a_3 - a_2)]$$

Veamos el siguiente gráfico para facilitar la comprensión de la herramienta utilizada:

Figura 1
Número borroso triangular



Donde:

$(\mu_{(x)})$: es la función característica de pertenencia.

x : Valores correspondientes al conjunto referencial dado, que en nuestro ejemplo son unidades monetarias.

En el presente trabajo se utilizarán NBT que resultan muy apropiados para evaluar los distintos presupuestos dirigidos para financiar proyectos en cada departamento de una empresa.

Aplicación práctica

El caso que desarrollaremos consiste en el hecho de que una empresa con cuatro departamentos o divisiones, plantas o subsistemas, ha realizado su análisis de evaluación del proyecto de inversión para cada subsistema. Además, a los efectos del ejemplo, vamos a presupuestar para el primer período de gastos, donde el flujo de fondos neto del período cero de nuestra valuación del proyecto de inversión, nos define el máximo a gastar al que denominaremos umbral.

Las unidades presupuestarias o centros de costes son: el departamento de Finanzas (F), el departamento de Producción (P), el departamento Comercial (C) y el departamento de Recursos Humanos (V), con sus respectivos presupuestos para una año de gestión. Se definen para F tres presupuestos F_0 , F_1 y F_2 ; para P dos presupuestos P_0 y P_1 ; para C cuatro C_0 , C_1 , C_2 y C_3 ; y para V tres V_0 , V_1 y V_2 . Los presupuestos con índice cero son los mínimos indispensables para la existencia del correspondiente centro de decisión, ya que por debajo de ellos no podría funcionar.

Los presupuestos con índice 1, 2 y 3 contienen mejoras, evidentemente justificadas. Si un presupuesto Xi es mayor que un presupuesto Xj, indica que con el primero se pueden realizar más actividades que con el segundo. Si se elige un presupuesto determinado, se descartan todos los que son menores que él.

Asimismo, estableceremos las siguientes relaciones entre ellos: departamento de finanzas $F_0 < F_1 < F_2$, producción $P_0 < P_1$, comercial $C_0 < C_1 < C_2 < C_3$ y Recursos Humanos $V_0 < V_1 < V_2$, lo que significa que cada alternativa de inversión genera más gastos que la anterior.

Jerarquización de los departamentos: presupuestos por grados de esfuerzo

Los presupuestos se eligen de acuerdo con prioridades, existiendo 3+2+4+3 = 12 fases. Lo habitual en el método PBC es realizar una elección secuencial, empezando por el presupuesto con índice 0.

A continuación, debemos establecer un orden de preferencias entre los centros de elaboración de presupuestos listadas en epígrafe anterior para luego obtener la valoración de las combinaciones resultantes que nos permitirá elegir el paquete de decisión óptimo que se ajuste al umbral que enfrentaremos.

La elección ha sido la siguiente:

	Elección	Opción presupuestaria
1	C_0	C_0
2	V_0	$C_0 + V_0$
3	C_1	$C_1 + V_0$
4	F_0	$F_0 + C_1 + V_0$
5	F_1	$F_1 + C_1 + V_0$
6	P_0	$F_1 + P_0 + C_1 + V_0$
7	F_2	$F_2 + P_0 + C_1 + V_0$
8	C_2	$F_2 + P_0 + C_2 + V_0$
9	P_1	$F_2 + P_1 + C_2 + V_0$
10	C_3	$F_2 + P_1 + C_3 + V_0$
11	V_1	$F_2 + P_1 + C_3 + V_1$
12	V_2	$F_2 + P_1 + C_3 + V_2$

Cada presupuesto acumulado es mayor que el que le precede. Si se dispone de un presupuesto total de la empresa S , el presupuesto acumulado aceptado debe ser menor o igual que S .

Como las magnitudes correspondientes a los períodos futuros son datos imprecisos o estimados por expertos, serán expresados por números borrosos. Se considera que los diferentes presupuestos de los departamentos F , P , C y V son números borrosos triangulares (subconjuntos borrosos que cumplen la normalidad y la convexidad) y que están totalmente ordenados.

Los números borrosos triangulares se pueden expresar por $X = (\chi_1, \chi_2, \chi_3)$ y su suma resulta como:

$$X(+) Y = (\chi_1, \chi_2, \chi_3) (+) (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) = (\chi_1 + \gamma_1, \chi_2 + \gamma_2, \chi_3 + \gamma_3)$$

Selección y clasificación de los paquetes de decisión

Los valores numéricos de los presupuestos son:

$$\begin{array}{lll} \tilde{C}_0 = (500, 800, 1000) & \tilde{C}_1 = (900, 1200, 1400) & \tilde{C}_2 = (1500, 1800, 2100) \\ \tilde{C}_3 = (2200, 2400, 3300) & & \\ \tilde{V}_0 = (1000, 1250, 1500) & \tilde{V}_1 = (1450, 1700, 2000) & \tilde{V}_2 = (2100, 2300, 2500) \\ \tilde{F}_0 = (650, 800, 1050) & \tilde{F}_1 = (900, 1200, 1300) & \tilde{F}_2 = (1000, 1280, 1400) \\ \tilde{P}_0 = (1500, 1750, 2000) & \tilde{P}_1 = (1900, 2250, 3000) & \end{array}$$

Con los NBT se puede obtener los presupuestos acumulados:

- 1) $\tilde{C}_0 = (500, 800, 1000)$
- 2) $\tilde{C}_0 + \tilde{V}_0 = (1500, 2050, 2500)$
- 3) $\tilde{C}_1 + \tilde{V}_0 = (1900, 2450, 2900)$
- 4) $\tilde{F}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0 = (1650, 3250, 3950)$
- 5) $\tilde{F}_1 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0 = (2800, 3650, 4200)$
- 6) $\tilde{F}_1 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0 = (4300, 5400, 6200)$
- 7) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0 = (4400, 5480, 6300)$
- 8) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_2 + \tilde{V}_0 = (5000, 6580, 7000)$
- 9) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_2 + \tilde{V}_0 = (5400, 6580, 8000)$
- 10) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_0 = (6100, 7180, 9200)$
- 11) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_1 = (6550, 7630, 9700)$
- 12) $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_2 = (7200, 8230, 10200)$

Fijación del umbral

Hemos mencionado como una de las características de la técnica de presupuesto base cero es la definición de un umbral, que en nuestro caso determinará si una inversión será aceptada o no, a partir del nivel de requerimiento que tenga. Este umbral constituye el límite de inversión máximo permitido para el desarrollo de las actividades, y por encima del cual el objetivo de rentabilidad establecido en el momento del análisis del proyecto de inversión global no se cumpliría.

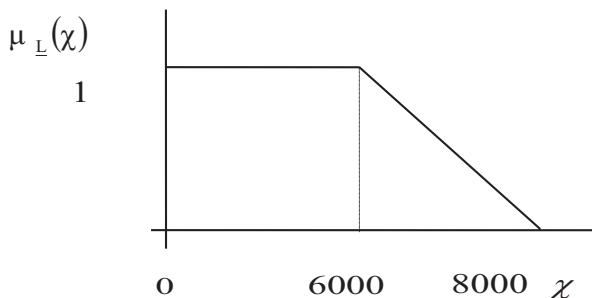
En este sentido, y dado que estamos trabajando con números borrosos, estableceremos un umbral borroso L , representado a través de la siguiente función característica de pertenencia $\tilde{\mu}_L(\chi)$.

Considérese que el total presupuestado L del sistema no es una cantidad única sino que se establece atendiendo a la siguiente función:

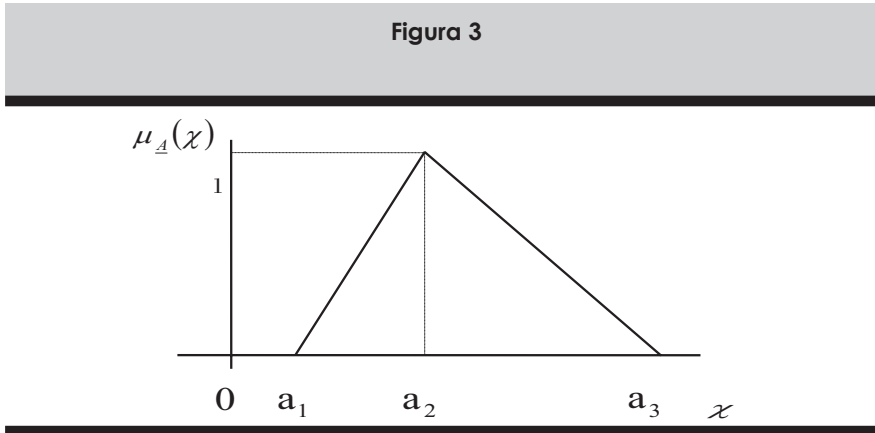
$$\mu_L(\chi) = \begin{cases} 1 & , \chi \leq 6000 \\ 4 - \frac{\chi}{2000} & , 6000 \leq \chi \leq 8000 \\ 0 & , 8000 \leq \chi \end{cases} \quad (1)$$

Gráficamente (1) equivale a la figura 2.

Figura 2



En general se supone que la función anterior representa la k -ésima alternativa de elaboración presupuestaria corresponde a la siguiente figura:



Ya que asociada a la k -ésima ($k=1,2,\dots,12$) alternativa se tiene su distribución de posibilidad dada por la terna (a_1, a_2, a_3) , entonces basta con sustituir en (6) y obtener la posibilidad de aceptar la alternativa correspondiente. Por ejemplo considere la alternativa 12, cuya distribución es $(7200, 8230, 10200)$ correspondiente a la alternativa $\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_2$, la cual tiene una posibilidad de:

$$1-(6000-8230)/(7200-8230-2000)= 0,2641$$

Esto significa que esta alternativa tiene una alta incertidumbre en caso de que se acepte, pues tiene una posibilidad asociada muy pequeña.

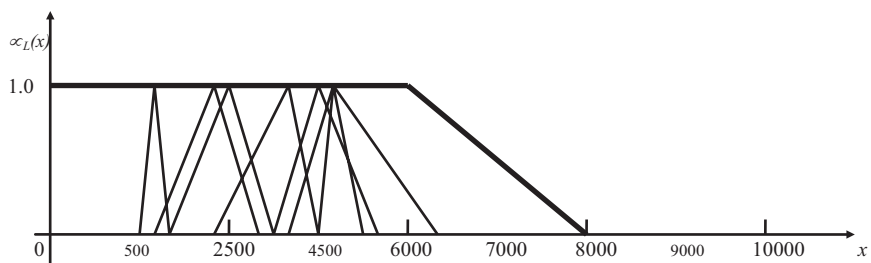
El siguiente cuadro presenta las alternativas y sus posibilidades (niveles de consentimientos) correspondientes:

	Alternativa	Posibilidad	Presupuesto
1	\tilde{C}_0	1	800
2	$\tilde{C}_0 + \tilde{V}_0$	1	2050
3	$\tilde{C}_1 + \tilde{V}_0$	1	2450
4	$\tilde{F}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0$	1	3250
5	$\tilde{F}_1 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0$	1	3650
6	$\tilde{F}_1 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0$	1	5400
7	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_1 + \tilde{V}_0$	1	5480

8	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_2 + \tilde{V}_0$	0,8379	6324,20
9	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_0 + \tilde{C}_2 + \tilde{V}_0$	0,8176	6364,80
10	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_0$	0,6168	6766,40
11	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_1$	0,4707	7058,60
12	$\tilde{F}_2 + \tilde{P}_1 + \tilde{C}_3 + \tilde{V}_2$	0,2641	9679,72

Resulta obvio que las primeras 7 alternativas tienen posibilidad 1, esto es, no existe incertidumbre alguno que si se selecciona alguna de éstas se podrá financiar con el presupuesto considerado, cosa que no ocurre de la 8ª a la 12ª donde la incertidumbre aumenta. Esto se puede apreciar en la siguiente figura.

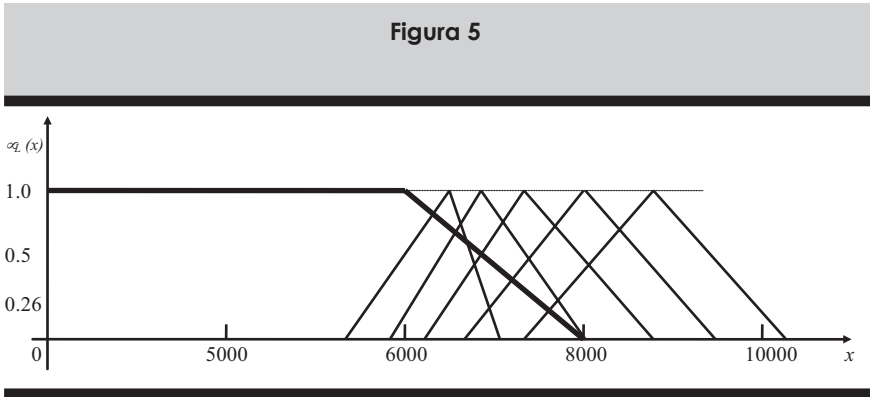
Figura 4



En figura (4) se observa que la intersección de los números difusos triangulares correspondientes las alternativas de la 1ª a la 7ª con la función de posibilidad $\mu_L(x)$ dada por la expresión (1), solo se interseccionan en puntos donde la función es 1, lo que equivale a establecer que dichas alternativas se pueden llevar al cabo con posibilidad 1, esto es, sin ninguna incertidumbre para financiarse.

En la figura (5) se observa que la intersección de los números difusos triangulares asociados a las alternativas 8ª a la 12ª con la función $\mu_L(x)$ dada por la expresión (1), representando las posibilidades que tienen estas alternativas de llevarse al cabo con los presupuestos señalados, miden la incertidumbre en el caso de ser adoptadas.

En el anexo (1) se presenta un el cálculo de los índices en la tabla (3) y figuras (4) y (5).



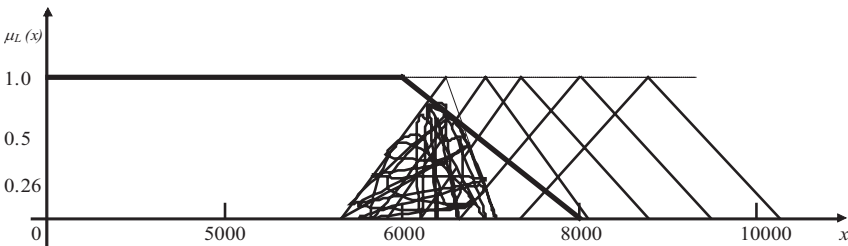
Selección del presupuesto

Para analizar los distintos índices de aceptación se debe tener en cuenta los objetivos que influyen sobre el decisor y la flexibilidad del análisis de rentabilidad del proyecto de inversión, ya que si el decisor tiene aversión al riesgo elegirá el presupuesto "7º" mientras que si es arriesgado elegirá el presupuesto 8º o 9º, cuyos índices de aceptación son menores; pero nunca elegirá los presupuestos 10º, 11º y 12º por sobrepasar excesivamente el umbral. En este caso, elegimos el presupuesto 8º por tener un índice de aceptación cercano a la unidad, una incertidumbre aceptable, y considerar que no alterará en demasía el objetivo de rentabilidad establecido.

Consideramos que el presupuesto 9º excede inapropiadamente el umbral definido, lo que agregaría demasiada inestabilidad a la decisión tomada.

En el gráfico siguiente vemos que la zona sombreada corresponde a la proporción del presupuesto 8º, el cual abarca casi la totalidad del área del mismo. Se llamará "Índice de consentimiento" a:

$$K(A, L) = \frac{\text{área de } \tilde{A} \cap L}{\text{área de } \tilde{A}}$$



Consideraciones generales

En base a lo expuesto, concluimos que resulta más razonable construir presupuestos donde se plasman las metas y los planes de las organizaciones en términos de recursos y gastos, en números borrosos, que utilizar presupuestos basados en números ciertos.

De esta forma, se ha llegado a la conclusión fundamental de que la técnica empleada, si bien conlleva ciertos grados de subjetividad (en la elección de presupuestos), proporciona un acercamiento más completo y adaptado a la realidad empresarial.

Los NBT se pueden considerar más útiles al representar la realidad con sus imperfecciones, tener en cuenta el propio entorno empresarial y la propia subjetividad de las opiniones de los expertos. El análisis del presupuesto base cero borroso pone de manifiesto el interés que adquieren los conceptos inciertos en la solución de los problemas en los que los datos son conocidos de una manera incierta, por ser estimaciones de expertos. Una de las primeras cuestiones que pueden surgir en una consulta a expertos es, ¿la opinión de los expertos pueden considerarse con la misma importancia? Si se desea ponderar las opiniones de acuerdo al reconocimiento, trayectoria u otra característica, lo único que procede es combinar la información expresada en NBT con un NB Híbrido (que combina lo aleatorio con lo Borroso sin pérdida de información) y que permite satisfacer las necesidades de los decisores, lo que puede constituir una futura línea de investigación fundamental.

Referencias

- A. Kaufmann, and M. M. Gupta, "Fuzzy mathematical models in engineering and management sciences". North-Holland.1991
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., "Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre". Editado por Hispanoeuropea, 1987, pág 375
- B. H. Singer,"Grade of membership representations: Concepts and problems". Festschrift for Samuel Karlin (T.W.Anderson,K. B. Athreya , and D. Iglehardt, EDS.).Orlando, Florida, Academic Press.1989.
- H. D. Tolley, and K. G. Manton,"Intervention effects among a collection of risks". Transaction of the Society of Actuaries.1991
- H. J. Zimermann,"Fuzzy Set Theory and its Applications". Kluwer Academic Publishers.1990
- G. J. Klir and T. A. Folger,"Fuzzy sets, uncertainty and information". Prentice - Hall.1988
- Gil Aluja, J. "Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión".

- Gil Lafuente, A. M. "El análisis financiero en la incertidumbre". Ed. Ariel, 1990.
- J. C. Romero C., "Fuzzy Mathematical Programming Applied To the Lorie Savage Problem". ORSA/TIMS.1983
- J. C. Vertrees, "A model for allocation budgets in a closed system which simultaneously computes diagnosis related group allocations weights". Operations Research.1993
- K. G. Manton, "Statistical applications using fuzzy sets". Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. 1994.
- Konow, I. "Métodos y Técnicas de Investigación Prospectiva para la toma de decisiones".
- L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets". Information and Control.1965
- Lazari, L., Machado, E. y Pérez, R. "Teoría de la Decisión Fuzzy". Ed. Macchi, 1998.
- Linstone, A. y Turoff, M. "The Delphi Method: Technique and Applications". London