



Munich Personal RePEc Archive

**Elección de planes de salud mediante técnicas de clasificación fuzzy (Health plans selection using fuzzy classification techniques)**

Sonia K. Lowenthal-Quastler and Javier Garcia-Fronti and  
María Teresa Casparri

Universidad de Buenos Aires

March 2006

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/958/>  
MPRA Paper No. 958, posted 29 November 2006

# **Elección de Planes de Salud mediante Técnicas de Clasificación Fuzzy (Health Plans Selection using Fuzzy Classification Techniques)**

Sonia K. Lowenthal Quastler (Universidad de Buenos Aires)

Javier García-Fronti (Universidad de Buenos Aires and University of Warwick)

María Teresa Casparri (Universidad de Buenos Aires)

**Marzo 2006**

*Documento de Trabajo CMA (Universidad de Buenos Aires)*

**Palabras clave:** Salud – Clasificación Fuzzy – Distancia Fuzzy

**Key Words** : Health – Fuzzy Classification – Fuzzy Distance

## **Abstract**

In the present difficult economic situation in Argentina, most companies are making efforts in implementing cost reduction strategies. This has an impact in the way these companies choose the health coverage for their employees, specially seeking to minimize the cost and at the same time to provide the maximum satisfaction of the needs of the employees and their families.

In the years preceding this crisis, since there was no pressure on the Human Resources Area to focus on minimizing costs, the selection of the health coverage was made according to the criteria that were determined by this Area and the sales executive of the health company. The price was then calculated by the health company, and presented to the customer, which could accept it or ask for another alternative. In this last case, a new plan was selected, and a new price had to be calculated. This process continued until an agreement was reached. Therefore, from the health company's point of view, the objective of its models was to determine an adequate, fair and competitive price given the employee group and the chosen health coverage.

The present paper introduces a decision model based on Fuzzy techniques, that allows to determine the better health plan according to the priorities of the customer company and the maximum cost it is prepared to assume. The company puts forward its coverage requirements with certain priorities. These requirements include the list of health services providers (hospitalization institutions, health professionals, medical exams institutions, etc), and the coinsurance percentages or amounts for each health service (amounts in charge of the employees).

In the first place, the model assumptions are presented: the health services groupings such as Medical Visits, Pathology Exams and Surgical Hospitalization, the different coverage options such as a fixed coinsurance of \$5 for Medical Visits and a 50% discount in prescribed medicines, the health services costs that will depend on the contracts with the providers, and other additional assumptions. Then, the model method and the information that the customer has to provide are described. This information will be the input data for the model.

Thirdly, a ranking of the plans according to the customer preferences and priorities is performed. The preferences are related to the types of coverage for each group of health services while the priorities are the weights that the company assigns to each of these groups within the health plan. The preferences and priorities will be described by triangle fuzzy numbers, and for each plan, an index is calculated based on them, so the index will also be a triangle fuzzy number (TFN). In order to carry out the plans classification, the criterion of the Area of the TFN on the vertical axis is applied, the higher the Area, the better the plan for the customer.

Next we explain the pricing structure used to calculate the cost of the plans one by one, starting with the first one of the ranking, and continuing up to the first plan that has a cost equal to or lower than the maximum price established by the customer company. This plan is the optimal. The pricing structure is based on the age-gender distribution of the employee group, statistical information on frequency in health claims and the expected cost of those claims for the time period that is being priced. Given a health plan, for each group of health services, we will have a frequency, a cost, and a fixed or percentage coinsurance. With this information we can calculate the expected cost per member per month, and adding up all these costs for all the groups of services, and including other pricing components (commissions, acquisition and maintenance expenses, security and profit margin), we obtain the total price of the plan, that is compared to the maximum set by the customer.

Finally, conclusions are presented about the optimal plan chosen in the case that is developed. The plan characteristics are analyzed and compared to the preferences and priorities established by the company. There are also conclusions about the model, its advantages and the aspects that could be improved.

## **Elección de Planes de Salud mediante Técnicas de Clasificación Fuzzy**

En el contexto de la actual crisis económica en Argentina la mayoría de las empresas concentran esfuerzos en políticas de reducción de costos. Esto produce un impacto en la forma en que las compañías eligen la cobertura privada de salud para sus empleados buscando con especial énfasis minimizar los costos dando máxima satisfacción a las necesidades de los mismos.

Con anterioridad a esta crisis, no existiendo presión sobre la gerencia de recursos humanos de una política corporativa de reducción de costos, la elección de la cobertura privada más adecuada se realizaba de acuerdo a los criterios acordados entre dicha área y el ejecutivo de la cuenta de la compañía de medicina prepaga, determinando luego esta última el costo de la cobertura. Si la empresa no estaba conforme con el precio, se reducían los beneficios o se elegía un nuevo plan. En ambos casos, era necesario realizar una nueva cotización. Este proceso se repetía hasta lograr un acuerdo con la empresa. Por lo tanto, desde el punto de vista de la compañía de medicina prepaga, el objetivo de los modelos tratados por la bibliografía era, dado el grupo de empleados y un plan determinado, calcular el precio objetivo de modo de obtener una tarifa adecuada, equitativa y competitiva.

El presente trabajo expone un modelo de decisión basado en técnicas Fuzzy que permite determinar cuál es el mejor plan de salud según las prioridades de la empresa y el costo máximo que está dispuesta a asumir. La empresa plantea requisitos de cobertura con ciertas prioridades. Estos requisitos de cobertura abarcan la cartilla (prestadores incluidos y calidad de sanatorios, tipo de habitación), y copagos y coseguros (importes fijos o porcentajes del costo a cargo de los empleados).

En primer lugar se plantearán los supuestos del modelo a utilizar: las categorías de servicios de salud utilizadas, como "Consultas", "Exámenes" o "Internación Clínica", las diferentes opciones de cobertura, como "Copagos de \$5 en Consultas" o "50% de descuento en Medicamentos", los costos de las prestaciones que dependen de la modalidad de contratación con los prestadores y otros supuestos adicionales. Seguidamente, se establece la información que debe proporcionar la empresa que conformará los datos de entrada del modelo, y brevemente se describe el método para resolver el problema.

En tercer lugar, se realiza un ranking de los planes de acuerdo a las preferencias y prioridades de la empresa. Las preferencias se refieren a cada tipo de cobertura dentro de cada servicio de salud, mientras que las prioridades son la importancia que la empresa le asigna a cada categoría de servicio dentro del plan de salud. Para cada plan se calculará un índice basado en dichas preferencias y prioridades. Estas últimas estarán descriptas por números borrosos triangulares, con lo cual el índice también será un número borroso triangular (NBT). Para llevar a cabo la clasificación de los planes se aplicarán técnicas de clasificación Fuzzy: utilizaremos el criterio del área del NBT sobre el eje de las ordenadas. Cuanto mayor sea esta área, más alejado estará el NBT del eje de ordenadas, con lo cual, un plan con mayor área será mejor para la empresa.

Luego se explica brevemente la estructura de cotización utilizada para costear los planes en el orden establecido por el ranking hasta llegar al primer plan factible de acuerdo al precio máximo indicado por la empresa. Así quedará determinado el plan óptimo. La cotización se basa en la distribución etárea del grupo costeadado, en la información estadística sobre utilización con la que cuenta la compañía de medicina prepaga, y en el costo esperado de los servicios para el período costeadado.

Finalmente, se extraen conclusiones acerca del plan óptimo elegido en el caso particular tratado, analizando las características de dicho plan en comparación con las preferencias y prioridades de la empresa, y en general acerca del modelo aplicado, detallando sus ventajas y los aspectos a mejorar.

## Introducción

Aquí se considerará un modelo simplificado, para concentrarnos en el problema de la elección de un plan de salud y no hacer énfasis en detalles que no son el objetivo de este trabajo.

### Planes de Salud

Un plan de salud puede ser definido como una combinación de distintos tipos de cobertura en las diferentes categorías de servicios de salud. Las categorías de servicios de salud utilizadas aquí son las siguientes:

Ambulatorio	Internación
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consultas</li> <li>▪ Emergencias</li> <li>▪ Laboratorio y Radiología</li> <li>▪ Exámenes y Prácticas</li> <li>▪ Farmacia</li> <li>▪ Odontología</li> <li>▪ Psicología y Psiquiatría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clínica</li> <li>▪ Terapia</li> <li>▪ Quirúrgica</li> <li>▪ Maternidad</li> <li>▪ Honorarios Quirúrgicos</li> <li>▪ Honorarios Maternidad</li> </ul>

Los distintos tipos de cobertura son los siguientes:

Concepto	Alternativas
Copagos Consultas	\$0 - \$3 - \$5
Copagos (por Orden) Laboratorio y Radiología	\$0 - \$5 - \$10
Copagos Exámenes y Prácticas	\$0 - \$5 - \$10
Cobertura (Descuento) Farmacia	60% - 50% - 40%
Cartilla Internación	A: Habitación Individual - Todos los Prestadores
	B: Habitación Individual - Algunos Prestadores excluidos
	C: Habitación Compartida - Todos los Prestadores
	D: Habitación Compartida - Algunos Prestadores excluidos

Tomando todas las combinaciones posibles, quedan conformados 324 planes de salud. 25 de estos planes serán standard, es decir, combinaciones ya existentes de cartilla, copagos y coseguros para las distintas prestaciones.

### Costos

Los servicios de Odontología y Psicología y Psiquiatría se asumen capitados, es decir, que los prestadores reciben un precio fijo por cápita cubierta, con lo cual el costo no depende de la cantidad de servicios prestados. En el resto de los servicios ambulatorios, el costo es por prestación. Los honorarios en internación también son por prestación, mientras que las internaciones clínicas y en terapia tienen precios por día, y las internaciones quirúrgicas y por maternidad tienen un precio por módulo (el costo no depende de la cantidad de días de internación).

Aquí se asumirán los siguientes costos:

Concepto	Costo Prestación	Costo Capitado
----------	------------------	----------------

Consultas	\$15	
Emergencias	\$30	
Laboratorio y Radiología (Orden)	\$25	
Exámenes y Prácticas	\$30	
Farmacia	\$26	
Odontología		\$1,50
Psicología y Psiquiatría		\$1,20
Honorarios Quirúrgicos	\$500	
Honorarios Maternidad	\$400	

Concepto	Cartilla A	Cartilla B	Cartilla C	Cartilla D
Día Clínico	\$350	\$240	\$160	\$120
Día Terapia	\$450	\$400	\$300	\$250
Módulo Quirúrgico	\$1800	\$1600	\$1200	\$1000
Módulo Maternidad	\$1600	\$1200	\$900	\$800

### Otros Supuestos

Si el plan de salud se contrata por un tiempo largo, a un precio fijo, habrá que tener en cuenta la evolución del grupo de empleados (si envejece o se va renovando) y los posibles cambios de precios de los prestadores (análisis de las tendencias de los costos de los servicios de salud). Supondré en principio que los precios y el plan se evalúan anualmente, con lo cual no tendré en cuenta estas cuestiones.

### Información Necesaria y Método

Además de la distribución etárea de los empleados (y sus grupos familiares, si el plan también cubre a los mismos) y el precio máximo, la empresa (o el responsable de la cuenta) deberá completar el formulario que se presenta en el Anexo 2. Allí se definen las preferencias de la empresa con respecto a cada tipo de cobertura, y sus prioridades respecto a estas preferencias. Esta información debe ser respondida con cuidado ya que de la misma depende la elección del mejor plan de salud factible. El formulario se ha completado con la información de la empresa que estamos tomando como ejemplo. Cabe aclarar antes de continuar, que no necesariamente una empresa siempre prefiere un plan sin copagos a uno con copagos (por ejemplo). Es posible que con el fin de controlar la utilización de sus empleados, o con el fin de continuar con una cobertura similar a la pasada, la empresa prefiera un plan con copagos a uno sin copagos.

Para cada plan calcularemos un índice basado en las preferencias de la empresa respecto a cada grupo de servicios relevante, y la importancia que la empresa le confiere a cada grupo de servicios. La importancia estará dada por un número borroso triangular, con lo cual el índice también será un número borroso triangular. Utilizando un criterio de clasificación, ordenaremos los planes de mayor a menor según su nivel de adecuación a los perfiles dados por la empresa con sus prioridades.

Con la información de la distribución etárea, se puede calcular el precio objetivo por plan: de la experiencia de la Prepaga y de otras fuentes, se estima la utilización promedio de los distintos servicios de salud por edad. También habrá que estimar el impacto en dicha utilización de los copagos y los coseguros.

Dado un plan de salud, para cada prestación o grupo de prestaciones, tendremos entonces una frecuencia de utilización, un costo, y el importe del copago o porcentaje de coseguro. A partir de estos datos se puede calcular el costo por mes por persona esperado de dicha prestación.

Sumando estos costos para todas las prestaciones, se obtiene el costo médico por mes por persona esperado del plan.

A esto habrá que sumarle los gastos administrativos, comisiones e impuestos, además de un margen de seguridad y ganancia. Los gastos administrativos serán distintos, según sea el plan standard o creado especialmente para la empresa.

Para hallar el plan óptimo, se calculará el precio objetivo de los planes en el orden indicado por la clasificación ya efectuada. El primer plan cuyo precio objetivo sea inferior o igual al solicitado por la empresa, es el plan óptimo.

## Modelo

### Indice de los Planes

Partimos de la sección del Anexo 2 referida a las preferencias. Trabajaremos con las calificaciones divididas por 10, de forma que cada opción dentro de cada grupo de servicios tendrá un valor entre 0 y 1. De esta forma, cada plan pertenecerá a un conjunto borroso de planes satisfactorios con el grado de pertenencia dado por dichos valores, en cada grupo de servicios. Si a cada uno de los grupos de servicios los denominamos “a”, “b”, “c”, “d”, y “e”, según lo indicado a continuación, tendremos para cada plan el siguiente conjunto borroso de pertenencia a los planes de salud satisfactorios:

$\square AA = \{(a/g_a); (b/g_b); (c/g_c); (d/g_d); (e/g_e)\}$  donde:

Denominación	Concepto
<i>a</i>	Copagos Consultas
<i>b</i>	Copagos (por Orden) Laboratorio y Radiología
<i>c</i>	Copagos Exámenes y Prácticas
<i>d</i>	Cobertura (Descuento) Farmacia
<i>e</i>	Cartilla Internación

Cada paréntesis representa un grupo de servicios de salud, con su respectivo grado de pertenencia *g*.

Evidentemente, el mejor perfil de planes de salud es el siguiente:

$\square ME = \{(a/1); (b/1); (c/1); (d/1); (e/1)\}$

Una forma de elegir el plan óptimo para la empresa es calculando la distancia de Hamming entre éste último conjunto  $\square ME$  y el conjunto borroso que describe a cada plan, y elegir el plan de menor distancia. Sin embargo, este método no tendría en cuenta la importancia que la empresa le da a cada categoría de servicios de salud. Con lo cual veremos un método alternativo que sí tenga en cuenta esta cuestión.

Los niveles de importancia que encontramos como opciones en el formulario a completar por la empresa estarán representados por los siguientes números borrosos triangulares (NBT):

Nivel de Importancia	Número Borroso Triangular
Muy Importante	NBT (7;10;10)
Bastante Importante	NBT (5;7;8)
Medianamente Importante	NBT (3;5;6)
Poco Importante	NBT (1;3;4)
Nada Importante	NBT (0;0;2)

Se puede observar que los valores se superponen. Por ejemplo, el 7,50 es una ponderación que se asigna con distintos grados de pertenencia a los niveles de importancia “Muy Importante” y “Bastante Importante”.

Si representáramos los niveles de importancia con un número nítido ( $N_a, N_b, N_c, N_d$  y  $N_e$ , respectivamente), donde el subíndice indica la categoría de servicios a la que se refiere cada número, podríamos calcular directamente un índice que describe el grado de satisfacción del plan efectuando la siguiente suma:

$$\text{Índice} = N_a \cdot g_a + N_b \cdot g_b + N_c \cdot g_c + N_d \cdot g_d + N_e \cdot g_e$$

Sin embargo, los ponderadores son números borrosos triangulares, con lo cual, el resultado de esta operación será también un número triangular. Para calcular este número, en primer lugar expresaremos los números borrosos triangulares como intervalos nítidos de nivel  $\alpha$ .

NBT	Intervalo Nítido de Nivel $\alpha$
$\text{NBT}_s(x; y; z)$	$[L_s; U_s] = [x + (y - x) \cdot \alpha; z - (z - y) \cdot \alpha]$ $s = a; b; c; d; e$

El número borroso triangular que describe a cada plan será:

$$\text{Índice} = \text{NBT}_a \cdot g_a + \text{NBT}_b \cdot g_b + \text{NBT}_c \cdot g_c + \text{NBT}_d \cdot g_d + \text{NBT}_e \cdot g_e$$

Para obtener dicho número, utilizaremos la expresión en intervalos nítidos de nivel  $\alpha$ , ya que se cumplen las siguientes propiedades:

NBT	Intervalo Nítido de Nivel $\alpha$
$\text{NBT}(a_1; a_2; a_3)$	$A_\alpha = [A_1; A_2]$
$\text{NBT}(b_1; b_2; b_3)$	$B_\alpha = [B_1; B_2]$
$k \cdot \text{NBT}(a_1; a_2; a_3)$	$C_\alpha = [k \cdot A_1; k \cdot A_2]$
$\text{NBT}(a_1; a_2; a_3) + \text{NBT}(b_1; b_2; b_3)$	$D_\alpha = [A_1 + B_1; A_2 + B_2]$

En las dos primeras filas definimos NBTs genéricos, y en las dos últimas, el resultado de multiplicar un NBT por una constante, y el resultado de la suma de dos NBTs. Como se puede observar, los resultados son también NBTs.

Procedemos entonces a calcular los intervalos de nivel  $\alpha$  del NBT que describe a cada plan:

$$P_\alpha = [P_1; P_2]$$

Donde:

$$P_1 = L_a \cdot g_a + L_b \cdot g_b + L_c \cdot g_c + L_d \cdot g_d + L_e \cdot g_e = j + k \cdot \alpha$$

$$P_2 = U_a \cdot g_a + U_b \cdot g_b + U_c \cdot g_c + U_d \cdot g_d + U_e \cdot g_e = i - m \cdot \alpha$$

Con lo cual el NBT obtenido es  $\text{NBT}(j; j + k = i - m; i)$ , que es el índice que describe al plan P.

### Clasificación de los planes

El procedimiento recién efectuado debe llevarse a cabo para todos los planes. Con lo cual cada plan estará descrito por un NBT. Estamos entonces frente a un problema de clasificación, porque no podemos resolverlo como vimos en la sección anterior con los números nítidos, eligiendo el mayor. Los NBT de los planes pueden superponerse, o estar uno incluido en otro. Con lo cual utilizaremos el criterio del área del NBT sobre el eje de las ordenadas (el grado de pertenencia). Cuanto mayor sea esta área, más alejado estará el NBT del eje de ordenadas, con lo cual, eligiendo el de mayor área estaríamos eligiendo el “mayor” índice bajo este criterio.

El área sobre el eje de ordenadas de un NBT  $(a_1; a_2; a_3)$  es:

$$\text{Area} = \frac{a_2 + a_1}{2} \cdot 1 + \frac{a_3 + a_2}{2} \cdot 1 = \frac{a_1 + a_3}{2} + a_2$$



Habrá que calcular esta área para todos los planes, y luego ordenamos los planes según el área de mayor a menor.

### **Elección del Plan  ptimo**

En el Anexo 1 se muestra la estructura de la cotización de un plan para una empresa con la siguiente distribución área de empleados junto con sus grupos familiares:

Rango de Edad	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80	Total
C�pitas	54	84	108	127	78	61	15	11	<b>538</b>

La distribución área, junto con las características de cada plan, determinan la utilización esperada de cada una de las categorías de servicio de salud. La información utilizada para calcular la utilización esperada es la siguiente:

#### *1) Información por edad*

Consultas pmpy con y sin copagos

Emergencias pmpy

 rdenes Laboratorio y Radiología pmpy con y sin copagos en consultas

Exámenes y Prácticas pmpy con y sin copagos en consultas

Recetas Farmacia pmpy con descuento 50%

Días clínicos anuales cada 1000 c pitas

Admisiones quirúrgicas anuales cada 1000 c pitas

Admisiones maternidad anuales cada 1000 c pitas

Días terapia anuales cada 1000 c pitas

#### *2) Laboratorio, Radiología, Exámenes y Prácticas*

Reducción de la utilización pmpy por copagos en estos rubros:

#### *3) Cantidad de Recetas pmpy según descuento en farmacia*

40%: 90% de la cantidad con descuento del 50%

60%: 110% de la cantidad con descuento del 50%

Dada la información de utilización por edad, se realiza un promedio ponderado de esa utilización según las c pitas por edad de la empresa. Luego ese promedio ponderado se puede ajustar para alguna categoría de salud según el tipo de cobertura. Los valores finales son los plasmados en la estructura de cotización del Anexo 1 en las columnas de utilización, según se explica a continuación.

En el Anexo 1, en primer lugar se detallan los datos del plan. Luego se calcula el costo médico ambulatorio y por internación. Finalmente, se suman los gastos administrativos, comisiones, impuestos y margen de ganancia y seguridad para obtener el precio objetivo.

#### *Costo Médico Ambulatorio*

Para cada concepto (excepto los capitados), tenemos en primer lugar la columna utilización pmpy. En esta columna se ingresa la cantidad (de órdenes o prestaciones, según corresponda) esperada por persona por año (pmpy: per member, per year). En la segunda columna, tenemos el costo promedio de cada prestación u orden (según corresponda). En la tercera, encontramos el importe en concepto de copago o coseguro (importe de la prestación a cargo del socio), que debe ser restado del costo de la prestación para obtener el costo neto, que es el costo a cargo de la Prepaga. Finalmente, en la última columna calculamos el costo esperado ppm (por persona por mes), que surge de multiplicar la utilización pmpy por el costo neto, y dividirla por 12.

En los servicios capitados, como se explicó anteriormente, el costo no depende de las prestaciones efectuadas, con lo cual sólo se completa la última columna, directamente con el costo por mes por persona del servicio.

### Costo Médico por Internación

En este caso tenemos dos indicadores de utilización: las admisiones anuales ('000) son la cantidad esperada de internaciones por año cada 1000 personas, mientras que los días anuales ('000) indican la cantidad esperada de días de internación por año cada 1000 personas. Utilizamos el primer indicador cuando el precio de las prestaciones es por módulo, es decir, el costo depende de la cantidad de internaciones y no de la duración de las mismas. El segundo se utiliza cuando el precio es por día de internación; en este caso no es necesario analizar la cantidad de internaciones, sino la cantidad total de días de internación. En la tercera y cuarta columna tenemos el precio de las prestaciones por módulo o por día, según corresponda. En la última columna, nuevamente obtenemos el costo pmpm multiplicando la utilización por el costo, y dividiendo por 12 y por 1000 (ya que los indicadores de utilización son cada 1000 personas).

Los honorarios quirúrgicos y de maternidad dependen también de la cantidad de internaciones y no de los días de internación, con lo cual, el cálculo del costo pmpm es similar al de las internaciones con precio por módulo.

### Gastos Administrativos, Comisiones, Margen e Impuestos

Los gastos administrativos son un 10% del costo médico si el plan es standard, y un 20% si el plan es especialmente creado para la empresa. Las comisiones son un 7%, el margen un 5% y los impuestos un 4% sobre el precio final.

### Plan Óptimo

Con una macro muy simple se calcula sucesivamente el precio objetivo pmpm de los planes según el orden indicado por la clasificación. El primer plan con un precio menor o igual que el máximo indicado por la empresa es el óptimo.

## Un caso práctico

Aplicaremos el modelo a una empresa con la distribución etárea descrita en la sección anterior, y con las preferencias y prioridades completadas en el formulario del Anexo 2.

Calcularemos en primer lugar el Índice (NBT) que describe al plan el CVX5C, que no tiene copagos en consultas, tiene \$5 de copagos en laboratorio y radiología y \$10 en prácticas y exámenes. El descuento en farmacia es del 50%, y la cartilla en internación es la C. El conjunto borroso de pertenencia a los planes de salud satisfactorios de este plan es:

$$\bar{A} = \{(a/1); (b/0,6); (c/0,4); (d/0,7); (e/0,4)\}$$

De acuerdo a lo completado por la empresa en la sección "Importancia" del formulario, el índice correspondiente a este plan es:

$$\begin{aligned} \text{Índice} = & \text{NBT}(7;10;10) \cdot 1 + \text{NBT}(7;10;10) \cdot 0,6 + \text{NBT}(7;10;10) \cdot 0,4 + \\ & + \text{NBT}(5;7;8) \cdot 0,7 + \text{NBT}(3;5;6) \cdot 0,4 \end{aligned}$$

Expresaremos ahora los NBT a través de Intervalos Nítidos de Nivel  $\alpha$ .

NBT	Intervalo Nítido de Nivel $\alpha$
NBT (7;10;10)	$[7 + 3 \cdot \alpha ; 10]$
NBT (5;7;8)	$[5 + 2 \cdot \alpha ; 8 - \alpha]$
NBT (3;5;6)	$[3 + 2 \cdot \alpha ; 6 - \alpha]$

$$P_\alpha = [P_1 ; P_2]$$

Donde:

$$P_1 = L_a \cdot 1 + L_b \cdot 0,6 + L_c \cdot 0,4 + L_d \cdot 0,7 + L_e \cdot 0,4 = 18,7 + 8,2 \cdot \alpha$$

$$P_2 = U_a \cdot 1 + U_b \cdot 0,6 + U_c \cdot 0,4 + U_d \cdot 0,7 + U_e \cdot 0,4 = 28 - 1,1 \cdot \alpha$$

Por lo tanto, el NBT del plan CVX5C es NBT( 18,7 ; 26,9 ; 28,0 ), y el área sobre el eje de ordenadas es 50,25.

En el Anexo 3 se presentan los primeros 50 planes según esta clasificación.

Esta empresa está dispuesta a pagar hasta 45\$ por el plan. En el mismo anexo podemos observar que el plan óptimo es el 31 en el ranking, ya que es el primero con un precio menor o igual a 45\$.

## Conclusiones

El plan TCC6C es el óptimo para la empresa que estamos tomando como ejemplo. Tiene \$3 de copagos en consultas, no tiene copagos en laboratorio, radiología, prácticas ni exámenes, tiene un descuento en farmacia del 60% y la cartilla de internación es la C (compartida con todos los prestadores).

Este resultado es coherente con las preferencias y prioridades de la empresa. La misma prefiere un plan sin copagos con habitación individual y el mayor descuento en farmacia posible. Pero dado el límite del precio, no lo puede obtener, y como estableció como más importante los copagos y el descuento en farmacia que la cartilla, el plan óptimo resultó el recién descrito.

La elección del plan óptimo depende en gran medida de que la empresa complete en forma correcta el formulario con sus preferencias y prioridades, lo cual es bastante difícil. Por lo cual se pueden presentar a la misma los primeros (por ejemplo, los tres primeros) planes en el ranking con precio menor o igual al máximo indicado para que la misma escoja entre combinaciones ya completas.

Como se ha mencionado al establecer los supuestos, aquí se expuso un modelo muy simplificado. Las categorías de salud utilizadas están muy agregadas, y para cada categoría, puede haber más de un tipo de contrato con los prestadores. Esto se puede solucionar subdividiendo las categorías en dichos tipos de contratos, teniendo en cuenta que también habrá que subdividir la utilización. La subdivisión de las categorías también se relaciona con los tipos de cobertura disponibles para todas las categorías. Puede haber copagos distintos, o porcentajes de cobertura distintos para cada una de los nuevos grupos de servicios. A su vez, aún aunque no se utilicen más categorías, puede haber una mayor cantidad de alternativas de cobertura.

Todas estas cuestiones no son muy complicadas de resolver sin cambiar en gran medida el modelo. Pero el mayor problema que surge, y sobre el cual habría que trabajar, es que el modelo necesita calcular el Índice y el Área de todos los planes, y el precio de todos los planes hasta llegar al primero factible.

Sería conveniente entonces buscar un método que permita llegar al plan óptimo sin necesidad de efectuar cálculos para todos los planes posibles.

## Referencias

- Stephen M. Cigich - "The Managed Health Care Handbook" - Cap. 43: "Rating and Underwriting".
- Lee E. Launer - "The pricing of Managed Care Plans and Capitation Programs".
- Sonia Lowenthal - "Cotizaciones de Planes de Salud" - Seminario de Integración y Aplicación FCE - UBA - Junio 2001.

- María Teresa Casparri y Javier García Fronti - "Aplicación de Fuzzy Sets al cálculo del valor actual neto" - 17 Jornadas de Profesores Universitarios de Matemática Financiera - Bs. As. - Agosto 1996.
- Luisa Lazzari - "Los Conjuntos Borrosos: una herramienta para la toma de decisión en condiciones de incertidumbre" - Segundas Jornadas Actuariales Bs. As. 2001.
- C. Bertoluzza, N. Corral y A. Salas - "On a new class of distances between fuzzy numbers" - Mathware Soft Comput. (1995) - pp. 71-84.
- G. Bortolan y R. Degani - "A review of some method for ranking fuzzy sets" - Fuzzy Sets and Systems (1985) - pp. 1-19.
- P.T. Chang y E.S. Lee - "Ranking fuzzy sets based on the concept of existence." - Comput. Math. Appl. (1994) - pp. 1-21. Abstract
- D. Dubois y H. Prade - "Ranking of fuzzy numbers in the setting of possibility theory." - Inform. Sci. (1983) - pp. 183-224
- A. Kaufman y M. Gupta. - "Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Application" - Van Nostrand Reinhold Company - New York (1985).

## ANEXO I

### Estructura de Cotización

<u>Plan</u>	VXX4D
-------------	-------

Copagos Consultas	\$ 5
Copagos Laboratorio y Radiología	\$ 10
Copagos Exámenes y Prácticas	\$ 10
Cobertura Farmacia	40%
Cartilla Internación	D

### Ambulatorio

Concepto		Utilización pmpy	Costo Prestación	Copago/ Coseguro	Costo Neto	Costo pmpm
Consultas		5.078	\$ 15.00	\$ 5.00	\$ 10.00	\$ 4.23
Emergencias		0.172	\$ 30.00		\$ 30.00	\$ 0.43
Laboratorio y Radiología	(órdenes)	2.939	\$ 25.00	\$ 10.00	\$ 15.00	\$ 3.67
Exámenes y Prácticas		1.552	\$ 30.00	\$ 10.00	\$ 20.00	\$ 2.59
Farmacia	(recetas)	3.229	\$ 26.00	\$ 15.60	\$ 10.40	\$ 2.80
Odontología	(capitado)					\$ 1.50
Psicología y Psiquiatría	(capitado)					\$ 1.20
<b>Total Ambulatorio</b>						<b>\$ 16.42</b>

### Internación

Concepto	Admisiones Anuales (‘000)	Días Anuales (‘000)	Costo Módulo	Costo Día	Costo pmpm
Clínica		114		\$ 120	\$ 1.14
Terapia		5		\$ 250	\$ 0.11
Quirúrgica	30		\$ 1,000		\$ 2.50
Maternidad	12		\$ 800		\$ 0.77
<b>Subtotal Internación</b>					<b>\$ 4.51</b>
Honorarios Quirúrgicos	30		\$ 500		\$ 1.25
Honorarios Maternidad	12		\$ 400		\$ 0.39

**Subtotal Honorarios** **\$ 1.64**

**Total Internación** **\$ 6.15**

**Total Costo Médico** **\$ 22.57**

Gastos				
Administrativos	(standard)	10%	sobre Costo Médico	\$ 2.26
Comisiones		7%	sobre Precio	\$ 2.07
Margen		5%	sobre Precio	\$ 1.48
Impuestos		4%	sobre Precio	\$ 1.18

**Precio Objetivo pmpm** **\$ 29.55**

## ANEXO II

### Preferencias

Esta sección se debe completar con una calificación de 0 a 10, donde 0 significa que es inaceptable para la empresa un plan con ese tipo de cobertura en la prestación que se esté evaluando, y 10 significa que un plan con ese tipo de cobertura es totalment

#### Copagos Consultas

Copago	Calificación
0	10
3	6
5	3

#### Copagos Laboratorio y Radiología

Copago	Calificación
0	10
5	6
10	3

#### Copagos Prácticas y Exámenes

Copago	Calificación
0	10
5	7
10	4

#### Descuento Farmacia

Descuento	Calificación
40%	5
50%	7
60%	10

#### Cartilla Internación

Cartilla	Calificación
A	10
B	8
C	4
D	2

### Prioridades

En esta sección se define la importancia que cada una de las opciones de la sección anterior tiene para el plan en conjunto, eligiendo para cada concepto una de las alternativas disponibles.

Concepto	Muy Importante	Bastante Importante	Medianamente Importante	Poco Importante	Nada Importante
Copagos Consultas	xx				
Copagos Laboratorio y Radiología	xx				
Copagos Prácticas y Exámenes	xx				
Descuento Farmacia		xx			
Cartilla Internación			xx		

### ANEXO III

#### Planes Ordenados según el Area (primeros 100)

Ranking	Plan	NBT( x ; y ; z )			Area	Precio Objetivo pmpm
		x	y	z		
1	CCC6A	29.0	42.0	44.0	78.50	\$ 50.6
2	CCC6B	28.4	41.0	42.8	76.60	\$ 52.4
3	CCC5A	27.5	39.9	41.6	74.45	\$ 49.0
4	CCV6A	26.9	39.0	41.0	72.95	\$ 54.0
5	CCC6C	27.2	39.0	40.4	72.80	\$ 49.4
6	CCC5B	26.9	38.9	40.4	72.55	\$ 46.4
7	CCC4A	26.5	38.5	40.0	71.75	\$ 51.9
8	CVC6A	26.2	38.0	40.0	71.10	\$ 53.0
9	TCC6A	26.2	38.0	40.0	71.10	\$ 49.6
10	CCV6B	26.3	38.0	39.8	71.05	\$ 46.9
11	CCC6D	26.6	38.0	39.2	70.90	\$ 48.0
12	CCC4B	25.9	37.5	38.8	69.85	\$ 49.1
13	CVC6B	25.6	37.0	38.8	69.20	\$ 50.2
14	TCC6B	25.6	37.0	38.8	69.20	\$ 46.8
15	CCV5A	25.4	36.9	38.6	68.90	\$ 47.9
16	CCC5C	25.7	36.9	38.0	68.75	\$ 47.7
17	CCX6A	24.8	36.0	38.0	67.40	\$ 52.9
18	CCV6C	25.1	36.0	37.4	67.25	\$ 48.2
19	CVC5A	24.7	35.9	37.6	67.05	\$ 51.2
20	TCC5A	24.7	35.9	37.6	67.05	\$ 47.8
21	CCV5B	24.8	35.9	37.4	67.00	\$ 45.3
22	CCC5D	25.1	35.9	36.8	66.85	\$ 46.2
23	CCV4A	24.4	35.5	37.0	66.20	\$ 50.7
24	CCC4C	24.7	35.5	36.4	66.05	\$ 46.1
25	CVV6A	24.1	35.0	37.0	65.55	\$ 51.8
26	CXC6A	24.1	35.0	37.0	65.55	\$ 51.0
27	TCV6A	24.1	35.0	37.0	65.55	\$ 48.6
28	VCC6A	24.1	35.0	37.0	65.55	\$ 48.4
29	CCX6B	24.2	35.0	36.8	65.50	\$ 50.1
30	CVC6C	24.4	35.0	36.4	65.40	\$ 47.2
31	TCC6C	24.4	35.0	36.4	65.40	<b>\$ 43.8</b>
32	CCV6D	24.5	35.0	36.2	65.35	\$ 46.8
33	CVC5B	24.1	34.9	36.4	65.15	\$ 48.4
34	TCC5B	24.1	34.9	36.4	65.15	\$ 45.1
35	CVC4A	23.7	34.5	36.0	64.35	
36	TCC4A	23.7	34.5	36.0	64.35	
37	CCV4B	23.8	34.5	35.8	64.30	



38	CCC4D	24.1	34.5	35.2	64.15
39	TVC6A	23.4	34.0	36.0	63.70
40	CVV6B	23.5	34.0	35.8	63.65
41	CXC6B	23.5	34.0	35.8	63.65
42	TCV6B	23.5	34.0	35.8	63.65
43	VCC6B	23.5	34.0	35.8	63.65
44	CVC6D	23.8	34.0	35.2	63.50
45	TCC6D	23.8	34.0	35.2	63.50
46	CCX5A	23.3	33.9	35.6	63.35
47	CCV5C	23.6	33.9	35.0	63.20
48	CVC4B	23.1	33.5	34.8	62.45
49	TCC4B	23.1	33.5	34.8	62.45
50	TVC6B	22.8	33.0	34.8	61.80