

## **UNA PROPUESTA DE SELECCIÓN DE ENTIDADES ASEGURADORAS A PARTIR DE UN MODELO DE LÓGICA COMPENSATORIA DIFUSA**

Paulino E. Mallo, María A. Artola, Alicia I. Zanfrillo, Mariano Morettini, Marcelo J. Galante, Mariano E. Pascual, Adrián R. Busetto  
Grupo de Investigación Matemática Borrosa  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
J. A Peña 4216 - Mar del Plata - CP 7600 - Argentina  
martola@infovia.com.ar

Recibido 18 de diciembre de 2008, aceptado 10 de diciembre de 2009

---

### **Resumen**

La toma de decisión del usuario, mediante el análisis de los indicadores provistos por el Mercado Asegurador de la Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN), es un proceso dinámico y complejo, de composición básicamente cualitativa.

Esta característica motivó la aplicación de la lógica compensatoria difusa, porque permite incorporar atributos de compensación en correspondencia con las proposiciones lógicas definidas en el dominio en cuestión, siendo que las mismas constituyen una herramienta fundamental en los modelos de decisión, ya que definen la semántica del alistamiento que los datos producen en sí mismos.

El propósito del presente trabajo está orientado a evaluar las condiciones pre-existentes de las compañías aseguradoras de la República Argentina en la tipología de seguros generales (excepto los de vida), a través de un conjunto de predicados basados en lógica compensatoria difusa, seleccionados a partir de indicadores: generales, patrimoniales, y financieros y de gestión, informados por ellas.

Del conjunto de indicadores se presenta un modelo para el análisis y la evaluación de compañías, que consta de un conjunto de predicados con tres ramas principales: el nivel de endeudamiento comercial, el nivel de judicialización y el nivel de solvencia financiera, utilizados para determinar la confiabilidad.

La selección de los indicadores, que corresponden a la rama de solvencia financiera, se realizó basada en la jerarquización de los ratios, ponderados por la consulta a expertos, resultando como determinantes: rendimiento –resultado del ejercicio–, nivel de respuesta al cliente –disponibilidad frente a las coberturas–, siniestralidad y eficiencia en la gestión.

**Palabras clave:** lógica compensatoria, lógica difusa, indicadores, jerarquización, toma de decisión, compañías de seguro.

---

## **A PROPOSAL FOR SELECTION OF INSURANCE COMPANIES BASED ON A COMPENSATORY FUZZY LOGIC MODEL**

Paulino E. Mallo; María A. Artola; Alicia I. Zanfrillo; Mariano Morettini; Marcelo J. Galante; Mariano E. Pascual; Adrián R. Busetto  
Grupo de Investigación Matemática Borrosa  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
J. A Peña 4216 - Mar del Plata – CP 7600 - Argentina  
martola@infovia.com.ar

Received december 18<sup>th</sup> 2008, accepted december 10<sup>th</sup> 2009

---

### **Abstract**

The decision making of insurances users through the analysis of the indexes of the Insurance Market, provided by the National Insurance Superintendency, is a dynamic and complex process, basically qualitative.

This feature leads to the implementation of the compensatory fuzzy logic, because it allows to incorporate attributes of compensation along with the logic propositions defined in due domain, taking in consideration that those propositions are a fundamental tool in decision models, as they define the semantics of enlistment of data.

The aim of this work is to evaluate the pre-existent conditions of argentine insurance companies, except life insurances, through a group of predicates based on compensatory fuzzy logic, selected since general, patrimonial, financial and management indexes, all informed by those companies.

A model is presented on the grounds of the mentioned indexes, that can be used to analyze and evaluate companies. The model consists in three branches of predicates: commercial indebtedness level, judiciary level and financial solvency level, in order to determinate the reliability of the company.

The selection of financial solvency indexes was made on the basis on their hierarchy, according to experts' opinions. This resulted in the selection of "economic benefits", "response to clients", "loss rate" and "management efficiency".

**Keywords:** compensatory logic, fuzzy logic, indexes, hierarchy, decision making, insurance companies.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN) inició la difusión de una nueva serie de comunicaciones conteniendo una batería de Indicadores del Mercado Asegurador, con el fin declarado de “continuar con la política de dar mayor transparencia y mejorar el suministro de información relativo a las entidades que lo conforman”.

Como en todos los casos, las cifras que se exponen en los Estados Contables fueron proporcionadas por las aseguradoras y cuentan con las firmas del auditor externo y de los Órganos de Administración y Fiscalización (SSN, 2006).

En paralelo con esta comunicación, se difunden también las de Estados Patrimoniales y de Resultados, y Estado de Cobertura de Compromisos Exigibles y Siniestros Liquidados a Pagar, completándose entre las tres un panorama general de los Estados Contables de las aseguradoras al 31 de marzo de 2008.

Finalmente, ya se mencionó en la comunicación con la que se inició esta serie, que el informe contiene un conjunto de indicadores mediante los cuales se muestran diversas facetas de cada una de las aseguradoras, tanto en relación a su solvencia y patrimonio, como en los aspectos que muestran los estados de la gestión financiera, técnica y administrativa.

Al 31 de marzo de 2008, han presentado sus balances 183 entidades: (98 de Seguros Generales y Mixtas, 5 de Transporte Público Pasajeros, 13 que operan en forma exclusiva Riesgos del Trabajo, 45 exclusivamente en Seguros de Vida y afines, y 22 de Seguros de Retiro).

El análisis de riesgo de cada entidad crediticia se debe realizar observando los valores correspondientes a cada indicador sin disponer de uno genérico que pueda dar cuenta de su rendimiento, es decir se deben recorrer todas las categorías de ratios para apreciar el desempeño global de cada compañía.

La falta de dicho indicador genérico, que dé cuenta del accionar global de la entidad, es una problemática apenas discernible en el mercado asegurador, no permitiendo así la evaluación de las entidades de forma eficiente.

Las técnicas tradicionales no suministran una solución apropiada para este contexto informacional, que presenta información imprecisa o faltante

en una amplia variedad de casos en los Estados Contables, situación que la lógica difusa aborda con mayor solidez y la lógica compensatoria provee modelos lingüísticos que expresan a través de proposiciones lógicas la traducción de frases ambiguas al estilo coloquial (Kaufmann y Gil Aluja, 1987), (Espín Andrade *et al.*, 2004a), (Espín Andrade *et al.*, 2004b).

El propósito del trabajo es favorecer la evaluación de las entidades aseguradoras en los seguros generales (exceptuando los de vida), a través de un ratio de agregado surgente de un modelo difuso compensatorio asignando a cada indicador un número determinado de etiquetas lingüísticas que se traducirán en números difusos, pertenecientes al intervalo  $[0,1]$ , utilizando diferentes escalas semánticas para ayudar a los expertos a calificar el nivel o grado de cada característica y finalmente, al usuario de dicha información.

## **2. LÓGICA COMPENSATORIA DIFUSA. SUS BENEFICIOS**

La lógica difusa, a través de la negación del principio de no-contradicción, facilita la matización del conocimiento, que entendida como una rama de la inteligencia computacional permite manejar información vaga o de difícil especificación, cuando se la quiere utilizar objetivamente con un fin específico. De esta manera se convierte en una herramienta para modelar el conocimiento o la comprensión de conceptos (Espín Andrade *et al.*, 2004a), (Espín Andrade *et al.*, 2004b).

Además permite implementar un proceso por medio de predicados que generalmente se refieren a cantidades indefinidas o inciertas, que pueden obtenerse con sistemas que “aprenden” al “procesar” datos reales o pueden también ser formulados por un experto humano o, mejor aún, por el consenso entre varios de ellos.

Su flexibilidad la hace apropiada para los sistemas de asistencia en la toma de decisiones, ya que su capacidad para elaborar modelos lingüísticos la hace muy útil para resolver problemas reales y brinda un esquema adecuado para mejorar la comunicación de los que deben tomar decisiones y los expertos que ayudan a clarificarlas mediante sus conocimientos.

Uno de los últimos aportes de la comunidad científica al respecto es propiciar un enfoque para aplicaciones de toma de decisiones con una capacidad práctica evidente, denominado Lógica Compensatoria Difusa. Se

trata de un nuevo sistema multivalente que rompe con la axiomática tradicional de este tipo de sistemas para lograr un comportamiento semánticamente mejor a los sistemas clásicos (Delgado, 2005a) y (Delgado, 2005b).

Enfoque que posee las siguientes propiedades, entre otras:

- Es sensible ante cambios en los predicados básicos.
- Es interpretable de acuerdo a escalas categóricas de veracidad.
- Permite la compensación de los valores de unos predicados básicos con otros.
- No es asociativo, por lo que diferencia entre las jerarquías que la asociatividad iguala.

Además, brinda nuevas operaciones para implementar operadores lógicos, entre otros: conjunción y disyunción<sup>1</sup>, permitiendo un sistema lógico de modelación simultánea de los procesos deductivos y de toma de decisiones, ya que tiene en cuenta simultáneamente predicados o afirmaciones que hasta pueden ser contradictorios.

En los procesos que requieren toma de decisiones, el intercambio con los expertos lleva a obtener formulaciones complejas y sutiles que requieren de predicados compuestos. En estos casos los valores de verdad obtenidos sobre estos predicados compuestos deben poseer sensibilidad a los de los predicados básicos, renunciando al cumplimiento de las propiedades clásicas de la conjunción y la disyunción, contraponiendo a éstas la idea de que aumento o disminución del valor de verdad de la conjunción o la disyunción provocadas por el cambio del valor de verdad de una de sus componentes puede ser “compensado” con la correspondiente disminución o el aumento de la otra (Espín Andrade y Vanti, 2005).

Algunos de los operadores propuestos por la Lógica Compensatoria son los siguientes:

- la conjunción (“*and*”), que está dada por la media geométrica de los valores de verdad que toma el predicado de la variable analizada y que se expresa de la siguiente manera:

---

<sup>1</sup> Una de sus ventajas, frente a otros operadores como mínimos y/o máximos, es posibilitar la compensación de atributos.

$$c(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n} = (X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n)^{1/n}$$

y su representación gráfica es la Figura 1.

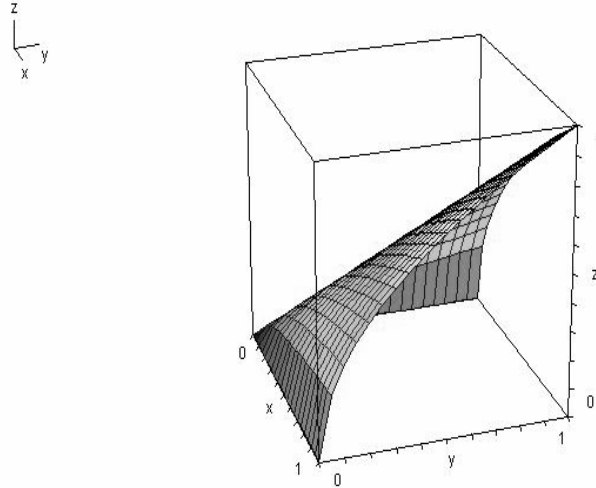
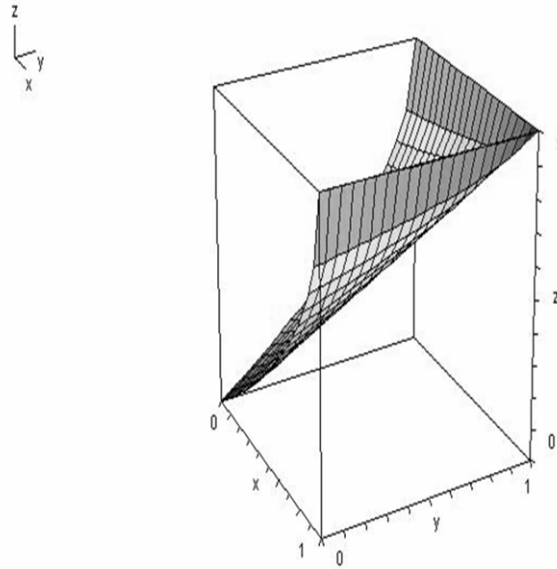


Figura 1. Operador *and*

- la disyunción (“*or*”), representada por el complemento de la media geométrica de las negaciones de los valores de verdad, calculada conforme a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} d(X_1, X_2, \dots, X_n) &= 1 - \sqrt[n]{(1 - X_1) \cdot (1 - X_2) \cdot \dots \cdot (1 - X_n)} \\ &= 1 - [(1 - X_1) \cdot (1 - X_2) \cdot \dots \cdot (1 - X_n)]^{1/n} \end{aligned}$$

con la siguiente representación de la Figura 2.

Figura 2. Operador *or*

En ambas expresiones  $X_i \setminus i=1,2,\dots,n$  representan los valores de verdad de las sentencias, siendo éstas los predicados de la variable analizada expresada en valores del intervalo  $[0,1]$ , donde 1 representa la verdad absoluta y 0 la no-verdad absoluta (o la negación total de esa verdad). Además las negaciones de los valores de verdad de cada predicado son calculadas como su complemento, de la siguiente manera:

$$n(X_i) = 1 - X_i.$$

En conclusión, esta lógica ofrece un esquema de trabajo adecuado conjugando la ventaja de implementar conceptos inciertos con la posibilidad de manejar sentencias en lenguaje natural.

La modelización de la vaguedad se logra a través de variables lingüísticas, lo que permite aprovechar el conocimiento de los expertos, al contrario de lo que ocurre en otros métodos más cercanos a las cajas negras y exclusivamente basados en datos, como por ejemplo las redes neuronales.

Dichas variables lingüísticas tienen su fundamento en escalas del tipo

siguiente (Tabla 1):

Valor de verdad	Categoría
0	Falso
0.1	Casi falso
0.2	Bastante falso
0.3	Algo falso
0.4	Más falso que verdadero
0.5	Tan verdadero como falso
0.6	Más verdadero que falso
0.7	Algo verdadero
0.8	Bastante verdadero
0.9	Casi verdadero
1	Verdadero

Tabla 1. Valores de verdad

En una etapa inicial se procede a la representación gráfica (por ejemplo histograma) de los valores de los indicadores, con estas representaciones puede comprenderse que las ideas expresadas, como por ejemplo “alto” o “bajo”, en realidad representan intervalos de rigores diferentes. Mediante el análisis de dichas representaciones, se determinan funciones de pertenencias preliminares para definir los conjuntos difusos “Alto”, “Mediano”, “...”, etc., conforme a las etiquetas definidas para cada indicador.

Dichas funciones de pertenencia pueden tener diferentes estructuras: rectas, en  $Z$ , gaussianas, etc.

En este caso, la asignación de funciones a los predicados corresponde a la distribución de los datos, seleccionándose como más representativas las de tipo:

- sigmoideal o sigmoidea, definida por sus límites inferior  $a$ , superior  $b$  y el valor  $m$  punto de inflexión, tales que  $a < m < b$ .

El crecimiento es más lento cuanto mayor sea la distancia  $a - b$ . Para el



caso concreto de  $m = \frac{(a+b)}{2}$ , que es lo usual, se obtiene la siguiente gráfica, con su correspondiente función de pertenencia:

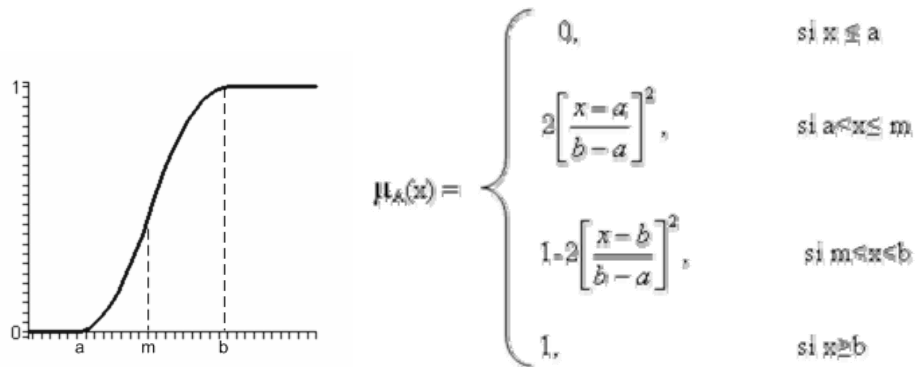


Figura 3. Función sigmoideal, representación gráfica y función de pertenencia

- trapezoidal, definida por sus límites inferior  $a$ , superior  $d$ , y los límites de soporte inferior  $b$  y superior  $c$ , tal que  $a < b < c < d$ , cuya representación y función de pertenencia pueden generalizarse de la siguiente manera:

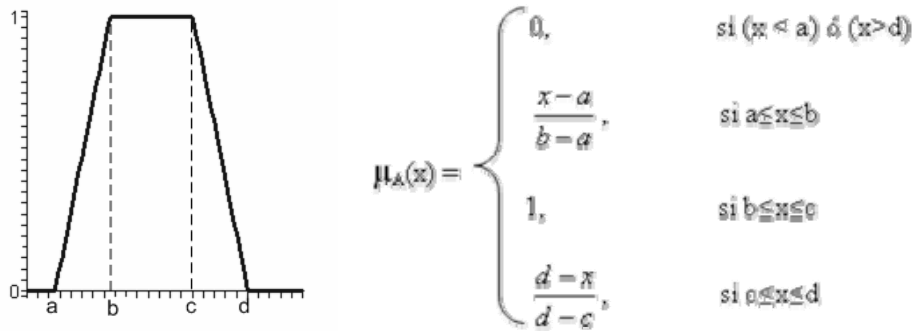


Figura 4. Función trapezoidal, representación gráfica y función de pertenencia

Esta función posee casos especiales, en los que algunos parámetros toman valores no finitos, como puede ser:

- con parámetros  $a = b = -\infty$ , que se representa de la siguiente manera:

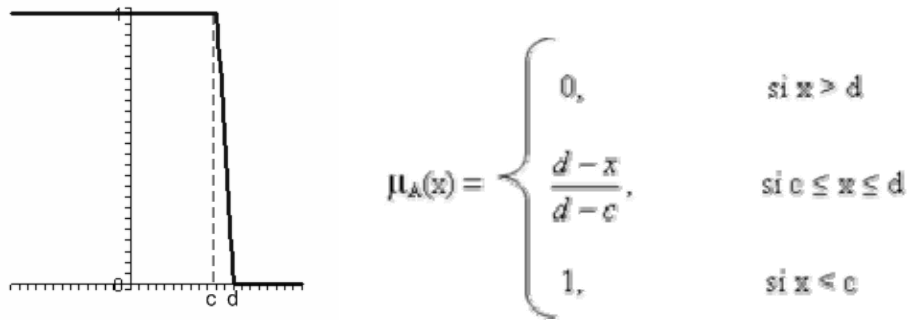


Figura 5. Función trapezoidal unilateral izquierda, gráfica y función de pertenencia - las que tienen los parámetros  $c = d = \infty$ , con la siguiente representación:

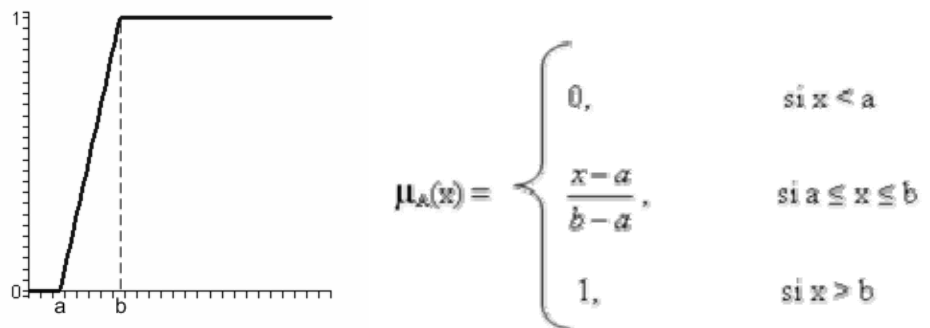


Figura 6. Función trapezoidal unilateral derecha, gráfica y función de pertenencia

De esta manera, se puede lograr un modelo que puede ser más fácilmente comprendido y aceptado por los usuarios de estos valores, en nuestro caso índices económicos, que generalmente no dominan las ciencias matemáticas ni las contables.

Finalmente se deja constancia de que se aborda el problema como uno correspondiente a la disciplina de asistencia en la toma de decisiones. En este contexto la decisión a tomar sería a qué compañía darle la confianza para que asegure de la mejor manera los riesgos que se pretenden cubrir, obteniendo ante un siniestro mejor respuesta y cobertura.

### 3. MODELO DE OPCIÓN Y EVALUACIÓN

Para la construcción del modelo soportado por la lógica compensatoria difusa se siguieron los siguientes pasos (Delgado, 2005a), (Delgado y Espín, 2008):

1. Selección de los ratios generales, financieros, y patrimoniales y de gestión que resultan más determinantes de la confiabilidad de las empresas aseguradoras
2. Diseño del modelo para determinar la confiabilidad
3. Evaluación del modelo con un caso de análisis

#### Selección de los ratios<sup>2</sup>

La selección de los ratios de una serie disponible (ver Anexo I del presente trabajo, donde se explicitan las formas de cálculo y su interpretación) se fundamenta en un análisis previo, que consistió en la segmentación jerárquica, que basada en la búsqueda de factores relevantes permitió la identificación de las variables que más contribuyen en la clasificación de las entidades aseguradoras en términos de confiabilidad mediante el uso de técnicas de minería de datos<sup>3</sup> (Fayyad *et al.*, 1996), (Orallo *et al.*, 2004), (Mallo *et al.*, 2008).

#### Modelo propuesto

Los indicadores seleccionados para el modelo se presentan en la Tabla 2 y luego se detalla la forma proposicional de cada predicado interviniente en el modelo.

---

<sup>2</sup> En el Anexo, Tabla 4, se especifica la totalidad de los ratios informados por la SSN con expresa indicación de su forma de cálculo y el rango de los resultados finales (absoluto o relativo según corresponda).

<sup>3</sup> Trabajo denominado: "Una propuesta de construcción de indicadores para el análisis de la confiabilidad en las entidades aseguradoras argentinas", presentado en el VIII Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística y XXXVI Coloquio Argentino de Estadística; Montevideo; desarrollado del 8 al 11 de octubre de 2008, de autoría del mismo grupo de investigación.

<b>Criterio: Endeudamiento B(x)</b>	
<i>Índice de endeudamiento, B(x)</i>	Cociente entre las deudas y las primas emitidas
<b>Criterio: Judicialización C(x)</b>	
<i>Índice de judicialización, C(x)</i>	Cociente entre cantidad de juicios y primas emitidas
<b>Criterio: Solvencia financiera D(x)</b>	
<i>Índice de solvencia financiera compuesto por:</i>	
a) <i>Índice de gestión, E(x)</i>	Cociente entre gastos totales y primas
b) <i>Índice de siniestralidad, F(x)</i>	Cociente entre siniestros y primas
c) <i>Índice de eficiencia, G(x)</i>	Cociente entre resultado del ejercicio y primas
d) <i>Índice de capacidad de respuesta, H(x)</i>	Cociente entre las disponibilidades e inversiones y las deudas

Tabla 2. Selección de indicadores de Estados Contables de las aseguradoras argentinas

Detalle de los predicados utilizados:

$A(x)$ :  $x$  es una compañía aseguradora confiable

$B(x)$ :  $x$  tiene un bajo nivel de endeudamiento

$C(x)$ :  $x$  tiene un bajo nivel de judicialización

$D(x)$ :  $x$  tiene un alto nivel de solvencia financiera

$E(x)$ :  $x$  tiene una gestión eficiente

$F(x)$ :  $x$  tiene un bajo nivel de siniestralidad

$G(x)$ :  $x$  tiene un buen resultado en el ejercicio económico

$H(x)$ :  $x$  tiene una alta capacidad de respuesta

Las expresiones para la determinación de la confiabilidad de las empresas aseguradoras, totalmente subjetivas y que pueden variar de acuerdo al criterio del analista, fueron definidas y consensuadas por un grupo de expertos consultados, quedando establecidas de la siguiente manera:

$$A(x) = B(x) \wedge C(x) \wedge D(x)$$

$$D(x) = H(x) \vee [G(x) \wedge E(x)] \vee [F(x) \wedge (H(x) \vee G(x))],$$

entendiéndose a  $\neg H(x)$  como la negación de valor de verdad del indicador.

Además el signo " $\wedge$ " identifica el cálculo mediante el operador "and" y el signo " $\vee$ " lo hace a través del operador "or".

La selección de expertos se basó en los siguientes criterios: antigüedad en la profesión contable, disciplinas asociadas a la evaluación (Administración, Contabilidad, Economía, Sistemas), experiencia en la temática, trayectoria académica y cargo jerárquico ocupado. Los profesionales corresponden al ámbito académico y profesional; realizándose una serie de rondas de análisis para determinar criterios y proposiciones.

Es decir, consideramos "experto" a la persona que posee un conocimiento específico del tema abordado, sea porque lo ha adquirido en su experiencia profesional, en su formación académica o en una mixtura de ambos.

El modelo propuesto para la opción y la evaluación de compañías aseguradoras se presenta en la Figura 5 y se describe a través del conjunto de predicados siguientes:

*"Una compañía aseguradora resulta confiable en términos económicos si tiene un bajo nivel de endeudamiento comercial, un bajo nivel de judicialización y una buena solvencia financiera.*

*La solvencia financiera se obtiene a través de una alta capacidad de respuesta o bien, de un buen resultado del ejercicio y de una gestión eficiente, o bien de una baja siniestralidad junto con un bajo nivel de respuesta o un alto resultado del ejercicio".*

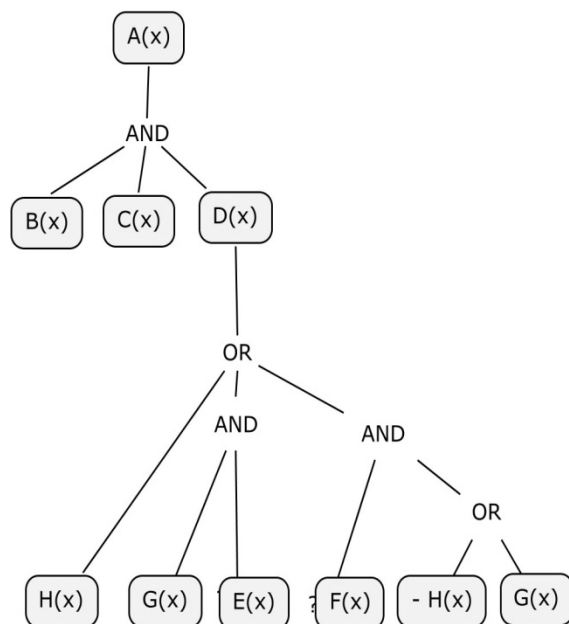


Figura 5. Modelo propuesto para la evaluación de compañías aseguradoras de la República Argentina

El predicado  $D(x)$  corresponde a la frase “*La solvencia financiera se obtiene a través de una alta capacidad de respuesta o bien, de un buen resultado del ejercicio y de una gestión eficiente, o bien de una baja siniestralidad junto con un bajo nivel de respuesta o un alto resultado del ejercicio*” e implica la disyunción entre  $H(x)$  y otras dos composiciones de predicados.

El predicado  $A(x)$  corresponde a la frase “*Una compañía aseguradora resulta confiable en términos económicos si tiene un bajo nivel de endeudamiento comercial, un bajo nivel de judicialización y una buena solvencia financiera*” e implica la conjunción de las proposiciones  $B(x)$ ,  $C(x)$  y  $D(x)$ .

Las etiquetas lingüísticas (definidas en tres<sup>4</sup> niveles, a los efectos de

<sup>4</sup> Un análisis más exhaustivo podría establecer mayores niveles de disgregación de los ratios utilizados, conllevando a mayor cantidad de etiquetas lingüísticas para los diferentes

simplificar el presente análisis) como las funciones asociadas a los predicados de los ratios definidas a partir del análisis de la representación gráfica de los datos se establecieron conforme al siguiente detalle:

$A(x)$ → Confiabilidad, tiene definida la escala lingüística: alta, media y baja.

$B(x)$ → Endeudamiento, tiene asociada una función de pertenencia sigmoïdal, mediante la escala: alto, medio y bajo.

$C(x)$ → Judicialización, tiene asociada una función sigmoïdal, mediante la escala: alta, media y baja.

$D(x)$ → Solvencia financiera, tiene definida la escala lingüística: alta, media y baja.

$E(x)$ → Gestión eficiente, tiene asociada una función de pertenencia trapezoidal, mediante la escala: muy eficiente, eficiente y escasamente eficiente.

$F(x)$ → Siniestralidad, tiene asociada una función de pertenencia trapezoidal, mediante la escala: alta, media y baja.

$G(x)$ → Rendimiento, tiene asociada una función de pertenencia trapezoidal, mediante escala: alto, medio y bajo.

$H(x)$ → Capacidad de respuesta, tiene asociada una función de pertenencia sigmoïdal, mediante la escala: muy adecuada, adecuada y escasamente adecuada.

No fueron asignadas funciones de pertenencia a las proposiciones de  $A(x)$  y  $D(x)$ , por ser resultantes de la composición de otros predicados; simplemente se trabajó con las pertinentes etiquetas en función de los resultados obtenidos y del posible rango de valores que pudieran tomar.

#### **Evaluación de un caso de análisis**

Se tomaron los valores de una empresa aseguradora cualquiera (SSN, 2006) en función del rango de dicho indicador. Para la totalidad de la base se etiquetó el valor específico (Tabla 3).

---

atributos identificados.

En el caso de análisis se presenta el valor correspondiente al ratio que da origen a las proposiciones básicas  $[B(x), C(x), E(c), F(x), G(x) \text{ y } H(x)]$  y la etiqueta lingüística correspondiente al modelo difuso compensatorio propuesto.

<b>Criterios</b>	<b>Predicados</b>	<b>Valor del indicador</b>	<b>Expresión lingüística</b>	<b>Valor de verdad según Tabla 1</b>
Endeudamiento	$B(x)$ : x tiene un bajo nivel de endeudamiento	0,1	Bastante endeudada	0.20
Judicialización	$C(x)$ : x tiene un bajo nivel de judicialización	0,04	Casi absolutamente insegura	0.10
Solvencia Financiera $D(x)$	$E(x)$ : x tiene una gestión eficiente	283,72	Más ineficiente que eficiente	0.40
	$F(x)$ : x tiene un bajo nivel de siniestralidad	-0,30	Siniestralidad media	0.50
	$G(x)$ : x tiene un buen resultado en el ejercicio económico	-651,66	Absolutamente malo	0
	$H(x)$ : x tiene una alta capacidad de respuesta	0	Casi absolutamente sin capacidad de respuesta	0.10

Tabla 3. Caso de análisis en el modelo de evaluación propuesto

Caso de análisis: se tomaron los valores de una compañía de seguros



determinada<sup>5</sup>, arrojando según ellos una baja confiabilidad, con lo cual podemos decir que en términos de dicho atributo resulta bastante insegura.

$$A(x) = B(x) \wedge C(x) \wedge \{ [H(x) \vee (G(x) \wedge E(x))] \vee [F(x) \wedge (-H(x) \vee G(x))] \}$$

$$A(x) = 0.2 \wedge 0.1 \wedge \{ [0.1 \vee (0 \wedge 0.4)] \vee [0.5 \wedge (0.9 \vee 0)] \}$$

$$A(x) = 0.2 \wedge 0.1 \wedge [0.1 \vee 0 \vee (0.5 \wedge 0.684)]$$

$$A(x) = 0.2 \wedge 0.1 \wedge (0.1 \vee 0 \vee 0.585)$$

$$A(x) = 0.2 \wedge 0.1 \wedge 0.28$$

$$A(x) = 0.18 \text{ (baja confiabilidad)}$$

#### 4. CONCLUSIONES

Los aportes del trabajo se basan en:

- la definición de indicadores de efectividad presentados como confiabilidad
- la utilización de predicados para facilitar la comprensión de un colectivo complejo de análisis de ratios contables, la aplicación de tecnologías emergentes para la incorporación del lenguaje natural a los entornos decisorios

La propuesta metodológica se realiza a partir de la creación de una nueva dimensión de análisis: la confiabilidad de cobertura, diseñada específicamente para brindar información al cliente que le permita realizar su opción de entidad aseguradora en un marco de análisis de menor incertidumbre y que posibilite además la jerarquización de las instituciones.

En el contexto asegurador actual el conjunto de indicadores generales, patrimoniales, y financieros y de gestión utilizados en la mayoría de los casos representa un complejo escenario para el decisor. La incorporación

---

<sup>5</sup> Asignando a los valores propios y en función al rango de valores que presenta cada variable, la correspondiente etiqueta lingüística representada en los cálculos por su respectivo valor numérico.

de técnicas emergentes que contribuyan a la interpretación en lenguaje natural de los indicadores representa una mejora sustantiva en el proceso decisorio.

En nuestro caso, la persona que contrata un seguro se interesará principalmente por la solvencia financiera, en el bajo endeudamiento comercial de la empresa y una cobertura siniestral adecuada traducida en términos de una actuación legal baja.

La presentación del conjunto de indicadores seleccionados en forma de predicados que le sean entendibles al usuario final, al elector, representa una medida cierta de mejora en la calidad de la toma de decisiones en los entornos de incertidumbre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Delgado, T. (2005). "Infraestructuras de Datos Espaciales en países de bajo desarrollo tecnológico. Implementación en Cuba". Tesis de doctorado, ITM, Comisión de Geodesia y Cartografía.

Delgado, T. (2005). "Capacity-building: spatial data infrastructure readiness index – IDE". *Proceedings of 8th Un Regional Cartographic Conference for the Americas*.

Delgado, T.; Espín, R. (2008). "Índice de alistamiento en infraestructuras de datos espaciales basado en lógica difusa compensatoria", [http://www.socio.org.co/CLAIO2008/submissions/CLAIO\\_2008\\_submission\\_700.pdf](http://www.socio.org.co/CLAIO2008/submissions/CLAIO_2008_submission_700.pdf).

Espín Andrade, R. A. *et al.* (2004). "Compensatory logic: A fuzzy approach to decision making". *International Congress NAISO*, Portugal.

Espín Andrade, R. A.; Marx Gómez, J.; Mazcorro Téllez, G.; Fernández González, E. (2004). "Compensatory Logic: A Fuzzy Approach to Decision Making". *Proceedings of 4th International Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS' 2004)*.

Espín Andrade, R. A.; Vanti, A.A. (2005). "Administración Lógica: Un estudio de caso en una empresa de Comercio Exterior". *BASE*, vol. 2, N° 2, pp.69-77.

Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P.; Uthurusamy, R. (1996). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. MIT Press, Cambridge.

- Gujarati, D. N. (1999). *Econometría*. Mc Graw Hill, 3° edición. Santa Fe de Bogotá.
- Kaufmann, A.; Gil Aluja, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Editorial Hispanoeuropea, Barcelona.
- Mallo, P.; Artola, M.A.; Zanfrillo, A.; Morettini, M.; Busetto, A.; Galante, M.; Pascual, M. (2008). “Una propuesta de construcción de indicadores para el análisis de la confiabilidad en las entidades aseguradoras argentinas”, *Anales del VIII Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística*; Montevideo.
- Olmo Castillo, M. A. (2008). “Tutorial de Introducción de Lógica Borrosa”, <http://www.dma.fi.upm.es/java/fuzzy/tutfuzzy/contenido3.html>.
- Orallo, J. H.; Ramírez Quintana, M. J.; Ferri Ramírez, C. (2004). *Introducción a la minería de datos*. Pearson Educación, Madrid.
- Superintendencia de Seguros de la Nación – SNN – (2006). Información contable y estadística. Indicadores / Relaciones técnicas. [http://www.ssn.gov.ar/storage/Info-estadistica/Aseguradoras/Indicadores/portal\\_indicadores.htm](http://www.ssn.gov.ar/storage/Info-estadistica/Aseguradoras/Indicadores/portal_indicadores.htm) [Consulta: 10 junio 2008].
- Universidad de Cantabria - Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación. (2007). “Lógica Difusa Compensatoria: Una normativa semántica para la Toma de Decisiones. Aplicaciones en la Empresa”. Conferencia, disponible en: <http://www.unican.es/Departamentos/macc/noticias/20071010+a.htm>.
- Van Horne, J. C. (1976). *Administración Financiera*. Ediciones Contabilidad Moderna, Buenos Aires.
- Wallis, K. F. (1976). *Introducción a la Econometría*. Alianza, Madrid.

## ANEXO

### INDICADORES GENERALES, PATRIMONIALES Y FINANCIEROS DE GESTIÓN Y DE CONFIABILIDAD

Los 14 indicadores incluidos cubren una amplia variedad de aspectos, desde cifras absolutas o relativas que muestran la importancia de cada aseguradora en algún rubro (por ejemplo: Porcentaje de la Producción y Cantidad de Juicios), hasta relaciones simples o compuestas elaboradas con dos o más cuentas de sus balances.

Los indicadores han sido dispuestos separados en cuatro grupos: Generales, Patrimoniales y Financieros, de Gestión y de Confiabilidad. En la misma, las entidades han sido clasificadas de acuerdo con su actividad principal en: Seguros Generales, Transporte Público de Pasajeros, Riesgos del Trabajo, Seguros de Vida (incluye Previsional y Sepelio) y Seguros de Retiro (Van Horne, 1976).

Dentro de cada uno de esos grupos se encuentran ordenadas de acuerdo a su naturaleza jurídica (A: Anónimas; C: Cooperativas y Mutuales; E: Extranjeras; y O: Oficiales), y dentro de ellas, por estricto orden alfabético del nombre resumido asignado.

### FORMA DE CÁLCULO DE LOS RATIOS CON EXPRESA INDICACIÓN DE LO QUE INTENTA MOSTRAR

#### Indicadores Generales

$$R2 = \frac{\text{Primas y Recargos emitidos en cada entidad}}{\text{Primas y Recargos emitidos en el Total del Mercado}} \times 100 \rightarrow$$

Indica, de forma proporcional, el “tamaño o magnitud” de la Producción de la entidad aseguradora, con relación a la Producción Total de todo el Mercado Asegurador. Su resultado puede dar de 0 a 100 (aunque en la práctica, es raro que se supere el 8 ó 10%). A mayor porcentaje, mayor importancia, no puede ser tomado aisladamente, ya que “tamaño” no implica fortaleza o eficiencia.

$$\boxed{R3 = \text{Cantidad de Juicios en Trámite}} \rightarrow$$

Corresponde al número de casos, que en cifras absolutas, indican las mediaciones y demandas judiciales entabladas y en tramitación contra cada aseguradora (cantidad de casos). Es también un indicador de “tamaño o magnitud” de la aseguradora, pero combinado con la litigiosidad que enfrenta. Su resultado puede dar de 0 sin límite superior; a mayor cantidad, mayores conflictos legales para la aseguradora. Este indicador debe ser analizado en conjunto con el R1, ya que están relacionados, aunque éste depende también de los ramos en que trabaja cada entidad.

### **Indicadores patrimoniales y financieros**

Todos se encuentran expresados de manera porcentual y nos indican:

$$\boxed{R4 = \frac{\text{Créditos}}{\text{Activos}} \times 100} \rightarrow$$

La proporción del Activo que está compuesta por importes adeudados a la entidad por: asegurados, reaseguradores, coaseguradores y otras cuentas a cobrar o créditos a su favor. Es un indicador del “grado de dependencia” de la aseguradora respecto a terceros de la que es acreedora. Su valor oscila entre 0 y 100; cuanto menor es su valor, mejor se considera el Activo de la aseguradora, ya que no es conveniente que gran parte del mismo se encuentre en manos de terceros (deudores de la entidad).

$$\boxed{R5 = \frac{\text{Disponibilidad} + \text{Inversiones}}{\text{Deudas con Asegurados}} \times 100} \rightarrow$$

La capacidad de respuesta de la aseguradora con sus bienes líquidos y cuasi líquidos, ante los siniestros pendientes de pago y posibles reclamos de asegurados y terceros damnificados es un Indicador de “solvencia líquida” de la aseguradora, su resultado puede dar de 0 sin límite superior; a mayor resultado, mayor liquidez de la aseguradora, lo que supone una mejor posición para enfrentar el pago de deudas pendientes.

$$\boxed{R6 = \frac{\text{Disponibilidad} + \text{Inversiones} + \text{Total de Inmuebles}}{\text{Deudas con Asegurados} + \text{Compromisos Técnicos}} \times 100} \rightarrow$$

La cobertura o el respaldo con que cuenta la aseguradora para afrontar riesgos y obligaciones con los asegurados y terceros damnificados, en porcentaje es un indicador de “solventia”, su resultado puede dar de 0 sin límite superior; a mayor resultado, mayor fortaleza de la aseguradora, lo que supone una mejor posición para enfrentar el pago de compromisos de todo tipo.

$$R7 = \frac{\text{Inversiones + Inmuebles}}{\text{Activos}} \times 100 \rightarrow$$

La parte proporcional del Activo compuesta por Inversiones e Inmuebles destinados a renta o venta (Capital Invertido). Es un indicador del “respaldo” que tiene la aseguradora a mediano y largo plazo, su resultado puede dar de 0 a 100; cuanto mayor es el indicador, mejor posición a mediano y largo plazo tiene la aseguradora, lo que va en contra de la liquidez inmediata.

$$R8 = \frac{\text{Superávit}}{\text{Capital Requerido}} \times 100 \rightarrow$$

El excedente de capital acreditado por la aseguradora, con relación al capital requerido por las normas vigentes. Es otro indicador de “solventia”, teóricamente sin límites; un valor positivo grande muestra mejor fortaleza de la aseguradora, un valor negativo estaría mostrando una situación de deficiencia de la entidad.

$$R9 = \frac{\text{Disponibilidades + Inversiones}}{\text{Compromisos Exigibles}} \times 100 \rightarrow$$

La capacidad de respuesta de la aseguradora con sus bienes de inmediata disponibilidad, ante el posible reclamo de todas las deudas y compromisos vencidos e impagos (cantidad de veces). Al igual que el D, es un indicador de “solventia líquida” de la aseguradora, más vinculado en este caso a urgencias de pago. Su resultado puede dar de 0 sin límite superior, muestra cuántos pesos se disponen por cada uno de deuda vencida no pagada; a mayor resultado, mayor liquidez de la aseguradora, lo que supone una mejor posición para enfrentar el pago de esas deudas pendientes. Por supuesto, un valor bajo indica posible vulnerabilidad a corto plazo.

**Indicadores de gestión**

También expresados de manera porcentual y expresan:

$$R10 = \frac{\text{Primas Cedidas}}{\text{Primas Emitidas}} \times 100 \rightarrow$$

La proporción de la Producción que es derivada a las Reaseguradoras para la cobertura de sus riesgos. Indicador del grado de “cesión”, su resultado debería dar de 0 a 100 (circunstancialmente puede superar el límite superior). Indica el porcentaje de las Primas Emitidas que son dedicadas al pago de Reaseguros; y cuanto mayor sea, es menor el riesgo de que la aseguradora sea insolvente por siniestralidad. No obstante, no es un indicador que pueda ser analizado aisladamente, ya que depende de diversos factores (ramos en que se trabaja, antecedentes de siniestralidad, etc.).

$$R11 = \frac{\text{Siniestros Netos Devengados}}{\text{Primas Netas Devengadas}} \times 100 \rightarrow$$

La proporción que representan los siniestros pagados y pendientes netos de reaseguro respecto de las primas devengadas netas de reaseguro. Este indicador se denomina usualmente “Siniestralidad”. Su resultado puede dar desde 0 y sin límite superior, expresa la parte de las Primas que específicamente se queda la aseguradora, que se deben destinar al pago de Siniestros, por lo que cuanto más alto sea el valor, peor es la situación de siniestralidad de la empresa, y podría estar sugiriendo un problema en la política de suscripción de seguros. En algunos casos se pueden dar valores negativos debido a situaciones particulares (anulaciones, reintegros, etc.).

$$R12 = \frac{\text{Gastos de Producción}}{\text{Primas y Recargos Emitidos}} \times 100 \rightarrow$$

El porcentaje de primas y recargos emitidos destinados a cubrir básicamente el costo de intermediación, además de otros gastos de producción. Indicador de “gastos en comercialización”, su resultado puede dar desde 0 y sin límite superior (lo lógico es que no puede superar 100) y expresa la parte de las Primas cobradas por la aseguradora, que deben destinarse al pago de la Intermediación (Productores), por lo que cuanto

más alto sea el valor, mayores son los costos de comercialización de la empresa.

$$R13 = \frac{\text{Gastos de Explotación}}{\text{Primas y Recargos Emitidos}} \times 100 \rightarrow$$

El porcentaje de primas y recargos emitidos destinado a cubrir los gastos administrativos de la aseguradora. Indicador de “gastos de administración”, su resultado puede dar desde 0 y sin límite superior (lo lógico es que no puede superar 100), expresa la parte de las Primas cobradas por la aseguradora, que debe destinarse a los gastos administrativos, por lo que cuanto más alto sea el valor, mayores son los costos de administración de la empresa.

$$R14 = \frac{\text{Gastos Totales}}{\text{Primas y Recargos Emitidos}} \times 100 \rightarrow$$

El porcentaje de primas y recargos emitidos destinados a cubrir el costo total de gestión de la entidad. Indicador de “gastos totales”, su resultado puede dar desde 0 y sin límite superior (lo lógico es que no puede superar 100), expresa la parte de las Primas cobradas por la aseguradora, que deben destinarse a la totalidad de los gastos, por lo que cuanto más alto sea el valor, mayores son los costos de la empresa y peores sus posibilidades de seguir en el mercado.

$$R15 = \frac{\text{Resultado del Ejercicio}}{\text{Primas y Recargos Emitidos}} \times 100 \rightarrow$$

La relación porcentual del Resultado del Ejercicio o período, con relación al total de la producción. Indicador de “resultado”, teóricamente no tiene límites. El Resultado del Ejercicio expresa la diferencia entre los ingresos y los egresos de la aseguradora por todo concepto, que es comparado en porcentaje con el monto emitido. Naturalmente, los valores negativos indican pérdidas y los positivos, ganancias.

### **Indicadores propuestos**

La propuesta de construcción de indicadores de confiabilidad se basa en los criterios de eficacia y eficiencia a partir de la experiencia de los expertos.



$$R16 = \frac{\text{Cantidad de juicios en trámite por cada entidad}}{\text{Primas y Recargos Emitidos por cada entidad}} \times 100 \rightarrow$$

El porcentaje de juicios con relación al total de la producción, denominado Judicialización.

Ambas magnitudes fueron tomadas como la proporción que representa cada entidad sobre el total del mercado asegurador. Mide la confiabilidad de la aseguradora que el tomador percibe, ya que a menor valor, menor cantidad de juicios tendrá con relación a sus Primas emitidas. Los valores teóricos que puede tomar este indicador están entre 0 y sin límite superior.

Obsérvese que el indicador puede expresarse, a su vez, como participación de la entidad en el total de juicios dividido por la participación de la entidad en la producción total.

$$R17 = \frac{\text{Deudas con asegurados}}{\text{Primas y Recargos Emitidos por cada entidad}} \times 100 \rightarrow$$

El porcentaje de deudas con los asegurados con relación al total de la producción, denominado Endeudamiento Comercial.

La Tabla 4 que se acompaña a continuación presenta los límites, en valores absolutos, que arrojó el cálculo de cada indicador, los que fueron convertidos a escala lingüística según el juicio de expertos con la finalidad de operar conforme lo requiere la lógica compensatoria.

Se deja constancia que el indicador R1, que figura en la información suministrada por las Superintendencia de Seguros de la Nación, no se utilizó por considerarlo poco relevante para el análisis que se está propiciando con el presente trabajo.

**Rango de los ratios, con expresa determinación de los datos informados<sup>6</sup>:**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valores</b>
R1	Tipo de actividad	Riesgos de trabajo, seguros generales, seguros de retiro, seguros de vida y transporte público de pasajeros.
<b>Indicadores generales</b>		
R2	Porcentaje de producción total	[0;1]
R3	Cantidad de juicios	[1;8844]
<b>Indicadores patrimoniales</b>		
R4	Créditos con relación a Activos	[0,38;88,74]
R5	Disponibilidad e Inversiones con relación a Deudas con asegurados	[18,86;884,46]
R6	Disponibilidades, Inversiones e Inmuebles con relación a Deudas con asegurados y Compromisos técnicos	[17,36;909,51]
R7	Inversiones e Inmuebles con relación a Activos	[3,04;99,07]
R8	Superávit con relación a Capital requerido	[-10,34;778,01]
R9	Disponibilidad e Inversiones con relación a Compromisos exigibles	[1,09;958,65]

<sup>6</sup> Los valores se encuentran expresados en porcentajes o en valores absolutos, dependiendo de la variable en cuestión.

<b>Indicadores de gestión</b>		
R10	Primas cedidas con relación a Primas emitidas	[-0,22;98,99]
R11	Siniestros netos devengados con relación a Primas netas devengadas	[-269,6;283,29]
R12	Gastos de Producción con relación a Primas y Recargos emitidos	[0;97,78]
R13	Gastos de Explotación con relación a Primas y recargos emitidos	[1,2;687,39]
R14	Gastos totales con relación a Primas y recargos emitidos	[-0,22;785,17]
R15	Resultado ejercicio con relación a Primas y recargos emitidos	[-651,66;554,43]
<b>Indicador propuesto</b>		
R16	Confiabilidad = Cantidad de juicios con respecto al Total de juicios por entidad	[0,0000076;1,65]
R17	Endeudamiento = Deudas con asegurados con relación a Primas y recargos emitidos	[20,03;545,85]

Tabla 4. Rango de ratios informados