

**Clasificación Del Riesgo Financiero Basado en Modelos De Calificación Difusos  
Caso: La Banca Venezolana entre 1996 y 2004**

**Financial Risk Classification Based On Fuzzy Qualification Models  
Case: The Banking of Venezuela between 1996 and 2004**

**Carlos Martínez Ortiz <sup>1</sup>, Sebastián Medina <sup>2</sup>, Gerardo Colmenares <sup>3</sup>.**

<sup>1,2</sup> Escuela de Ingeniería de Sistemas

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales,  
Universidad de Los Andes,  
Mérida - Venezuela.

**Resumen**

El riesgo es esencial a toda actividad empresarial en la medida en que los resultados están determinados por la aparición de escenarios previstos o no por los gerentes, esto conlleva a que las instituciones bancarias se vean constantemente enfrentadas a diversos tipos de riesgo, los cuales varían dependiendo del tipo las actividades que realicen, en general, se pueden identificar tres tipos de riesgos bancarios: los riesgos de negocios, los riesgos estratégicos y los riesgos financieros.

A fin de evitar crisis financieras como la ocurrida en 1994, Actualmente, para las entidades bancarias, se ha convertido en una necesidad considerar mejores prácticas para una adecuada identificación, medición, valoración y gestión de estos riesgos.

En tal sentido, la presente investigación tiene como propósito mostrar la aplicación de los modelos de calificación de aspectos bancarios basados en agrupamiento difuso, como una herramienta para la obtención de un modelo de clasificación del riesgo financiero en los bancos universales y comerciales venezolanos desde el año 1996 hasta el 2004. Por otra parte, también se mostrará una metodología para la clasificación de tres tipos de riesgo financiero, tales como: riesgo de crédito, operacional y liquidez

**Palabras Claves:** Riesgo Financiero, Agrupamiento Difuso, Metodología CAMEL, ANFIS.

**Keywords:** Financial Risk, Fuzzy Clustering, CAMEL Methodology.

---

1 Escuela de Sistemas. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. E-mail: [carlosmartinez@ula.ve](mailto:carlosmartinez@ula.ve)

2 Escuela de Sistemas. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. E-mail: [isebas@ula.ve](mailto:isebas@ula.ve)

3 Escuela de Economía. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. E-mail: [gcolmen@ula.ve](mailto:gcolmen@ula.ve)

## Introducción

El tema de la evaluación de riesgos es complejo, y a pesar de ser antiguo resulta fundamental. Las empresas enfrentan cada vez riesgos más complicados e importantes, el aumento del número de competidores, operaciones en los mercados más sofisticadas, modificación constante de las organizaciones, etc.

Para enfrentar a estos riesgos, no es suficiente identificarlos, se requiere de sistemas efectivos que logren medirlos y controlarlos, llevándolos a un nivel aceptable.

La gran dificultad consiste en como medir ese riesgo, esta es probablemente una de las tareas más complejas que tiene la administración. Los riesgos a que esta expuesta una empresa son diversos e influyen en todas las decisiones de la organización, la siguiente investigación esta enmarcada en el estudio del riesgo financiero, no obstante para una mejor comprensión del tema podemos dar inicio señalando siguiente concepto:

El riesgo financiero, hace referencia a la incertidumbre asociada al rendimiento de la inversión o variabilidad de los beneficios esperados por los accionistas, debido a la posibilidad de que la empresa no pueda hacer frente a sus obligaciones financieras (principalmente, al pago de los intereses y la amortización de las deudas). En otras palabras, el riesgo financiero es debido a un único factor: las obligaciones financieras fijas en las que se incurre. A su vez el riesgo financiero se puede clasificar de la siguiente manera:

1. **Riesgo de Mercado.**
2. **Riesgo de Crédito.**
3. **Riesgo de Liquidez.**
4. **Riesgo Operacional.**
5. **Riesgo Legal.**

**Riesgo de Crédito.** Un riesgo importante que enfrentan los bancos es el riesgo de crédito o el incumplimiento de una contraparte con el contrato estipulado. Este riesgo se encuentra no sólo en préstamos sino también en otras exposiciones dentro y fuera de la hoja del balance como garantías, aceptaciones e inversiones en valores. Muchos problemas serios han surgido por la incapacidad de los bancos para reconocer activos improductivos, crear reservas para liquidar estos activos y suspender el devengamiento de intereses.

### **Riesgo de Liquidez.**

El riesgo de liquidez surge de la incapacidad del banco para acomodar decrementos en las obligaciones o para fondear incrementos en los activos. Cuando un banco tienen una liquidez inadecuada, no puede obtener suficientes fondos ya sea incrementando sus pasivos o convirtiendo prontamente a efectivo sus activos a un costo razonable, lo cual afecta su rentabilidad. En casos extremos, la insuficiente liquidez puede originar la insolvencia del banco.

Puede ser de dos tipos:

**Riesgo de Liquidez de Mercado:** el riesgo de que una determinada posición en el balance no pueda eliminarse rápidamente, liquidando la operación o contratando otra que la compense.

**Riesgo de Liquidez de Financiación:** es el riesgo de no poder obtener, en caso de necesitarlo, fondos líquidos a un coste razonable.

### Riesgo Operacional.

Los tipos más importantes de riesgo operacional se refieren a fallas en los controles internos o el gobierno corporativo. Tales fallas pueden originar pérdidas financieras por errores, fraudes, incapacidad para responder de manera pronta o hacer que los intereses del banco se vean comprometidos de alguna otra manera, por ejemplo por sus corredores, funcionarios que otorgan préstamos u otros empleados que abusan de su autoridad o realizan negocios de manera no ética o riesgosa. Otros aspectos del riesgo operacional incluyen caídas importantes de los sistemas tecnológicos de información o sucesos como incendios y otros desastres.

El objetivo fundamental de este proyecto, es incorporar los resultados obtenidos por los modelos difusos de calificación de aspectos bancarios y desarrollar una metodología que nos permita obtener el nivel de Riesgo Financiero en la banca comercial y universal venezolana, así como el nivel de los distintos riesgos financieros, de igual manera construir una escala de clasificación y comparar los resultados obtenidos por los modelos basados en agrupamiento difuso y los modelos mejorados con "ANFIS".

Hasta ahora no ha sido desarrollado, modelos de clasificación de riesgo financiero basados en lógica difusa, en el ámbito regional o nacional, es por ello que el aporte que pueda brindar esta investigación, se convierte en un paso importante para lograr entender esta problemática.

### METODOLOGIA USADA PARA LA DETERMINACION DEL RIESGO FINANCIERO

En esta tabla 1, se observan las razones 20 financieras con las cuales se realizará el estudio, seguido de su forma de cálculo, el aspecto que evalúan estas razones en el banco, y finalmente el riesgo que generalmente esta asociado a cada una de ellas.

Este enfoque nos será útil para la determinación del riesgo financiero y sus distintos tipos.

Razones Financieras	Calculo de la Razón Financiera	Aspecto Evaluado	Riesgo Asociado a la Variable
Rf <sub>1</sub>	$\frac{\text{Patrimonio}}{\text{Activo Total}}$	Capital	Riesgo de Liquidez
Rf <sub>2</sub>	$\frac{\text{Otros Activos}}{\text{Patrimonio}}$	Capital	Riesgo de Liquidez

Rf <sub>3</sub>	<u>Activos Improductivos Brutos</u> (Patrimonio+ Gestión Operativa)	<b>Capital</b>	Riesgo de Liquidez
Rf <sub>4</sub>	<u>Provisión Por Cartera de Créditos</u> Cartera Crédito Bruta	<b>Activos</b>	Riesgo de Crédito
Rf <sub>5</sub>	<u>Provisión Por Cartera de Créditos</u> Cartera Crédito Bruta	<b>Activos</b>	Riesgo de Crédito
Rf <sub>6</sub>	<u>Otros Activos</u> Activo Total	<b>Activos</b>	Riesgo de Crédito
Rf <sub>7</sub>	<u>Activos Improductivos</u> Activo Total	<b>Activos</b>	Riesgo de Crédito
Rf <sub>8</sub>	<u>Cartera Inmovilizada Bruta</u> Cartera de Crédito Bruta	<b>Activos</b>	Riesgo de Crédito
Rf <sub>9</sub>	<u>Gastos de Transformación</u> Activo Total Promedio	<b>Gestión Administrativa</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>10</sub>	<u>Gastos Personal</u> Captaciones del Publico Promedio	<b>Gestión Administrativa</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>11</sub>	<u>Gastos Operativos</u> Margen Financiero Bruto	<b>Gestión Administrativa</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>12</sub>	<u>Ingresos Financieros</u> Margen de Intermediación Financiera	<b>Gestión Administrativa</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>13</sub>	<u>Ingresos Cartera de Créditos</u> Cartera de Créditos Neta Promedio	<b>Ganancias</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>14</sub>	<u>Ingresos Cartera de Créditos</u> Cartera de Créditos Bruta Promedio	<b>Ganancias</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>15</sub>	<u>Margen Financiero Bruto</u> Activo Total Promedio	<b>Ganancias</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>16</sub>	<u>Ingresos por Servicios Financieros</u> Margen Financiero Bruto	<b>Ganancias</b>	Riesgo Operacional
Rf <sub>17</sub>	(Disponibilidades- Rendimiento por Cobrar <u>Disponibilidades</u> ) (Captaciones Publico – Gastos Por Pagar)	<b>Liquidez</b>	Riesgo Liquidez

Rf <sub>18</sub>	(Disponibilidades - Rendimiento por Cobrar Disponibilidades + Inversiones Títulos Valores – Rendimiento por Cobrar <u>Inversiones en Títulos Valores</u> ) (Captaciones Publico – Gastos Por Pagar)	Liquidez	Riesgo Liquidez
Rf <sub>19</sub>	<u>Cartera Vigente Bruta</u> Captaciones Totales	Liquidez	Riesgo Liquidez
Rf <sub>20</sub>	<u>Cartera de Inversiones</u> Captaciones Totales	Liquidez	Riesgo Liquidez

**Tabla 1. Tipo de Riesgo Asociado a las Razones Financieras estudiadas.**

Como fue explicado en anteriormente, el riesgo financiero, se clasifica a su vez en riesgo de crédito, riesgo operacional, riesgo de liquidez, riesgo legal y riesgo de mercado. En esta investigación se abarcaron solamente el estudio de los siguientes riesgos:

- Riesgo Liquidez
- Riesgo Operacional
- Riesgo de Crédito

La metodología a seguir para determinar el riesgo financiero de una entidad bancaria es la siguiente:

**Paso 1.-** Obtención de la puntaje para cada una de las áreas bancarias y para un banco determinado, utilizando para ello los modelos de calificación difusos.

**En el anexo se encuentran los resultados obtenidos en la prueba por los modelos de calificación basados en agrupamiento difuso.**

**Paso 2.-** Obtención de la calificación de riesgo de liquidez, crédito y operacional para ese banco. Basándose en la tabla 1, cada variable tiene asociado uno de estos riesgos, por ejemplo para determinar el Riesgo de Liquidez se deben sumar las calificaciones obtenidas por los modelos de CAPITAL y LIQUIDEZ. El Riesgo de Crédito, se sencillamente el resultado arrojado por el modelo de ACTIVOS, y finalmente, el Riesgo Operacional, se obtiene sumando la calificación de los modelos de GESTION ADMINISTRATIVA y GANANCIAS.

**Paso 3.-** Obtención de un valor cuantitativo de riesgo financiero, se realiza a través de la suma de los valores obtenidos en cada tipo de riesgo determinado.

Hay que destacar que además de cuantificar el nivel riesgo financiero, esta metodología nos permite también, observar el comportamiento de los otros tipos de riesgo y si se da el caso, cual de ellos está generando problemas al banco.

## CONSTRUCCION DE LA ESCALA DE RIESGO FINANCIERO

Una vez definida la metodología para la obtención del valor de riesgo financiero para un banco específico, este resultado debe ser ubicado en una tabla de clasificación de riesgo en la cual se encuentra esa entidad, así como, la explicación de lo que significa estar en dicha categoría.

Se crearon cinco niveles de riesgos distintos los cuales se categorizó a su vez con cinco letras diferentes. (A, B, C, D, E).

Para la construcción de la escala de riesgo financiero se dividió la puntuación global máxima (25) menos la puntuación global mínima (5) que podría conseguir cualquier institución financiera entre el número de niveles de riesgos (5), como se muestra en la tabla 4:

**Tabla 2. Escala de Clasificación del Riesgo Financiero.**

Puntuación Global de Riesgo	Categoría Bancaria	Nivel de Riesgo	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE RIESGO
[25-21]	A	Muy Bajo	Instituciones financieras que pertenecen a la categoría A, Son bancos excelentes en todas sus áreas, son instituciones sanas con un riesgo muy bajo para el sector.
[21-17]	B	Bajo	Instituciones financieras que pertenecen a la categoría B, Son bancos buenos que presentan pequeñas debilidades en algunas de sus áreas y representan un riesgo bajo para el sector.
[17-13]	C	Medio	Instituciones financieras que pertenecen a la categoría C, Son bancos que presentan irregularidades en algunas de sus áreas, y representan un riesgo preocupante para el sector.
[13-9]	D	Alto	Instituciones financieras que pertenecen a la categoría D, son aquellas que muestran prácticas inseguras e insanas y representan un riesgo alto para el sector.
[5-9]	E	Muy Alto	Instituciones financieras que pertenecen a la categoría E, instituciones en este grupo representan un riesgo muy alto para el fondo de seguro de depósito y su probabilidad de quiebra es muy alta.

De la misma forma se construyeron las escalas correspondientes a los riesgos de liquidez, operacional y crédito, estas son:

Rango de Puntuación	Clasificación de riesgo
10.0- 8.40	Riesgo Muy Bajo
8.39- 6.80	Riesgo Bajo
6.79- 5.20	Riesgo Medio
5.19- 3.60	Riesgo Alto
3.59- 2.00	Riesgo Muy Alto

**Tabla 3. Escala para el Riesgo de Liquidez o el Operacional**

Rango de Puntuación	Clasificación de riesgo
5.00- 4.20	Riesgo Muy Bajo
4.19- 3.40	Riesgo Bajo
3.39- 2.60	Riesgo Medio
2.59- 1.80	Riesgo Alto
1.79- 1.00	Riesgo Muy Alto

**Tabla 4. Escala de Riesgo de Crédito**

## RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CLASIFICACION DEL RIESGO FINANCIERO

De acuerdo a las calificaciones obtenidas para los 50 bancos analizados (Ver Anexo), y basándonos en las tablas de clasificación de riesgo N.2, 3 y 4, se obtuvieron los siguientes resultados:

Banco-Periodo	Riesgo de Liquidez	Riesgo Operacional	Riesgo de Crédito	Riesgo Financiero
SOFITASA ENERO 1999	Medio	Bajo	Bajo	Medio
CANARIAS DE VENEZUELA DICIEMBRE 1998	Alto	Bajo	Bajo	Medio
CONFEDERADO DICIEMBRE 1998	Medio	Bajo	Medio	Medio
CITIBANK FEBRERO 1997	Bajo	Alto	Bajo	Medio
SOFITASA NOVIEMBRE 1998	Medio	Bajo	Medio	Medio
CARONÍ NOVIEMBRE 1997	Alto	Bajo	Medio	Medio
FEDERAL MAYO 2004	Medio	Medio	Bajo	Medio
BANESCO AGOSTO 1996	Alto	Bajo	Muy Bajo	Medio
SOFITASA JULIO 1998	Medio	Bajo	Bajo	Medio
OCCIDENTAL DE DESCUENTO JULIO 2000	Alto	Alto	Medio	Alto
CANARIAS DE VENEZUELA OCTUBRE 2000	Muy Alto	Medio	Medio	Alto
BANESCO ENERO 1997	Alto	Medio	Bajo	Medio
FEDERAL MARZO 2002	Alto	Alto	Medio	Alto
CANARIAS DE VENEZUELA OCTUBRE 1996	Alto	Bajo	Bajo	Medio
EXTERIOR JUNIO 2003	Bajo	Medio	Muy Bajo	Bajo
CANARIAS DE VENEZUELA MAYO 1998	Muy Alto	Bajo	Medio	Medio
FEDERAL JUNIO 2000	Alto	Medio	Medio	Alto
SOFITASA MARZO 2003	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
SOFITASA NOVIEMBRE 1999	Medio	Medio	Medio	Medio
MERCANTIL AGOSTO 2004	Bajo	Medio	Muy Bajo	Bajo
OCCIDENTAL DE DESCUENTO AGOSTO 1998	Medio	Bajo	Muy Bajo	Bajo
MERCANTIL JULIO 1998	Medio	Bajo	Bajo	Medio
SOFITASA MARZO 1998	Alto	Bajo	Bajo	Medio
CONFEDERADO MAYO 1997	Muy Alto	Medio	Muy Alto	Alto
GUAYANA MARZO 1999	Alto	Medio	Medio	Medio
GUAYANA MAYO 2003	Medio	Muy Bajo	Bajo	Medio

OCCIDENTAL DE DESCUENTO JUNIO 2003	Medio	Medio	Medio	Medio
FEDERAL FEBRERO 2002	Alto	Alto	Medio	Alto
VENEZUELA FEBRERO 2001	Bajo	Medio	Muy Bajo	Medio
CARONÍ AGOSTO 2004	Bajo	Medio	Muy Bajo	Medio
GUAYANA NOVIEMBRE 2004	Alto	Bajo	Muy Bajo	Medio
CARIBE AGOSTO 2000	Medio	Muy Alto	Medio	Alto
INDUSTRIAL DE VENEZUELA JULIO 2003	Medio	Alto	Bajo	Medio
EXTERIOR JUNIO 2004	Bajo	Medio	Muy Bajo	Bajo
INDUSTRIAL DE VENEZUELA OCTUBRE 2000	Medio	Alto	Bajo	Medio
VENEZOLANO DE CRÉDITO ABRIL 2002	Muy Bajo	Bajo	Medio	Bajo
MERCANTIL AGOSTO 1997	Alto	Medio	Muy Bajo	Medio
CONFEDERADO ABRIL 1998	Alto	Medio	Medio	Medio
CITIBANK JULIO 2003	Medio	Medio	Medio	Medio
MERCANTIL JUNIO 1998	Medio	Bajo	Muy Bajo	Bajo
OCCIDENTAL DE DESCUENTO JULIO 1999	Medio	Bajo	Medio	Medio
BANESCO ABRIL 2001	Alto	Alto	Medio	Alto
SOFITASA SEPTIEMBRE 1999	Medio	Medio	Medio	Medio
CONFEDERADO ENERO 2000	Medio	Medio	Medio	Medio
CITIBANK MARZO 1999	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
OCCIDENTAL DE DESCUENTO MAYO 1998	Medio	Bajo	Muy Bajo	Bajo
VENEZUELA NOVIEMBRE 1996	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Bajo
VENEZUELA DICIEMBRE 2004	Medio	Medio	Muy Bajo	Medio
CANARIAS DE VENEZUELA DICIEMBRE 2000	Muy Alto	Medio	Medio	Alto
BANESCO OCTUBRE 2003	Medio	Medio	Bajo	Medio

**Tabla 5. Resultados de la Clasificación del Riesgo Financiero**

Los porcentajes de clasificaciones correctas e incorrectas obtenidas para los distintos tipos de riesgo se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 6. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo de Liquidez**

Riesgo Liquidez	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo	<b>1 (100%)</b>					<b>1</b>
Riesgo Bajo		<b>7 (100%)</b>				<b>7</b>
Riesgo Medio		<b>2 (8.7%)</b>	<b>19 (82.6%)</b>	<b>2 (8.7%)</b>		<b>23</b>
Riesgo Alto				<b>14 (93.3%)</b>	<b>1 (6.7%)</b>	<b>15</b>
Riesgo Muy Alto				<b>1 (25.0%)</b>	<b>3 (75.0%)</b>	<b>4</b>

**Tabla 7. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Operacional**

Riesgo Operacional	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo		<b>1 (100%)</b>				<b>1</b>
Riesgo Bajo	<b>1 (5.0%)</b>	<b>17 (85.0%)</b>	<b>2 (10.0%)</b>			<b>20</b>
Riesgo Medio		<b>2 (10.5%)</b>	<b>16 (84.2%)</b>	<b>1 (5.3%)</b>		<b>19</b>
Riesgo Alto			<b>3 (33.3%)</b>	<b>6 (66.7%)</b>		<b>9</b>



Riesgo Muy Alto					1 (100%)	1
-----------------	--	--	--	--	----------	---

Tabla 8. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Crédito

Riesgo Operacional	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo	11 (91.7%)	1 (8.3%)				12
Riesgo Bajo	2 (14.3%)	12 (85.7%)				14
Riesgo Medio		2 (9.5%)	19 (90.5%)			21
Riesgo Alto			2 (66.7%)		1 (33.3%)	3
Riesgo Muy Alto						0

Tabla 9. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Financiero

Riesgo Financiero	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo						0
Riesgo Bajo		7 (87.5%)	1 (12.5%)			8
Riesgo Medio		3 (8.8%)	30 (88.2%)	1 (3.0%)		34
Riesgo Alto				8 (100%)		8
Riesgo Muy Alto						0

### Análisis de los Resultados Obtenidos

Los porcentajes obtenidos en las tablas 6, 7 y 8, evidencian la efectividad de los modelos difusos de calificación, solo podemos resaltar el caso presentado en la tabla N.8, en donde la clasificación del riesgo de crédito alto no resultó acorde a lo esperado.

Vemos que para los distintos tipos de riesgo, los porcentajes de clasificación correcta en niveles donde existen gran cantidad de casos estuvo entre el 82% y el 100%.

**Para el caso del riesgo de liquidez**, las clasificaciones correctas de riesgo alto, medio, bajo y muy bajo, estuvieron entre el 82% y el 100%.

**Para el caso del riesgo operacional**, las clasificaciones correctas de riesgo medio y bajo, fueron el 84% y el 85% respectivamente. No obstante, el riesgo operacional alto fue clasificado correctamente en un 67%.

**Para el caso del riesgo de crédito**, las clasificaciones correctas de riesgo medio, bajo y muy bajo, estuvieron entre el 85% y el 92%.

**En cuanto a la clasificación del riesgo financiero**, mostrado en la tabla N.9, los porcentajes correctos de clasificación para los riesgos bajo, medio y alto estuvieron entre un 88% y 100%, visto esto podemos concluir que los modelos de calificación creados mediante agrupamiento difuso realizan una aproximación bastante aceptable en su intento de clasificar el riesgo financiero.

## RESULTADOS DE LA CLASIFICACION DEL RIESGO FINANCIERO UTILIZANDO LOS MODELOS MEJORADOS CON ANFIS

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación de la técnica “**anfis**”, tres de los cinco modelos mejoraron sus salidas, es por ello que se medirán nuevamente los niveles de clasificación del riesgo de crédito, operacional y financiero a manera de comparar los resultados obtenidos con aquellos logrados sin la aplicación de **anfis**.

Como los modelos de Capital y liquidez no presentaron mejoras con **anfis** no fue necesario calcular nuevamente las clasificaciones del riesgo de liquidez.

Los porcentajes de clasificaciones correctas e incorrectas obtenidas para el riesgo operacional, crédito y financiero se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 10. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Operacional usando **anfis****

Riesgo Operacional	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo	<b>1 (100%)</b>					<b>1</b>
Riesgo Bajo	<b>1 (5.0%)</b>	<b>17 (85.0%)</b>	<b>2 (10.0%)</b>			<b>20</b>
Riesgo Medio		<b>1(5.3%)</b>	<b>16 (84.2%)</b>	<b>2 (10.5%)</b>		<b>19</b>
Riesgo Alto			<b>1 (11.1%)</b>	<b>8 (88.9%)</b>		<b>9</b>
Riesgo Muy Alto					<b>1 (100%)</b>	<b>1</b>

**Tabla 11. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Crédito usando **anfis****

Riesgo Operacional	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo	<b>12 (100.0%)</b>					<b>12</b>
Riesgo Bajo	<b>2 (14.3%)</b>	<b>12 (85.7%)</b>				<b>14</b>
Riesgo Medio		<b>3 (14.3%)</b>	<b>18 (85.7%)</b>			<b>21</b>
Riesgo Alto			<b>2 (66.7%)</b>	<b>1 (33.3%)</b>		<b>3</b>
Riesgo Muy Alto						<b>0</b>

**Tabla 12. Porcentajes de Clasificaciones Correctas en Riesgo Financiero usando **anfis****

Riesgo Financiero	Riesgo Muy Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Total
Riesgo Muy Bajo						<b>0</b>
Riesgo Bajo		<b>8 (100%)</b>				<b>8</b>
Riesgo Medio		<b>2 (5.8%)</b>	<b>31 (91.2%)</b>	<b>1 (3.0%)</b>		<b>34</b>
Riesgo Alto				<b>8 (100%)</b>		<b>8</b>
Riesgo Muy Alto						<b>0</b>

### Análisis de los Resultados Obtenidos

Comparando los porcentajes correctos de clasificación para el caso del riesgo de crédito (ver las tablas 11 y 8), queda evidenciada la efectividad de los modelos difusos de calificación mejorados con anfis, antes los porcentajes estaban entre el 85% y 92%, para los riesgos medio, bajo y muy bajo, ahora están entre el 85% y el 100%, sin embargo hay que resaltar nuevamente que la clasificación del riesgo de crédito alto no estuvo acorde a lo esperado, no obstante mejoró un poco con respecto a lo obtenido por el modelo sin anfis (ver la tabla 8).

Comparando los porcentajes correctos de clasificación para el caso del riesgo operacional (ver las tablas 10 y 7), se demuestra nuevamente la efectividad de anfis, antes los porcentajes estaban entre el 67% y 85%, para los riesgos alto, medio y bajo, ahora están entre el 84% y 88%, destacando que el riesgo operacional alto paso de un 67% a un 88% de clasificación correcta.

Finalmente comparando los porcentajes correctos de clasificación para el caso del riesgo financiero (ver tablas 12 y 9), utilizando anfis, el riesgo bajo, pasó de un 87% a un 100% de clasificación correcta y el riesgo medio mejoró de un 88% a un 91% de clasificación.

En conclusión podemos afirmar que la aplicación de la técnica "anfis" resultó de gran ayuda para mejorar los parámetros de los modelos de calificación y esto a su vez se tradujo en una mejora en los porcentajes de clasificación del riesgo financiero, operacional y de crédito.

### **Conclusiones**

La mayoría de los resultados obtenidos en los modelos difusos de calificación, presentaron errores bastantes bajos, lo cual se evidenció en los altos porcentajes de clasificación correcta de los distintos tipos de riesgo estudiados. Por ejemplo en el caso del riesgo financiero los porcentajes estuvieron entre el 88% y 100% de acierto.

Con ANFIS, los porcentajes de la clasificación del riesgo financiero como quedo evidenciado estuvieron entre el 90% y el 100%, sin duda resultados excelentes para cualquier modelo de clasificación.

El método ANFIS, en la mayoría de los casos, demostró ser un método altamente efectivo para la optimización del error de entrenamiento y por consiguiente ajuste de los modelos basados en agrupamiento difuso, en casi todos ellos los resultados de entrenamiento y prueba fueron mejorados.

Una de las dificultades que presenta el método ANFIS, es que cuando se le presentan vectores de entrenamiento que no sean representativos de las características del problema

que se esta modelando, este no garantiza que los sistemas de inferencia disminuyan el error en el entrenamiento y prueba.

ANEXOS

RESULTADO DE LOS MODELOS DE CALIFICACION

Para 50 observaciones de prueba, las calificaciones obtenidas por estos modelos así como los resultados deseados, se muestran en la siguiente tabla:

Banco-Periodo	FIS Capital 23		FIS Activos 23		FIS Gestion 23		FIS Ganancias 23		FIS Liquidez 23	
	Calif. Deseada	Calif. Obtenida	Calif. Deseada	Calif. Obtenida	Calif. Deseada	Calif. Obtenida	Calif. Deseada	Calif. Obtenida	Calif. Deseada	Calif. Obtenida
SOFITASA ENERO 1999	2.6667	2.8129	3	2.9987	2.25	2.0241	4.5	4.8397	4	3.6338
CANARIAS DE VENEZUELA DICIEMBRE 1998	1.6667	1.8543	3	3.031	3.5	3.5123	4.25	4.4171	2	2.0801
CONFEDERADO DICIEMBRE 1998	3.3333	3.2254	2.4	2.4176	2.25	2.1821	4.75	4.7861	2.5	2.5386
CITIBANK FEBRERO 1997	3.6667	3.6438	3.2	3.1563	2.5	2.6723	2.25	2.3584	3.25	3.2459
SOFITASA NOVIEMBRE 1998	2.3333	2.2005	2.6	2.5622	2.75	2.4553	4.5	4.7115	3.5	3.4279
CARONÍ NOVIEMBRE 1997	1.3333	1.4919	2	2.0318	4.25	4.3722	3	2.7499	3.5	3.4947
FEDERAL MAYO 2004	3.3333	3.3583	3.6	3.2741	3.5	3.5395	1.75	2.1074	3	2.9327
BANESCO AGOSTO 1996	2.3333	2.5139	3.8	3.5787	4.5	4.5481	3.75	3.4402	2	2.0897
SOFITASA JULIO 1998	2.6667	2.5374	2.6	2.7797	2.75	2.4865	4.75	4.6925	3.25	3.1277
OCCIDENTAL DE DESCUENTO JULIO 2000	1	1.1065	2.6	2.5473	2.75	2.7332	2.75	2.5906	4	3.795
CANARIAS DE VENEZUELA OCTUBRE 2000	1.3333	1.3011	2.2	2.1335	4	3.7963	3	2.9911	2	2.0981
BANESCO ENERO 1997	2.6667	2.6808	3.2	3.2567	4.5	4.4828	2.5	2.2945	2.25	2.3134
FEDERAL MARZO 2002	1.6667	1.4928	1.8	2.014	2.5	2.576	2.75	2.5255	3	2.9902
CANARIAS DE VENEZUELA OCTUBRE 1996	2	2.1696	3	2.941	4	3.8108	3.75	3.9464	2.25	2.3032
EXTERIOR JUNIO 2003	5	5.0057	4.2	4.3805	3.5	3.6653	2.25	2.5798	2.75	2.8876
CANARIAS DE VENEZUELA MAYO 1998	1.3333	1.0991	2.2	2.3081	4	3.8782	4.5	4.4615	2.25	2.2218
FEDERAL JUNIO 2000	1.3333	1.2274	2.4	2.5327	2.75	2.6982	2.75	2.7688	3	2.8106
SOFITASA MARZO 2003	4	4.2156	3	2.9072	2.75	2.8177	4.25	4.099	3.75	4.012
SOFITASA NOVIEMBRE 1999	2.3333	2.391	2.4	2.3852	1	1.3644	4.25	4.224	3.5	3.3297
MERCANTIL AGOSTO 2004	4	4.0392	4.2	4.1029	4	4.0899	2	2.0082	2.75	2.8305
OCCIDENTAL DE DESCUENTO AGOSTO 1998	2	2.0633	3.6	3.5348	3.5	3.5773	4.5	4.5572	4	3.72
MERCANTIL JULIO 1998	3.3333	3.5165	3.2	3.3127	2.75	2.7975	4.25	4.6052	2.5	2.5811
SOFITASA MARZO 1998	2.3333	2.1636	2.8	3.169	3	3.0929	3.75	3.7289	2.5	2.6754
CONFEDERADO MAYO 1997	1.3333	1.217	1.2	0.99458	2.25	2.3326	3.75	3.9251	2.25	2.0006
GUAYANA MARZO 1999	1.6667	1.6029	2.2	2.2531	2.25	1.7075	4.25	4.6116	3	3.0786
GUAYANA MAYO 2003	2.3333	2.1066	3	3.2496	4.25	4.2376	4	4.2751	3.25	3.1194
OCCIDENTAL DE DESCUENTO JUNIO 2003	3	3.0402	2.4	2.2894	3.5	3.4035	2.5	2.4846	2.5	2.6383
FEDERAL FEBRERO 2002	2	1.5949	2	2.1156	2.5	2.2272	2.5	2.3838	3	3.1139
VENEZUELA FEBRERO 2001	4.6667	4.6729	3.4	3.5384	3.25	3.366	2.25	2.0634	3	2.721
CARONÍ AGOSTO 2004	4	4.0097	3.8	3.7745	3.75	3.7518	2.25	2.0405	3.25	3.1228
GUAYANA NOVIEMBRE 2004	2	2.0663	3.8	3.7474	4.5	4.3142	3	2.852	3	2.8739
CARIBE AGOSTO 2000	3.6667	3.3483	2.4	2.3096	1	1.1263	2	2.2339	2.25	2.3575
INDUSTRIAL DE VENEZUELA JULIO 2003	2.3333	2.3058	2.6	2.7562	2.5	2.8149	2	1.6849	4	4.1562
EXTERIOR JUNIO 2004	5	4.8863	4.2	4.1382	3.75	3.9281	2	1.9691	2	2.3472

INDUSTRIAL DE VENEZUELA OCTUBRE 2000	3.3333	3.1232	3.2	2.9546	1.75	1.7818	2.25	2.1031	3	3.1915
VENEZOLANO DE CRÉDITO ABRIL 2002	4.6667	4.5881	2.4	2.5169	3.5	3.5923	3.75	3.6894	3.75	4.0913
MERCANTIL AGOSTO 1997	1.6667	2.0046	3.4	3.4548	3	2.9689	3.25	3.4624	2.25	2.207
CONFEDERADO ABRIL 1998	2.3333	2.4356	2.4	2.5035	2	2.248	4.25	4.4257	2.25	2.272
CITIBANK JULIO 2003	2.6667	2.4857	2.4	2.4257	3.75	4.0264	2.25	2.5791	3.25	2.9888
MERCANTIL JUNIO 1998	3.3333	3.4173	3.6	3.5192	4	3.9137	4	4.0931	2.5	2.5138
OCCIDENTAL DE DESCUENTO JULIO 1999	1.3333	1.1944	2.4	2.441	3.25	3.5705	3.75	3.8787	4.5	4.4435
BANESCO ABRIL 2001	1.3333	1.2136	2.4	2.4387	3	2.9157	1.75	2.2635	3.5	3.4435
SOFITASA SEPTIEMBRE 1999	2.3333	2.5009	2.4	2.4389	1	1.3497	4.5	4.2737	3.5	3.1881
CONFEDERADO ENERO 2000	2.3333	2.3483	1.8	2.0398	2.5	2.1491	3.75	3.7533	3.25	3.0466
CITIBANK MARZO 1999	4	4.0281	3.2	3.2638	3.25	3.2897	3.75	3.8297	2.75	2.7942
OCCIDENTAL DE DESCUENTO MAYO 1998	2	1.9335	3.6	3.5164	4	3.9079	4	3.9191	4	3.7575
VENEZUELA NOVIEMBRE 1996	5	4.9765	4.8	5.0875	4	4.014	3.25	3.2122	2.25	2.1587
VENEZUELA DICIEMBRE 2004	3.3333	3.1111	3.8	3.7786	4.5	4.4023	2.25	2.0345	2.75	2.9104
CANARIAS DE VENEZUELA DICIEMBRE 200	1.3333	1.2065	2.4	2.2914	3.25	3.1891	3.25	2.9498	2.5	2.3543
BANESCO OCTUBRE 2003	3	2.9341	3	3.2269	2.75	2.916	2.5	2.5783	2.5	2.6413

## Referencias Bibliográficas

Martín del Brío Bonifacio y Sanz Alfredo, Redes Neuronales y Sistemas Difusos (2002).RA-MA Editorial, MADRID, España.

Chiu Steve, Fuzzy Model Identification Based on Cluster Estimation .Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Vol. 2 No. 3, Sept. 1994

Bezdek, J.C. (1981): Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Plenum, New York.

Hathaway, R.J., Bezdek, J.C. y Hu, Y. (2000): Generalized Fuzzy C-Means Clustering Strategies Using Lp Norm Distances, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 8, no. 5, October 2000

[Galindo G., 2002] Galindo G., J. (2002). Conjuntos y sistemas difusos. Lógica difusa y Aplicaciones. En <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/>.

[Klir and Yuan, 1995] Klir, George, Yuan Bo. (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic. Theory and applications. Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ.

D. Dubois, H. Prade and R.R. Yager. (Eds.), Readings in Fuzzy Sets for Intelligent Systems. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1993.

Brule James, Fuzzy Systems - A Tutorial. (1985).

Zadeh Lofty, Fuzzy Sets and Fuzzy Information-Granulation Theory. (1997).Da Ruan editorial.

E. Trillas, C. Alsina y J.M. Terricabras. Introducción a la Lógica Borrosa. Ariel, Barcelona, 1995.

Morales Guillermo, Elementos de la lógica difusa. (2000). Centro de Investigación y estudios Avanzados del IPN.

Pérez Cisneros Marco, Sistemas de lógica difusa. Universidad de Guadalajara, México.

Bruno, Nicolás. Sistemas de inferencia difusos basados en redes neuroadaptativas (1999).Universidad de Murcia. España.

Viloria Joan, Uso de Lógica Difusa para la Evaluación del Impacto del TROLMERIDA en la Calidad del Transporte Publico. (2005), tesis de pregrado. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Díaz Bárbara, Moniche Laura, Morilla Antonio. Identificación de sectores claves mediante análisis de conglomerados difuso. El caso de España. (2005).I Jornadas de Análisis Input-Output.

Guillén Ruth, Colmenares Gerardo, Orlandoni Giampaolo. (2005). Algoritmo seguido para el preprocesamiento de datos de la banca y construcción de modelos no lineales. Grupo Banca. Manuscrito Convenio Universidad de Los Andes -Banco Central de Venezuela.

López Thomas, Estudio de técnicas de análisis de datos para selección de variables, detección de valores atípicos y estimación de valores faltantes en entradas al sistema neuronmaster. (2001), tesis de pregrado. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Buniak, Leonardo. Mejores Prácticas en Metodologías, Sistemas de Análisis y Calificación de Riesgo Bancario, Monitoreo Off Site, Indicadores de Alerta Temprana y Modelo Estadísticos Predictivos de Quiebra Bancaria(2002).Rating And Bank Risk Analysis.

Jaramillo Alberto y Otros. Sector bancario y coyuntura económica el caso colombiano 1990 – 2000. (2002). Grupo de estudios en economía y empresa universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

Arteche Corina, Sistema Bancario Venezolano, (2004), bcv.org.ve

Demirgüç-Kunt, Asli y Enrica Detragiache: The Determinants of Banking Crises: Evidence from Developing and Developed Countries. IMF Working Paper. 1997.

- Carrasquilla, Alberto: Causas y Efectos de las Crisis Bancarias en América Latina, pp. 47-58 en Revista de Análisis, Banco Central de Bolivia, Vol. 1, No. 2. 1998.

Mascareñas Juan, Riesgo económico y financiero.(2002).Universidad Complutense de Madrid, España.

Castro, Ligia. Estado de Cumplimiento de los Principios Fundamentales para la Supervisión Efectiva de Bancos del Comité de Basilea. (1998).