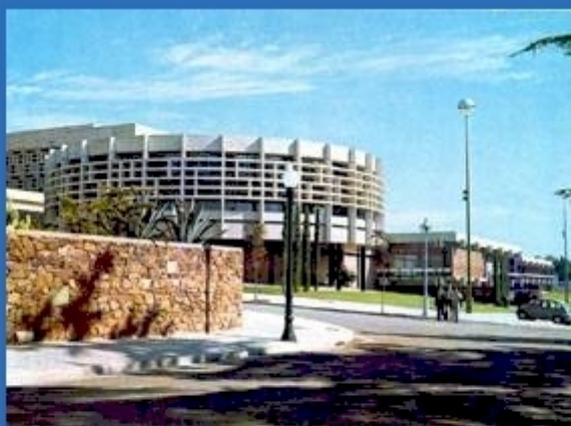


La siniestralidad en seguros de consumo anual
de las entidades de previsión social. Perspectiva probabilística y econométrica.
Propuesta de un modelo econométrico neuronal para Cataluña.

Salvador Torra Porras

DEPARTAMENT D'ECONOMETRIA, ESTADÍSTICA
I ECONOMIA ESPANYOLA

UNIVERSITAT DE BARCELONA



DEPARTAMENT D'ECONOMETRIA, ESTADÍSTICA
I ECONOMIA ESPANYOLA

UNIVERSITAT DE BARCELONA

TESIS DOCTORAL

La siniestralidad en seguros de consumo anual
de las entidades de previsión social. Perspectiva probabilística y econométrica.
Propuesta de un modelo econométrico neuronal para Cataluña.

Trabajo presentado por D. Salvador Torra Porras
para la obtención del Título de Doctor en Ciencias
Económicas y Empresariales, bajo la dirección del
Dr. Miguel Ángel Sierra Martínez en el marco del
programa de doctorado "*Economía y Territorio:
Análisis Cuantitativo*" de la Universidad de
Barcelona. Bienio 1992-1994.

Barcelona, Julio de 2003

A mi Esposa y Padres

AGRADECIMIENTOS

En un cometido de esta envergadura acaba siendo primordial poder agradecer a todas aquellas personas, ya sean del ámbito académico o no, que han participado directa o indirectamente en la realización de esta Tesis Doctoral. Los intercambios de ideas realizados entre el autor y el conjunto de personas que le rodean han sido muy numerosos, vertebrados en una doble línea, en primer lugar, desde el soporte moral que me ha permitido avanzar en los momentos difíciles y en segundo lugar, desde la visión científica que ha supuesto vencer las numerosas dificultades aparecidas en el proceso de elaboración de esta investigación. Todo ello ha afectado tanto a la forma como al fondo del presente estudio.

En este sentido, debo y deseo destacar a una persona que posee una gran capacidad de trabajo, una merecida reputación como docente y que es un entusiasta del saber novedoso, todo ello acompañado por un talante humano basado en la tolerancia y en el conocimiento, se trata de un maestro de quien he recibido constantemente guía y motivación: el director de la Tesis Doctoral, el Dr. Miguel Ángel Sierra Martínez.

Igualmente, tenemos que agradecer a los doctores Carlos Serrano Cinca de la Universidad de Zaragoza, Manuel García-Ayuso de la Universidad de Sevilla y Luis Latorre Llorens su imprescindible ayuda y apoyo en la adquisición de los conocimientos sobre los que se fundamenta nuestra tesis. Asimismo deseo agradecer al Departamento de Econometría y Estadística de la Universidad de Barcelona al que pertenezco, así como a los colegas que lo constituyen, la ayuda prestada, cuya naturaleza tan dispar hace imposible el detalle. Especialmente agradezco al Dr. Francisco Llorente de la Universidad de Barcelona, su gran apoyo moral en los momentos difíciles, así como destacar de él su desinteresada y permanente entrega. También me gustaría agradecer el soporte informático y sobre todo humano de Xavier Nicolás y Damià Querol, sin su ayuda difícilmente el objetivo de este trabajo se hubiese conseguido.

Del mismo modo me gustaría hacer referencia a las empresas siguientes por su apoyo personal y profesional: Addlink Software Científico, Asistemas, BBS y Mapgenia y a las instituciones públicas: Generalitat de Catalunya (en especial el Sr. Enric Anglada), Gobierno Vasco (en especial el Sr. J. A. Sánchez), Federación de Mutualidades de Cataluña (en especial el Sr. Ferrán Guinot) y Confederación Nacional de Entidades de Previsión Social.

Finalmente, desearía agradecer la paciencia de mi esposa, Gemma, que ha sabido estar en todo momento a mi lado en aquellos momentos difíciles, creyendo en mí mucho más que yo mismo, y que ha sido un apoyo incondicional en la corrección del estilo, siendo de gran ayuda su crítica y severa opinión. Y a mis padres, que me concedieron en todo momento su apoyo moral y afectivo en el largo camino recorrido. Siempre les reconoceré la presencia, la cooperación y el soporte afectivo.

Índice

Agradecimientos	I
Índice de contenido	V

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO

I.	Planteamiento y acotación del tema objeto del estudio	1
II.	Estructura de la Tesis Doctoral	1
III.	Metodología utilizada	3
IV.	Principales aportaciones y comentarios del desarrollo de la investigación.....	3

PARTE I: FUNDAMENTOS Y HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

CAPÍTULO 1. MÉTODOS ESTADÍSTICOS y ECONOMETRÍCOS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

1.1.	Introducción.....	7
1.2.	<i>Métodos</i> de análisis económico-financiero	8
1.3.	Características <i>Metodológicas</i> del análisis económico-financiero mediante ratios	12
1.4.	Características de los ratios económico-financieros	17
1.4.1.	Características <i>Cross-Sectional</i> de los ratios Económico-Financieros.....	18
1.4.2.	Modelización probabilística <i>Cross-Sectional</i> de los ratios Económico-Financieros.....	20
1.5.	<i>Simulación estadística</i> aplicada a los ratios económico-financieros	23
1.5.1.	Características y construcción de un <i>modelo de simulación</i>	23
1.5.2.	Obtención de modelos teóricos probabilísticos a partir de los datos: <i>Contrastes no paramétricos</i>	25
1.6.	Nuevos avances en el diseño del modelo de ratio financiero	30
1.6.1.	Modelización mediante <i>métodos estocásticos</i>	31
1.6.2.	Análisis de <i>Co-integración</i> aplicado a los ratios financieros.....	33
1.6.3.	Modelización <i>no paramétrica</i> : <u>Modelos neuronales</u>	35

CAPÍTULO 2 HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN: *REDES NEURONALES*

2.1.	Introducción	37
2.2.	<i>Características</i> de los modelos neuronales artificiales.....	46
2.3.	Teoría de la <i>aproximación</i> versus modelos neuronales	54
2.4.	Modelos de redes neuronales (<i>taxonomía</i>).....	61
2.5.	<i>Descripción</i> de los modelos neuronales	72
2.5.1.	Modelos <i>feed-forward</i> y aprendizaje supervisado.....	72
2.5.2.	Modelos <i>Single-Layer Feedback</i> o Asociativos y memorias <i>Asociativas</i>	76
2.5.3.	Modelos neuronales de aprendizaje <i>no supervisado</i>	82
2.5.4.	Modelos neuronales <i>recurrentes</i>	87
2.5.5.	Modelos <i>híbridos</i>	91
2.5.5.1.	Redes neuronales <i>Radial Basis Function</i> (RBF).....	91
2.5.5.2.	Redes neuronales <i>Probabilísticas</i> (PNN).....	96
2.5.5.3.	Redes neuronales de <i>Regresión Generalizada</i> (GRNN).....	101
2.5.5.4.	Redes neuronales <i>Polinomiales</i> (PoNN): Algoritmo GMDH.....	105

CAPÍTULO 3 MODELIZACIÓN NEURONAL: *APROXIMACIÓN ESTADÍSTICA Y ECONOMETRICA*

3.1.	Introducción: Las redes neuronales como herramienta de <i>modelización estadística</i>	113
3.2.	Paralelismos entre los Modelos estadísticos y Neuronales.....	114
3.2.1.	Modelo de Regresión Lineal	114
3.2.2.	Modelos Logit y Probit.....	117
3.2.3.	Modelo de variable latente con indicadores múltiples y causas múltiples (<i>MIMIC</i>).....	118
3.2.4.	Familia de Modelos <i>Generalizados</i>	120
3.3.	Interpretación de los modelos de redes neuronales desde la óptica <i>estadística</i>	125
3.4.	<i>Aproximación</i> econométrica de los modelos neuronales	137
3.4.1.	Introducción	137
3.4.2.	Diseño de Modelos econométricos neuronales: <i>principios de identificación</i>	141
3.4.3.	<i>Especificación</i> econométrica de los modelos neuronales	156
3.4.4.	<i>Aproximación</i> estadística del <i>contraste</i> de variables relevantes.....	164
3.4.5.	Test de <i>contraste de hipótesis</i> de validación de los modelos.....	172

PARTE II: ESTUDIO EMPÍRICO:
SECTOR ASEGURADOR
y DE PREVISIÓN SOCIAL ESPAÑOL

CAPÍTULO 4 SECTOR ASEGURADOR ESPAÑOL

4.1.	Características generales del sector	177
4.1.1.	Introducción	177
4.1.2.	Magnitudes básicas sector asegurador español en función del perfil <i>jurídico</i> de las compañías, tipología de negocio (<i>vida y no vida</i>) y por <i>cobertura</i> territorial (1991-1997)	182
4.1.3.	Magnitudes del sector de previsión social español (<i>mutualidades</i>).....	189
4.1.3.1.	Descripción por comunidades autónomas con competencias propias en materia de previsión social	190
4.1.3.1.1.	Comunidad autónoma de <i>Cataluña</i> (1991-1997)	190
4.1.3.1.2.	Comunidad autónoma del <i>País Vasco</i> (1990-1998) ...	198
4.1.3.2.	Comunidades autónomas con dependencia directa de la <i>Dirección General de Seguros</i> (1992-1997)	202
4.1.4.	Descripción por tipología de ramos de prestación <i>vida y no vida</i> : Comunidad autónoma de <i>Cataluña</i> (1991-1997)	206

CAPÍTULO 5 SECTOR DE PREVISIÓN SOCIAL DE CATALUÑA
(*No Vida*)

5.1.	Introducción	217
5.2.	Descripción del sector de previsión social de <i>Cataluña (No Vida)</i>	218
5.2.1.	Magnitudes básicas del estudio.....	218
5.2.2.	Ratios básicos utilizados en el estudio de la siniestralidad.....	226
5.3.	Estudio de la siniestralidad <i>no vida</i> en el subsector de previsión social en <i>Cataluña</i> (1989-1997): <i>Perspectiva probabilística</i>	235
5.3.1.	Comportamiento estadístico de la Siniestralidad: <i>Distribuciones Básicas</i>	235
5.3.2.	Modelización probabilística de los componentes de la siniestralidad <i>no vida</i> desglosado por tipos de prestación	237
5.3.2.1.	Distribución del <i>número de siniestros</i> (v)	237
5.3.2.2.	Distribución del <i>coste</i> o <i>cuantía</i> de cada siniestro (η)	246
5.3.2.3.	Comportamiento de la <i>siniestralidad anual</i> o <i>daño total</i> (ξ): Función compuesta de <i>Poisson</i>	250
5.3.2.4.	Comportamiento de la <i>siniestralidad anual</i> o <i>daño total</i> (ξ): <i>Método de Monte-Carlo</i>	255

5.3.2.5.	<i>Margen mínimo</i> de solvencia por tipo de prestación a partir del Método de <i>Monte-Carlo</i>	263
5.3.3.	Análisis empírico del ratio de siniestralidad total (ξ/p) por tipo de prestación.....	281
5.3.3.1.	Descripción magnitudes básicas del ratio de siniestralidad	281
5.3.3.2.	Modelización <i>probabilística</i> del ratio de siniestralidad total	285
5.3.3.3.	Distribuciones <i>complementarias Log-Log</i> : estimación del exponente característico (α -estable, $S_\alpha(\beta, \mu, c)$).....	296
5.3.3.4.	<i>Margen mínimo</i> de solvencia por tipo de prestación a partir del ratio (ξ/p)- <i>Comparativa</i> de resultados.....	303
5.4.	Estudio de la siniestralidad <i>no vida</i> en el subsector de previsión social en <i>Cataluña</i> (1989-1997): <i>Perspectiva econométrica</i> del modelo de ratio de siniestralidad.....	314
5.4.1.	Introducción	314
5.4.2.	Análisis de <i>Regresión</i> del modelo de <i>ratio</i> : Especificación <i>clásica</i> con errores <i>aditivos</i>	320
5.4.3.	Análisis de <i>Regresión</i> del modelo de <i>ratio</i> : Especificación <i>clásica</i> con errores <i>multiplicativos</i>	325
5.4.4.	Especificación <i>característica</i> del modelo de ratio con errores aditivos.....	328
5.4.5.	Especificación <i>característica</i> del modelo de ratio con errores multiplicativos. Propuesta de modelo de ratio <i>umbral</i> [$\alpha; \beta; \delta_x$]	331
5.4.6.	Especificación <i>flexible</i> mediante la <u>transformación de <i>Box-Cox</i></u>	334
5.4.6.1.	Contraste de la forma funcional del modelo de ratio: <i>Forma Funcional Generalizada de Box-Cox</i> (FFG(1)) ($\lambda_1 = \lambda_2$)	335
5.4.6.2.	Contraste de la forma funcional del modelo de ratio: <i>Forma Funcional Generalizada de Box-Cox</i> (FFG(2)) ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)	341

CAPÍTULO 6 DISEÑO Y APLICACIONES DE LA METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA NEURONAL

6.1.	Introducción	345
6.2.	<i>Identificación</i> de la forma funcional del <i>modelo de ratio</i> mediante modelos neuronales <i>Multilayer feed-forward</i> ($MLP(p; q)$)	348
6.3.	Propuesta de modelización econométrica alternativa del modelo de ratio de siniestralidad: <i>Modelo de Regresión Generalizada Neuronal</i> (GRNN).....	352
6.4.	Definición flexible de <i>sector</i> mediante un modelo econométrico neuronal <i>Multilayer feed-forward</i> ($MLP(4:3)$).....	357
6.5.	Diseño de un <i>benchmark sectorial</i> para la siniestralidad <i>no vida</i> mediante un Modelo econométrico neuronal ($MLP(4:3)$).....	371
6.5.1.	Propuesta de <i>scoring</i> para el sector de mutualidades de <i>Cataluña</i>	371

CAPÍTULO 7 CONSIDERACIONES FINALES

CONCLUSIONES: Retrospectivas y prospectivas 385

BIBLIOGRAFÍA 411

ANEXOS 443

