

N. 35201
R. 011113

CUADERNOS DE LA FUNDACIÓN
Nº 61

SISTEMAS BONUS-MALUS
GENERALIZADOS CON INCLUSIÓN
DE LOS COSTES DE LOS SINIESTROS

Autores: Montserrat Guillén Estany
Catalina Bolancé Losilla

Julio, 2001

LISTA DE CUADERNOS DE LA FUNDACIÓN MAPFRE ESTUDIOS EDITADOS:

1. Filosofía Empresarial
 2. Resultados de la Encuesta sobre "Altos Profesionales de Seguros" (A.P.S.)
 3. Dirección y Gestión de la Seguridad
 4. Los Seguros en una Europa cambiante: 1990-1995 (No disponible)
 5. La Distribución Comercial del Seguro: Sus Estrategias y Riesgos
 6. Elementos de Dirección Estratégica de la Empresa
 7. Los Seguros de Responsabilidad Civil y su Obligatoriedad de Aseguramiento
 8. La Implantación de un Sistema de Controlling Estratégico en la Empresa
 9. Técnicas de Trabajo Intelectual
 10. Desarrollo Directivo: Una Inversión Estratégica
 11. El Concepto de Seguridad en la Ciencia y la Ciencia de la Seguridad
 12. Los Seguros de Salud y la Sanidad Privada
 13. Calidad Total y Seguridad
 14. El Reaseguro de Exceso de Pérdidas
 15. El Coste de los Riesgos en la Empresa Española 1991
 16. La Legislación Española de Seguros y su Adaptación a la Normativa Comunitaria
- Número Especial: Informe sobre el Mercado de Seguros 1993

17. Medio Ambiente Seguro: Desarrollo Futuro
18. El Seguro de Crédito a la Exportación en los países de la OCDE (Evaluación de los resultados de los aseguradores públicos)
19. Una Teoría de la Educación
20. El Reaseguro en los Procesos de Integración Económica

Número Especial: Informe sobre el Mercado de Seguros 1994

21. La Nueva Regulación de las Provisiones Técnicas en la Directiva de Cuentas de la C.E.E. Provisiones Técnicas de Seguros de Vida en las Directivas Comunitarias
22. Rentabilidad y Productividad de Entidades Aseguradoras
23. Análisis de la Demanda de Seguro Sanitario Privado
24. El Seguro: Expresión de Solidaridad desde la Perspectiva del Derecho
25. El Reaseguro Financiero
26. El Coste de los Riesgos en la Empresa Española 1993
27. La Calidad Total como Factor para elevar la Cuota de Mercado en Empresas de Seguros
28. La Naturaleza Jurídica del Seguro de Responsabilidad Civil
29. Ruina y Seguro de Responsabilidad Civil Decenal

Número Especial: Informe sobre el Mercado de Seguros 1995

30. El Tiempo del Directivo
31. Tipos Estratégicos, Orientación al Mercado y Resultados Económicos: Análisis Empírico del Sector Asegurador Español

32. Decisiones Racionales en Reaseguro
33. La función del Derecho en la Economía
34. El Coste de los Riesgos en la Empresa Española 1995
35. El Control de Riesgos en Fraudes Informáticos
36. Cláusulas Limitativas de los Derechos de los Asegurados y Cláusulas Delimitadoras del Riesgo Cubierto. Las Cláusulas de Limitación Temporal de la Cobertura en el Seguro de Responsabilidad Civil

Número Especial: Informe sobre el Mercado de Seguros 1996

37. La Responsabilidad Civil por Accidente de Circulación. Puntual Comparación de los Derechos Francés y Español
38. Legislación y Estadísticas del Mercado de Seguros en la Comunidad Iberoamericana
39. Perspectiva Histórica de los Documentos Estadístico-Contables del Órgano de Control: Aspectos Jurídicos, Formalización y Explotación
40. Resultados de la Encuesta sobre la Organización y Gestión de la Seguridad en la Empresa (1996)
41. De Maastricht a Amsterdam: Un paso más en la integración europea

Número Especial: Informe sobre el Mercado de Seguros 1997

42. La Responsabilidad Civil por contaminación del entorno y su aseguramiento
43. Resultados de la Encuesta sobre Disponibilidad de Instalaciones de Protección contra Incendios en la Empresa 1997”
44. Resultados de la Encuesta sobre Implantación en la Empresa de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
45. Los Impuestos en una Economía Global

46. Evolución y Predicción de las Tablas de Mortalidad Dinámicas para la Población Española
47. El Fraude en el Seguro del Automóvil: Cómo detectarlo
48. Matemática Actuarial no Vida con MapleV
49. Solvencia y Estabilidad Financiera en la Empresa de Seguros: Metodología y Evaluación Empírica mediante Análisis Multivariante
50. Mixturas de Distribuciones: Aplicación a las variables más relevantes que modelan la siniestralidad en la Empresa Aseguradora
51. Seguridades y Riesgos del joven en los grupos de edad
52. La Estructura Financiera de las Entidades de Seguros
53. Habilidades Directivas: Estudio de sesgo de género en instrumentos de evaluación
54. El Corredor de Reaseguro y su legislación específica en América y Europa
55. Resultados de la Encuesta: “La Seguridad contra Intrusión (Seguridad Privada) en la Empresa. 1999”
56. Análisis económico y estadístico de los factores determinantes de la demanda de los seguros privados en España
57. Informe final. Encuesta: “La Organización y Gestión de la Seguridad en la Empresa. 1999”
58. Problemática contable de las operaciones de reaseguro
59. Estudios sobre el Euro y el Seguro
60. Análisis Técnico y Económico del conjunto de las empresas aseguradoras de la Unión Europea

Copyright: F.M.E.

Prohibida la reproducción total o parcial de este trabajo sin el permiso escrito del autor o de la FUNDACIÓN MAPFRE ESTUDIOS

SISTEMAS BONUS-MALUS GENERALIZADOS CON INCLUSIÓN DE LOS COSTES DE LOS SINIESTROS

Autores:

**Montserrat Guillén Estany
Catalina Bolancé Losilla**

**Departamento de Econometría, Es-
tadística y Economía Española
Universidad de Barcelona**

**Trabajo resultante de una Beca RIESGO Y SEGURO 1998/99, concedida por la
Fundación MAPFRE Estudios.**

Montserrat Guillén Estany es Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona, Licenciada en Ciencias Matemáticas por la Universidad de Barcelona, Master en Análisis de Datos en Ciencias Sociales por la Universidad de Essex y Postgrado en Análisis de Datos por la Universidad de Essex.

Es Catedrática de Econometría Actuarial y en la actualidad es jefe de estudios de la Diplomatura en Estadística de la Universidad de Barcelona, es profesora en dicha Diplomatura y en la Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras (Universidad de Barcelona) y colabora en la Licenciatura en Dirección y Administración de Empresas (Universidad Oberta de Catalunya).

Es autora de numerosas publicaciones, artículos y estudios relacionados con el campo financiero y asegurador. Participa, de manera habitual, en congresos nacionales e internacionales y colabora en revistas económicas. Es directora de numerosas tesis doctorales e investigadora responsable del equipo de investigación Riesgo en Finanzas y Seguros.

Miembro de la American Statistical Association, de la Econometric Society, de la Sociedad Española de Estadística e Investigación Operativa y de la Sociedad Catalana de Matemáticas, ha colaborado con instituciones públicas y privadas del mercado nacional e internacional.

e-mail: guillen@eco.ub.es
Tlfn: (34) 93.4021834

Catalina Bolancé Losilla es Doctora en Investigación y Técnicas de Mercado por la Universidad de Barcelona, Licenciada en Investigación y Técnicas de Mercado por la Universidad de Barcelona, obteniendo el premio extraordinario de licenciatura, y Diplomada en Estadística por la Universidad de Barcelona.

En la actualidad es profesora en la Diplomatura en Estadística de la Universidad de Barcelona, en la Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras (Universidad de Barcelona) y en la Licenciatura en Dirección y Administración de Empresas (Universidad de Barcelona).

Su investigación se ha centrado en el análisis de Funciones de Pérdida con métodos no paramétricos y en los Sistemas Bonus-Malus. Los artículos que ha escrito se han centrado en el diseño y aplicación de métodos estadísticos para el análisis de las distribuciones en finanzas y seguros y en el diseño de nuevos sistemas de tarificación ha posteriori.

Su participación en congresos, tanto nacionales como internacionales es habitual. Ha colaborado con entidades públicas y privadas del mercado nacional asegurador y de otras áreas de la economía.

e-mail: bolance@eco.ub.es
Tlfn: (34) 93.4021010

ÍNDICE

PRÓLOGO	V
INTRODUCCIÓN	IX
PARTE 1:	
EL SISTEMA BONUS-MALUS EN EL SEGURO DEL AUTOMÓVIL	1
CAPÍTULO 1: Definición del sistema bonus-malus	3
CAPÍTULO 2: Modelos probabilísticos para estudiar el número de reclamaciones	7
2.1. Modelo de Poisson	8
2.2. Modelo Binomial Negativo	10
2.3. Inclusión de variables exógenas en los modelos de ajuste de la distribución del número y coste de los siniestros	13
CAPÍTULO 3: Sistema bonus-malus basado en el número de Reclamaciones	17
3.1. Construcción del SBM en función del número de reclamaciones	17
PARTE 2:	
INCLUSIÓN DE LOS COSTES EN EL SISTEMA BONUS-MALUS	25
CAPÍTULO 4: Modelos probabilísticos para estudiar el coste de reclamaciones	27
4.1. Modelo Gamma	28
4.2. Modelo Log-normal	29
CAPÍTULO 5: Construcción del sistema bonus-malus	31

PARTE 3:	
IMPLEMENTACIÓN	37
CAPÍTULO 6: Diseño de la base de datos	39
6.1. Proceso de selección de los asegurados	39
CAPÍTULO 7: Análisis descriptivo de las principales variables	45
7.1. Variables asociadas a las características de los conductores	45
7.2. Variables asociadas a las características de los vehículos	52
7.3. Variables asociadas a las características de los siniestros	53
CAPÍTULO 8: Resultados del sistema bonus-malus	83
8.1. Sistema bonus-malus. Ajuste del modelo Binomial Negativo	85
8.2. Sistema bonus-malus con inclusión de los costes de los siniestros. Ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta	94
CAPÍTULO 9: Comparación entre sistemas bonus-malus	107
CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXO 1	123
ANEXO 2	149

PRÓLOGO

La primera pregunta que surge al iniciar la lectura de una obra como la que aquí se presenta es saber si aportará elementos prácticos de cara a la mejora de los sistemas de tarificación a posteriori, Sistemas Bonus-Malus, que se utilizan en el seguro del automóvil. En mi opinión ese es precisamente el elemento más destacado de este trabajo.

El libro realiza un amplio recorrido sobre la tarificación a posteriori en el seguro del automóvil: Sistema Bonus-Malus. Desde una perspectiva histórica se revisan aquellas leyes de probabilidad que se han utilizado para el ajuste de las distribuciones asociadas al número y al coste de los siniestros declarados en la cartera de autos de una compañía aseguradora. Se evidencia la relevancia de los criterios bayesianos en la construcción de sistemas de tarificación sobre la base de la experiencia.

Uno de los apartados más interesantes lo constituye el dedicado a presentar un modo de incluir los costes de los siniestros en el Sistema Bonus-Malus. En este punto se destaca la presentación de una alternativa de fácil implementación práctica y con una gran flexibilidad. Dicha alternativa incluso permite la posibilidad de un efecto franquicia deseable por las compañías aseguradoras.

Hasta la actualidad, en España no se había realizado el ajuste de Sistemas Bonus-Malus incluyendo los costes de los siniestros. Por ello, es importante considerar que en este libro se presenta la primera aplicación llevada a cabo con datos de siniestralidad españoles.

No sería justo llenar estas páginas de prólogo avanzando al lector lo que ya encontrará, con mayor rigor y extensión, en las páginas siguientes. Si se me permite, dedicaré algunas líneas a esbozar cómo se gestó este trabajo y cómo diversas personas del mundo empresarial y universitario han contribuido a la elaboración del mismo.

Fue en 1998 cuando las autoras, Montserrat Guillén y Catalina Bolancé, se cuestionaron por qué los Sistemas Bonus-Malus utilizados por las compañías aseguradoras en España, y en el resto de Europa, penalizaban del mismo modo a un siniestro con un coste reducido que a otro con un coste mucho mayor. Anteriormente, ya se habían detectado como en el ámbito de la investigación sobre los sistemas de tarificación en el seguro del automóvil, autores como Lemaire y Pinquet proponían algunos modelos que consideraban la cuantía de los costes en el cálculo de las bonificaciones y penalizaciones del Sistema Bonus-Malus. Sin embargo, como se refleja en el libro, dichos modelos son de difícil aplicación en la realidad actual del seguro del automóvil en España.

Gracias a la Fundación Mapfre Estudios que concedió una Beca Riesgo y Seguro 98/99, las autoras pudieron iniciar la investigación sobre Sistemas Bonus-Malus con inclusión de los costes de los siniestros, más centrada en el contexto de la realidad del seguro del automóvil en España. Para ello, la colaboración del Departamento de Autos de Mapfre ha sido de vital importancia. Las sugerencias y apoyo del director de este departamento, D. Juan Antonio Rodrigo Mora, han sido de gran ayuda, sin ellas no hubiera sido posible la elaboración de este libro.

También merece ser destacado el gran esfuerzo de las dos autoras, Montserrat Guillén y Catalina Bolancé, y el excelente trabajo que han realizado, con aportaciones de gran interés para el sector asegurador y la sociedad en general. Todo ello ha quedado materializado en este libro.

Sin querer predisponer al lector, se desea destacar que la obra tiene una utilidad práctica para todo aquel que quiere saber cómo se pueden mejorar los sistemas de tarificación a posteriori utilizados en la actualidad. Para responder a esta pregunta, basta leer este libro, pionero en España por sus características y en el mundo entero por sugerir

avances técnicos y metodológicos que avalan los foros científicos de reconocido prestigio en los que se ha discutido.

Por lo tanto, recomiendo la lectura de esta obra sabiendo que será útil y que contribuirá a difundir una idea importante: que los grupos de investigación españoles, tanto en esta materia como en otros campos de la ciencia, tienen un nivel de competencia que constituye ya un referente a nivel internacional.

Dr. Manuel Artís Ortuño

Catedrático de la Universidad de Barcelona

**Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
y Empresariales**

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Bonus-Malus (SBM) se aplican de forma generalizada en el seguro del automóvil. Éstos constituyen un mecanismo de corrección en la prima al utilizar mayor información sobre el asegurado a través de la siniestralidad observada.

Hasta hace muy poco tiempo la corrección utilizada mayoritariamente por las entidades atendía únicamente a criterios basados en el número de siniestros con culpa declarados por el asegurado. Sin embargo, no se prestaba ninguna atención a la severidad de dicha siniestralidad o a sus costes. Ello provoca que siniestros de poca cuantía lleven asociada una penalización para el asegurado igual a aquellos siniestros mucho más graves. Por esta razón algunas entidades se plantean ya la diferenciación entre siniestralidad de daños materiales y de responsabilidad civil, puesto que los costes de esta última suelen ser bastante mayores.

El objetivo de esta investigación es estudiar cómo puede tenerse en cuenta el coste del siniestro en el establecimiento del SBM, de forma que el asegurado perciba que la mayor o menor penalización está en función de la severidad de su siniestralidad. Para ello el estudio aborda el contenido del libro de Lemaire (1995) "Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance", que, entre otros aspectos, trata el planteamiento y las propiedades de los SBM. Seguidamente, partiendo de esta obra, se discuten las ventajas e inconvenientes del planteamiento sugerido por Lemaire y se propone una nueva alternativa de inclusión de la información sobre los costes de los siniestros en la elaboración de un SBM.

Nuestro trabajo se ha dividido en tres partes. En la primera, se presenta el planteamiento general de un SBM. Se describen los principales modelos que comúnmente se han

utilizado para el ajuste de la distribución del número de reclamaciones declaradas a la compañía durante un período de vigencia del contrato. Posteriormente se plantea la construcción del SBM a partir de los modelos descritos anteriormente. Se estudia la forma de calcular las primas a posteriori, únicamente a partir del número de siniestros cuya culpa es del asegurado y que han sido declarados a su compañía. Esta parte, en definitiva, constituye una recopilación de la metodología clásica que se está aplicando en la actualidad.

La segunda parte, se centra en la inclusión de los costes de los siniestros en el SBM. En primer lugar, se describen los modelos utilizados para el ajuste de la distribución de los costes. Posteriormente, se plantea la propuesta de Lemaire (1995), este autor propone diferenciar los siniestros según hayan ocasionado daños corporales o no. Dicha propuesta se basa en las frecuencias de siniestros con mayor o menor severidad, sin considerar las diferencias entre los costes medios en uno y otro caso. Finalmente, se plantea la parte más novedosa de este estudio en la que se da una alternativa a la propuesta de Lemaire. De este modo, se considera diferenciar los siniestros según su coste supere o no una determinada cuantía, la cual puede variar dentro de un determinado rango de valores y, además, se tiene en cuenta las diferencias existentes entre los costes medios en unos y otros siniestros. Los resultados no dependerán únicamente de las frecuencias de siniestros, también estarán influidos por los costes medios. De ahí la flexibilidad del SBM.

En la tercera parte del trabajo se presentan los resultados del ajuste del SBM a un colectivo concreto. Antes de ello, en primer lugar, se describe todo el proceso ligado al diseño de la base de datos. Básicamente, se presenta cómo se han seleccionado las pólizas que finalmente se analizan, justificando, además, el motivo de dicha selección. En segundo lugar, se presentan los análisis descriptivos de las variables que se utilizan en el ajuste y valoración de un sistema bonus-malus. Por un lado, se realizan análisis descriptivos de las variables ligadas a las características de los conductores seleccionados. Estas variables (que caracterizan a los asegurados) son: la situación de riesgo del conductor, su edad, los años de antigüedad del permiso de conducir y el sexo. También se muestran los análisis descriptivos de las variables asociadas a las características de los vehículos objeto de estudio. Estas variables son: el valor del vehículo, su antigüedad, su peso y su potencia. Finalmente, se detallan los descriptivos

ligados a las variables relacionadas con los expedientes de siniestros considerados a lo largo del periodo 1991-1998. Básicamente, estas variables incluyen las relacionadas con el número de siniestros y su coste en pesetas corrientes y en pesetas constantes de 1998. Por último, se presentan los resultados de la estimación de los modelos utilizados en el ajuste del SBM descritos en la primera y segunda parte del trabajo, mostrando la forma de construcción del sistema.

En la práctica, se muestran las distintas posibilidades de enfocar un sistema bonus-malus:

- Los SBM basados únicamente en el número de siniestros declarados con culpa del asegurado¹. En este modelo no se incluyen los costes de los siniestros.
- Los SBM que, además, incorporan el supuesto de que un determinado número de siniestros posee un coste más elevado, debido a que éste supera una determinada cuantía².
- Los SBM que incluyen en la propuesta anterior, además de la frecuencia, las diferencias existentes entre los costes medios de ambos grupos de siniestros (los de baja cuantía y los de cuantía elevada).

Por último, los distintos SBM obtenidos a partir de los modelos anteriores se reescalan según criterios fijados a priori. Estos criterios consideran el funcionamiento de los SBM que se aplican por las compañías de seguros que operan en España. De este modo es posible compararlos.

Finalmente, para concluir el trabajo se presenta un apartado de conclusiones en el que se destacan los principales resultados y la bibliografía.

¹ El número de siniestros se distribuye como una Binomial Negativa.

² Estos modelos también se basan en que el número de siniestros total que declara un asegurado a lo largo de un periodo se distribuye como una Binomial Negativa y añaden, además, el supuesto de que el porcentaje de siniestros considerados con un coste elevado, calculado sobre el total de siniestros declarados por un asegurado a lo largo de un determinado periodo, sigue una ley Beta.

El presente documento realiza una presentación exhaustiva de cómo debe abordarse la construcción de un sistema bonus-malus para incluir el grado de severidad de la siniestralidad. Además de la presentación del contenido metodológico, se muestra cómo puede aplicarse en la práctica y cuál es la comparación con los sistemas mayoritariamente vigentes en la actualidad, que no contemplan los costes de los siniestros. El modo que se ha propuesto para incluir los costes de los siniestros en el SBM es fijando un límite para la cuantía de estos costes, penalizando más severamente aquellos siniestros cuyo coste superan dicho límite. Esto ha permitido diseñar una serie de SBM en función de cuál sea el valor de la cota. El principal resultado coincide con lo esperado: cuanto mayor es el valor del límite más duramente se penaliza a los siniestros cuyo coste lo supera.

El diseño del SBM incluyendo los costes realizado en este trabajo permite plantear la posibilidad de incluir el SBM en las condiciones de la póliza. Del mismo modo que, según el tipo de conductor que acude a asegurar su vehículo, se ofrecen distintos tipos de póliza (a terceros, todo riesgo, con franquicia, ...), el SBM podría ser una de las condiciones a elegir. Por ejemplo, un modo de actuar podría ser: cuanto menor sea el valor del límite a partir del cual se penalizan más severamente los siniestros, menor podría ser la prima inicial a pagar. Este tipo de planteamiento del SBM también podría tener un efecto franquicia; por ejemplo, imaginemos un asegurado que tiene contratado un SBM con límite 100.000, ello implica que si el coste de un siniestro supera esta cantidad se le penalizará mucho más la prima que si el coste del siniestro se sitúa por debajo. Imaginemos ahora que este asegurado tiene un accidente cuyo coste es 120.000, para evitar fuertes incrementos en la prima el poseedor de la póliza decide pagar 21.000 y presentar a la compañía una factura con un importe de 99.000.

PARTE 1: EL SISTEMA BONUS-MALUS EN EL SEGURO DEL AUTOMÓVIL

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL SISTEMA BONUS-MALUS

Cuando un nuevo asegurado acude a una compañía de seguros con el objetivo de contratar una póliza de automóviles, el cálculo de la prima que tendrá que pagar se realiza a partir de una serie de variables cuyos valores se conocen antes del inicio de la relación contractual. Estas variables pueden ser distintas según el país o la aseguradora. Algunas de las que se utilizan habitualmente son la *edad*, los *años de antigüedad del carnet de conducir*, el *sexo...* y las características del vehículo. Incluso, en algunos países como en EE.UU., se utiliza como variable relevante en el cálculo de la prima el *consumo de tabaco* o la *distancia entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo*. En España, sin embargo, se atiende a factores como la disponibilidad de una plaza de garaje. Aún existiendo estos matices y algunas diferencias entre entidades, lo cierto es que la información recopilada en el momento de suscripción de la póliza trata de dividir a los conductores en grupos homogéneos o "grupos de tarificación".

Sin embargo, aunque se realice un esfuerzo importante para clasificar a los conductores en grupos de riesgo homogéneos, lo que existe se conoce como "información asimétrica" entre el asegurador y el asegurado. Es decir, al inicio de la relación contractual la compañía desconoce una serie de características del asegurado; como por ejemplo, su agilidad en la conducción, su prudencia y respeto del código de circulación. Esa información (inaccesible) es sumamente importante para cuantificar el riesgo que la compañía asume en el contrato del seguro (distribución de probabilidades del número y del coste de los siniestros). De ahí que la compañía dude sobre la calidad de su asegurado e intente mejorar su estimación del riesgo.

Con el propósito de corregir la posibilidad de "selección adversa" (haber infravalorado el riesgo) y ajustar el valor de la prima al "riesgo real" que la entidad asume durante el

período de vigencia del contrato del seguro surge el sistema bonus-malus. Todo SBM se basa en el supuesto de que el número de siniestros culpa del asegurado y que éste declara a su compañía durante un año es un buen indicador de la actitud del conductor ante el volante de su vehículo. Por tanto, tras cada período se llevará a cabo una revisión de la prima, al alta o a la baja, en función del número de declaraciones de siniestros de los cuales el asegurado ha sido responsable.

Un valor añadido del Sistema Bonus-Malus es que el ajuste de la prima a posteriori actúa como incentivo al animar a los asegurados a realizar una "buena conducción".

Al inicio de la relación contractual entre una compañía de seguros y un asegurado, para el cálculo de la prima pura en el seguro del automóvil, la compañía utiliza una serie de variables conocidas antes de iniciar dicha relación. Esta información (también llamada factores de riesgo) es utilizada para fijar el precio o la tarifa a priori. Para la entidad, el principal objetivo es clasificar a los asegurados en grupos homogéneos de riesgo o grupos de tarificación.

El problema que plantea este tipo de actuación es que las variables conocidas antes de iniciar la relación contractual no explican toda la heterogeneidad existente en una cartera de asegurados, ya que existe un conjunto de características de los conductores difícilmente medibles. Dichas características son determinantes para cuantificar el riesgo contratado en la póliza del seguro.

Suponiendo que el número de siniestros culpa del asegurado durante el período contractual (normalmente de un año) es un buen indicador de las características no medibles citadas con anterioridad, el objetivo del sistema bonus-malus es corregir la prima calculada a priori. De modo que, tras cierto número de períodos, hasta alcanzar la estacionariedad del sistema, cada conductor pagará la cantidad adecuada al riesgo que contrata. Por lo tanto es el número de siniestros declarados con culpa por el asegurado (o la ausencia de siniestros) el que permite bonificar o penalizar la tarifa individual.

La implementación del SBM por parte de la aseguradora se basa en dos premisas:

- Los asegurados situados en un mismo grupo de tarificación pueden dividirse en un número finito de clases (C_i , $i=1,2,\dots,s$), de modo que la prima anual

depende de la clase en que se sitúe el asegurado. Por tanto, se supone heterogeneidad entre los conductores que forman parte de un grupo de tarificación.

- La clase a la que accederá el asegurado tras un período contractual depende de la clase que ocupe anteriormente y del número de reclamaciones que realice durante el periodo vigente.

Por lo tanto, se asume que el SBM es un proceso sin memoria. Es decir, el estado futuro depende sólo del presente y no de la historia del proceso. Esta característica no la satisfacen algunos SBM como el belga, el francés, el coreano, el luxemburgués, el portugués y el suizo, ya que en todos estos casos es necesario observar más de un período atrás para aplicar la bonificación o la penalización, que depende del historial de siniestros declarados con culpa del asegurado.

El SBM que utilizan las compañías de seguros está determinado por tres elementos:

- 1 La escala de primas, representada por el vector fila $\bar{b} = (b_1, b_2, \dots, b_s)$.
- 2 La clase inicial C.
- 3 Las normas de transición, que determinan el paso de una clase a la otra cuando el número de siniestros del asegurado durante el período contractual es conocido.

Una característica que interesa analizar es la distribución de los asegurados entre las clases del SBM, y cómo evoluciona dicha distribución. Lemaire (1995) observa como en un gran número de sistemas implementados en diferentes países existe una tendencia a que los asegurados se agrupen en las clases con mayor nivel de bonificación. Esta tendencia implica una reducción progresiva de la prima media recaudada y la no estacionariedad en media y en varianza del sistema.¹

Cabe añadir que el uso de un SBM supone, en cierto modo, una disminución de la solidaridad entre los conductores y por este motivo el SBM ha sido criticado. Algunos expertos argumentan que en muchos casos la ocurrencia de un siniestro posee un gran

¹ Lemaire (1995) analiza un período de al menos treinta años para observar cuánto tardan los diversos SBM en alcanzar la estacionariedad en media.

componente aleatorio, es decir, el hecho de que un conductor pueda ser víctima de un siniestro está ligado a su mala fortuna. Por ello, son abundantes las opiniones que otorgan al SBM un papel distinto al que originó su uso inicial. El SBM reduce la siniestralidad porque el asegurado decide no declarar antes que perder su bonificación (su clase o nivel en la escala del SBM).

A continuación, en el siguiente capítulo se describen los principales modelos probabilísticos que se han utilizado para estudiar el comportamiento de siniestralidad de los asegurados. Estos modelos se utilizarán posteriormente para la construcción del SBM.

CAPÍTULO 2: MODELOS PROBABILÍSTICOS PARA ESTUDIAR EL NÚMERO DE RECLAMACIONES

El elemento básico para la construcción de un SBM, utilizando la metodología estadística, es el ajuste de la distribución de probabilidades asociada al número de siniestros declarados individualmente por los distintos asegurados que forman parte de una determinada cartera. Para el ajuste de dicha distribución se han utilizado distintos supuestos. El más sencillo es el modelo de Poisson, pero se ha comprobado que éste no es adecuado cuando la cartera es heterogénea, es decir, cuando los asegurados tienen distintos niveles de riesgo. Un modelo de Poisson heterogéneo es el modelo Binomial Negativo, este último proporciona mejores ajustes para la distribución del número de reclamaciones de los asegurados que forman parte de una cartera heterogénea.

Además de los dos modelos anteriores, con el mismo propósito se han propuesto otros alternativos, como por ejemplo el modelo "Poisson-Inverse Gaussian" y el "Good-risk/bad-risk". Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el modelo Binomial Negativo es el que proporciona mejores ajustes en la mayoría de los casos.

La variable número de reclamaciones declaradas por los distintos asegurados que forman la cartera², en el intervalo de tiempo $(t, t+\Delta t)$, la denotaremos por $N(t, t+\Delta t)$. Se supondrá que:

- La probabilidad de una reclamación no depende del momento inicial t y es proporcional a la duración del período.
- La probabilidad de que dos o más accidentes ocurran en el mismo intervalo de tiempo es despreciable.

² Omitimos en lo sucesivo que sólo se contabilizan los siniestros cuya culpa recae en el asegurado.

- Si $\tau=(t,t+\Delta t)$ y $\tau'=(t',t'+\Delta t')$ son dos intervalos de tiempo disjuntos, siendo $P[N(\tau)=k]$ y $P[N(\tau')=k']$ las probabilidades de k y k' reclamaciones en ambos intervalos de tiempo, se cumple que $P[N(\tau)=k \text{ y } N(\tau')=k']=P[N(\tau)=k] \cdot P[N(\tau')=k']$. Es decir, existe independencia entre el número de reclamaciones presentadas en dos períodos distintos.

Tanto la distribución de Poisson como la Binomial Negativa cumplen estas tres propiedades que caracterizan a los procesos de Markov.

2.1 Modelo de Poisson

Este modelo está definido por un único parámetro λ e implica que la probabilidad de un cierto número k de reclamaciones en un año (p_k , $k=0,1,2,\dots$) es:

$$p_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad k = 0,1,2,\dots \quad (1)$$

La esperanza y la varianza de esta distribución son: $E(k)=\lambda$ y $\text{Var}(k)=\lambda$ y su asimetría es: $\gamma(k) = 1/\sqrt{\lambda}$. Con el propósito de comprobar si el modelo de Poisson se ajusta a la distribución asociada a la variable número de reclamaciones ligadas a cada uno de los asegurados que forman una cartera o subcartera, un modo apropiado de actuar consiste en observar si la media y la varianza estimadas para esta variable toman valores similares. Hay que tener en cuenta que en algunas ocasiones la conclusión alcanzada a partir de esta primera aproximación puede ser errónea. Una forma más adecuada de proceder es utilizar la inferencia estadística y en concreto el contraste de hipótesis. Si el método de estimación del parámetro de la Poisson λ es el de Máxima Verosimilitud, puede utilizarse el estadístico χ^2 para contrastar la hipótesis nula de que el comportamiento observado sigue una distribución de Poisson, lo que implicará que la cartera es homogénea, frente a la alternativa de que no lo es, la cartera es heterogénea. Dicho estadístico se calcula del siguiente modo:

$$\chi^2 = \sum_{k=0}^m \frac{(n_k - n\hat{p}_k)^2}{n\hat{p}_k} \quad , \quad (2)$$

donde n es el número de asegurados que forman parte de la cartera, n_k es el número de asegurados con k reclamaciones en un año, m es el número máximo de reclamaciones presentadas por un asegurado en un año y \hat{p}_k estima p_k que está definido en (1).

Tal y como se construye el estadístico definido en (2), puede observarse que si la distribución del número de reclamaciones es Poisson éste ha de tomar un valor cercano a cero. Concretamente, bajo la hipótesis nula el estadístico χ^2 sigue una distribución Ji-Cuadrado con $(m-2)$ grados de libertad. Dado un nivel de significación ($\alpha=0,1$ o $0,05\dots$), si el valor del estadístico χ^2 es superior al $(1-\alpha)100$ percentil de la distribución Ji-Cuadrado con $(m-2)$ grados de libertad, no se rechazará la hipótesis alternativa de que la distribución del número de reclamaciones no sigue una Poisson. Esta conclusión, seguramente, viene provocada porque la cartera es heterogénea.

El concepto de heterogeneidad de la cartera está ligado al concepto de sobredispersión en la variable número de reclamaciones a favor del contrario, la existencia de esta sobredispersión indica que la varianza de la variable es mayor que su media y , por tanto, el ajuste del modelo de Poisson homogéneo no es adecuado. Existen algunos estadísticos que pueden utilizarse para el contraste de sobredispersión en la variable número de reclamaciones a favor del contrario (Greene, 1999, págs. 806-808). En todos estos contrastes la hipótesis nula es el modelo de Poisson homogéneo frente a la hipótesis alternativa de heterogeneidad. Un ejemplo es el estadístico de multiplicadores de Lagrange. Dicho estadístico se construye del siguiente modo:

$$ML = \frac{\sum_{i=1}^n \left[(y_i - \hat{\lambda})^2 - y_i \right]}{\sqrt{2n\hat{\lambda}^2}}, \quad (3)$$

sirve para contrastar la hipótesis nula del modelo de Poisson homogéneo frente a la hipótesis alternativa del modelo Binomial Negativo. En (3) y_i es el número de reclamaciones declaradas por el asegurado i y $\hat{\lambda}$ estima el parámetro λ . Bajo la hipótesis nula del modelo de Poisson el estadístico ML sigue una distribución Ji-Cuadrado con un grado de libertad.

El modelo de Poisson también supone que el parámetro λ es constante en el tiempo. Es decir, no incorpora la posibilidad de una mejora o deterioro en la conducción. Además, el proceso de Poisson es no contagioso lo que implica que las reclamaciones ocurren de forma totalmente aleatoria. Ante todo ello, se demuestra que la distribución de $N(t, t+\Delta t)$ es:

$$P[N(t, t + \Delta t) = k] = \frac{e^{-\lambda\Delta t} (\lambda\Delta t)^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

que no depende del inicio del período t . Además, si el número de reclamaciones sigue una ley estadística de Poisson con parámetro λ , los tiempos entre accidentes son variables aleatorias independientes con distribución exponencial con media $1/\lambda$. Es decir, si la variable aleatoria W representa el tiempo entre dos reclamaciones consecutivas, se cumple que:

$$P[W > t + \Delta t] = e^{-\lambda(t+\Delta t)} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

Las aplicaciones que aparecen en la literatura actuarial muestran como, en general, la distribución de Poisson no es adecuada para modelizar el número de reclamaciones en una cartera de asegurados, a no ser que ésta sea homogénea. La cartera es homogénea si para todos los asegurados el número de reclamaciones a favor del contrario tiene distribución de Poisson con el mismo parámetro λ . Ello no suele ocurrir en la realidad. De todos modos, si se presentara una cartera homogénea no tendría sentido introducir el SBM, dado que no tendrá sentido dividir a los asegurados pertenecientes a un determinado grupo de tarificación en distintas clases de riesgo C_1, C_2, \dots, C_s .

2.2 Modelo Binomial Negativo

Como ya se ha mencionado si el modelo de Poisson no se ajusta a la distribución de la variable número de reclamaciones, ello se debe a que el comportamiento de los asegurados que forman la cartera es heterogéneo por lo que respecta a dicha variable. Un modo de reflejar esta heterogeneidad es asumiendo que la distribución del número de reclamaciones es Poisson con parámetro λ no constante sino aleatorio.

Si se considera que λ es el valor observado de una variable aleatoria Λ con distribución continua, cuya función de densidad o función de estructura es $u(\lambda)$, la probabilidad de un cierto número k de reclamaciones en un año es:

$$p_k = \int_0^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} u(\lambda) d\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad (6)$$

la anterior función de probabilidad está ligada a una distribución de Poisson variable, mixta o compuesta. Si además la distribución de Λ , o distribución de variabilidad, es una Gamma con parámetro de forma a y parámetro de escala τ , entonces se cumple que:

$$u(\lambda) = \frac{\tau^a e^{-\tau\lambda} \lambda^{a-1}}{\Gamma(a)} \quad a, \tau > 0, \quad (7)$$

donde $\Gamma(\cdot)$ es la integral gamma de Euler que toma valores: $\Gamma(a) = (a-1)!$ si a es un número entero, en caso contrario dichos valores se calculan con ayuda de las tablas correspondientes y de las propiedades de dicha integral. La esperanza de la variable aleatoria con distribución Gamma es $E(\lambda) = a/\tau$, su varianza $\text{Var}(\lambda) = a/\tau^2$ y su asimetría $\gamma(\lambda) = 2/\sqrt{a}$. Sustituyendo la expresión anterior en (6) y resolviendo la integral resultante se deduce la función de densidad asociada a la distribución Binomial Negativa:

$$p_k = \binom{k+a-1}{k} p^a q^k \quad k = 1, 2, \dots, \quad (8)$$

donde $p = \tau/(1+\tau)$, $q = 1-p$ y el primer término a la derecha de la expresión anterior es:

$$\binom{k+a-1}{k} = \frac{\Gamma(k+a)}{\Gamma(k+1)\Gamma(a)}$$

La esperanza de una variable aleatoria con distribución Binomial Negativa es $E(k) = a/\tau$, su varianza equivale a $\text{Var}(k) = a/\tau(1+1/\tau)$ y su asimetría toma el valor

$\gamma(k) = [2 - \tau/(1 + \tau)] / \sqrt{a/(1 + \tau)}$. Se observa como en el modelo Binomial Negativo la varianza es superior a la media de la variable. Por tanto, de nuevo, un modo intuitivo de observar si dicho modelo Binomial Negativo es adecuado para el ajuste de la distribución de la variable número de reclamaciones a favor del contrario es comparando su media y su varianza estimadas. Al igual que en el caso del modelo Poisson simple, puede utilizarse el estadístico χ^2 , definido en (2), para contrastar la hipótesis nula de que la distribución es Binomial Negativa frente a la alternativa de que el número de reclamaciones no sigue dicha distribución. Únicamente, deben emplearse, en este caso, las expresiones correspondientes de los estimadores de p_k cuando la distribución es Binomial Negativa. En este caso el estadístico χ^2 sigue una Ji-Cuadrado con $(m-3)$ grados de libertad.

Al contrario que en el modelo de Poisson, en el Binomial Negativo el parámetro λ pasa de tomar un valor constante a ser aleatorio. Ello muestra la existencia de un "contagio positivo", éste podría considerarse un "contagio aparente", resultado de la propia heterogeneidad de la cartera. Por el contrario, el "contagio real" se daría en el caso de que hubiera dependencia entre el número de reclamaciones a lo largo del tiempo. Suponiendo que en el momento inicial todos los asegurados parten de una misma frecuencia de siniestros esperada λ , si existe "contagio real" sucede que la declaración de un siniestro provocará un aumento en la probabilidad de futuras reclamaciones.

Una de las propiedades asintóticas de la distribución Binomial Negativa es la siguiente: se sabe que ésta converge a una distribución de Poisson a medida que $a \rightarrow \infty$ y $\tau \rightarrow 0$. El parámetro a mide el grado de influencia que una reclamación realizada en un determinado período posee sobre los períodos futuros o el "contagio real". Si se observa dicho "contagio real" los asegurados tienden a agruparse en grupos homogéneos de riesgo dentro del grupo y heterogéneos entre grupos, dependiendo del historial de reclamaciones. Por tanto, cuando se observan dichas agrupaciones entre los asegurados que forman la cartera, es adecuado utilizar la distribución Binomial Negativa en lugar de la distribución de Poisson. Cuanto más reducido sea el valor del parámetro a mayor será el grado de agrupación de los asegurados.

A parte de la distribución Binomial Negativa existen otros modelos de Poisson variables o mixtos, ejemplo de éstos son el "Poisson-Inverse Gaussian" (Panjer, 1987) y el "Good-risk/bad-risk". La diferencia entre estos modelos alternativos y el Binomial Negativo es que suponen una forma distinta a la distribución Gamma para el comportamiento del parámetro λ . Es decir, utilizan una función de estructura $u(\lambda)$ distinta. Existen otros modelos que no se deducen de la distribución Poisson mixta y que también se han utilizado para el ajuste de la distribución del número de reclamaciones en una cartera de asegurados en el ramo del automóvil, ejemplos de estos son la Poisson generalizada (Consul, 1990) y la distribución de Consul (Islam y Consul, 1992).

2.3 Inclusión de variables exógenas en los modelos de ajuste de la distribución del número y coste de los siniestros

Al inicio de este trabajo ya se comentaba que en el momento inicial de la relación contractual la cuantía de la prima del seguro del automóvil se fija en función de una serie de variables, éstas pueden medirse antes del inicio de la relación contractual. Algunas de estas variables son la *edad*, los *años de antigüedad del carnet de conducir*, el *sexo* y el *uso que se hace del vehículo* (vehículo comercial o particular), la *zona territorial donde circula...* A partir de dichas variables se construyen los denominados grupos de tarificación, que explican parte de la heterogeneidad del riesgo existente en la cartera de asegurados en el ramo del automóvil de una compañía. Por tanto, en el momento de la suscripción de la póliza se toma como premisa la existencia de distintos grupos de riesgos.

Un modo de tener en cuenta esta información inicial es ajustando la distribución del número de siniestros dentro de cada grupo de tarificación. Sin embargo, las variables citadas con anterioridad pueden introducirse en los modelos ya descritos. El modo de incorporar las variables en dichos modelos es mediante indicadores binarios o variables ficticias. Por ejemplo, en el caso de tener en cuenta el sexo del asegurado, la variable que se incluiría en el modelo tomaría, por ejemplo, valor 1 para los hombres y cero para las mujeres o viceversa. De forma similar se incluiría el hecho de que el vehículo sea de uso comercial o particular.

Si se desea incluir variables cuantitativas, como la edad, el primer paso para poder formar subgrupos es recodificarla. Por ejemplo, en el caso de la variable edad podría construirse una nueva variable que tome valor 1 si el conductor es menor de 25 años, 2 si tiene entre 25 y 55 años y 3 si tiene más de 55 años. Posteriormente, para incluirla en el modelo, dado que se tendrían tres categorías, harían falta dos variables ficticias, por ejemplo la primera tomará valor uno si el conductor tiene menos de 25 años y cero en caso contrario; la segunda tomará el valor uno si su edad está entre los 25 y 55 años y cero en caso contrario. Estas dos variables son suficientes para tener en cuenta las tres categorías de la edad recodificada. Si la primera variable toma valor 1 y la segunda 0, el conductor tendrá menos de 25 años, si es la segunda la que toma valor 1 la edad se situará entre 25 y 55 años y si ambas variables ficticias toman valor cero la edad del conductor será de más de 55 años.

Una vez se ha descrito como han de introducirse las variables exógenas en los distintos modelos se procede a la especificación de los mismos. Para el ajuste de la distribución del número de reclamaciones, los modelos más sencillos son el Poisson y el Binomial Negativo. En el primer caso, la especificación del modelo pasa por hacer variar el parámetro λ según los valores de las variables exógenas consideradas, es decir:

$$p_{ik} = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, \dots; i = 1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

donde n es el tamaño de la cartera y $\lambda_i = e^{Z_i \theta}$. Z_i es un vector fila de dimensión $r+1$ que contiene los valores de las r variables ficticias que representan al individuo i más el término constante; θ es un vector columna de dimensión $r+1$ que contiene los parámetros asociados a cada una de las variables más el parámetro asociado al término constante.

Se observa como en el modelo de Poisson, válido cuando la cartera es homogénea, pueden incluirse ciertos factores de heterogeneidad representativos de los distintos grupos de tarificación. Si fuera cierto que dentro de cada grupo de tarificación el riesgo de los asegurados es homogéneo, el modelo de Poisson expresado en (9) sería el

adecuado y si la información a priori fuese completa, no sería necesario el planteamiento del SBM.

Dado que se espera que dentro de cada grupo de tarificación los riesgos asociados a los distintos asegurados sean heterogéneos, y dicha heterogeneidad está explicada por características difíciles de medir, tales como la agresividad o la cautela en la conducción, que son relevantes para medir el riesgo que la compañía asume en el contrato del seguro, el modelo de Poisson, aún incluyendo las variables exógenas, no es adecuado. El modelo alternativo más utilizado en estos casos, como ya se ha comentado con anterioridad, es el Binomial Negativo.

Anteriormente, en el apartado 2.2. de este capítulo se describía como el modelo Binomial Negativo surge de suponer que el parámetro λ del modelo de Poisson sigue una distribución Gamma. Por lo tanto, si representamos dicho parámetro para cada individuo i como:

$$\lambda_i = e^{Z_i\theta + \varepsilon_i} = e^{Z_i\theta} u_i, \quad (10)$$

siendo $u_i = e^{\varepsilon_i}$ una variable aleatoria que se distribuye como una Gamma con parámetro de forma a y parámetro de escala a , entonces se cumple $E(u)=1$ y $Var(u)=1/a$. Por lo tanto, se deduce que λ_i se distribuye como una Gamma con parámetro de forma a y parámetro de escala $e^{Z_i\theta}$. Resolviendo la integral ya expresada en (6) para cada λ_i se deduce que:

$$p_{ik} = \binom{k+a-1}{k} (p_i)^a (q_i)^k, \quad i=1, \dots, n, \quad k=1, 2, \dots \quad (11)$$

donde $p_i = e^{Z_i\theta} / (1 + e^{Z_i\theta})$ y $q_i = 1 - p_i$.

CAPÍTULO 3: SISTEMA BONUS-MALUS BASADO EN EL NÚMERO DE RECLAMACIONES

En este capítulo se plantea la metodología estadística para la construcción de un SBM teniendo en cuenta únicamente el número de reclamaciones declaradas por los asegurados.³

El SBM que se describe en este capítulo se basa en el "principio del valor esperado". Aunque existen otros principios para el cálculo de la prima y de las bonificaciones y penalizaciones en el SBM ("principio de la varianza", "principio de la utilidad cero"), el "principio del valor esperado" ha sido el más utilizado hasta hoy. Ello se debe a las propiedades deseables que posee y a su menor dificultad en términos de desarrollos matemáticos. Sin embargo, la simplicidad del principio del valor esperado no es la causa de que éste sea el más utilizado en el análisis del SBM, la experiencia empírica ha demostrado que las diferencias entre los resultados obtenidos utilizando distintos principios de cálculo de la prima son escasas. Además, en la mayoría de los casos, los mejores resultados se obtienen a partir del principio del valor esperado (Lemaire, 1995).

3.1 Construcción del SBM en función del número de reclamaciones

El proceso consiste en calcular la frecuencia esperada de reclamaciones del asegurado denominada λ y calcular la prima pura en función de dicha frecuencia. Para simplificar la exposición supondremos que λ también se expresa en unidades monetarias, es decir, una reclamación equivale a una unidad monetaria. Por tanto, finalmente para el cálculo

³ Recordemos que únicamente se tienen en cuenta los siniestros cuya culpa recae en el asegurado.

de la prima pura únicamente se tendrá que multiplicar el valor de λ estimado por el coste medio de una reclamación.

Consideremos un asegurado observado durante un período de t años, sobre dicho asegurado se dispone información del número de siniestros con culpabilidad propia declarados a la compañía. Es decir, conocemos los valores k_j , que representan el número de siniestros declarados en el año j . La construcción del SBM se basa en utilizar el historial de siniestros declarados en cada uno de los t años k_1, k_2, \dots, k_t para el cálculo de $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$, que se supone un estimador óptimo de la frecuencia esperada λ en el año $t+1$.

El criterio que se sigue para el cálculo de $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ es la minimización de la pérdida o riesgo total. La función de riesgo para un único período es $R_{t+1}(\lambda_{t+1}, \lambda)$. Dicha función se define como la esperanza de la función de pérdida $F_{t+1}(\lambda_{t+1} - \lambda)$, que depende de la diferencia entre λ_{t+1} y λ , es decir:

$$R_{t+1}(\lambda_{t+1}, \lambda) = E[F(\lambda_{t+1} - \lambda)] = \sum_{\forall k_1, \dots, k_t} F(\lambda_{t+1} - \lambda) P(k_1, \dots, k_t | \lambda). \quad (12)$$

En la expresión anterior el sumatorio es para todas las combinaciones posibles k_1, k_2, \dots, k_t y $P(k_1, k_2, \dots, k_t | \lambda)$ es la probabilidad conjunta de la combinación k_1, k_2, \dots, k_t correspondiente. A partir de la función de riesgo expresada en (12) se define la pérdida o riesgo total de la compañía como:

$$R(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t, \lambda_{t+1}, \dots; \lambda) = \sum_{t=0}^{\infty} R_{t+1}(\lambda_{t+1}, \lambda). \quad (13)$$

Es prácticamente imposible encontrar un único vector $(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_t^*, \lambda_{t+1}^*, \dots)$ que minimice $R(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t, \lambda_{t+1}, \dots; \lambda)$ para todo vector $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t, \lambda_{t+1}, \dots)$ y para todo λ . Ello se debe a que existen diferencias importantes entre los distintos asegurados, es decir, el SBM $(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_t^*, \lambda_{t+1}^*, \dots)$ óptimo para un buen conductor (λ bajo) es muy distinto del SBM óptimo $(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_t^*, \lambda_{t+1}^*, \dots)$ para un mal conductor (λ alto). Por este motivo, una

⁴ Para simplificar la notación en algunas ocasiones en lugar de $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ se escribirá λ_{t+1} .

alternativa a la minimización del riesgo total es minimizar el riesgo medio de la compañía, que equivale a:

$$R(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t, \lambda_{t+1}, \dots) = \int_0^\infty R(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_t, \lambda_{t+1}, \dots; \lambda) u(\lambda) d\lambda. \quad (14)$$

Como se demuestra en Lemaire (1995) minimizar la función anterior equivale a minimizar el riesgo a posteriori con respecto a $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$, dicho riesgo se expresa como:

$$\int_0^\infty F_{t+1}(\lambda_{t+1} - \lambda) u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda. \quad (15)$$

En la expresión anterior $u(\lambda | k_1, k_2, \dots, k_t)$ es la función de estructura a posteriori. A partir del teorema de Bayes se deduce que esta función es:

$$u(\lambda | k_1, \dots, k_t) = \frac{P(k_1, \dots, k_t | \lambda) u(\lambda)}{\bar{P}(k_1, \dots, k_t)}, \quad (16)$$

donde $\bar{P}(k_1, \dots, k_t) = \int_0^\infty P(k_1, \dots, k_t | \lambda) u(\lambda) d\lambda$, $u(\lambda)$ es la función de estructura a priori, es decir al inicio de la relación contractual. Además, si se supone independencia entre el número de siniestros declarados en los distintos períodos considerados, se obtiene que: $P(k_1, \dots, k_t | \lambda) = P(k_1 | \lambda) P(k_2 | \lambda) \dots P(k_t | \lambda)$. Dicho supuesto de independencia es una simplificación de la realidad, en el caso de que se dé una situación de contagio real positivo éste no sería cierto. Sin embargo, simplifica considerablemente el cálculo de la función de estructura a posteriori⁵.

Si el $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ resultante de minimizar la expresión (15) es menor que λ se cobrará de menos al asegurado, si por el contrario $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ es mayor que λ se le cobrará de más. El primer caso tiene la desventaja de infravalorar el riesgo asumido, mientras que el segundo puede provocar la pérdida de un buen riesgo, ya que el asegurado puede sentirse atraído por las mejores condiciones que le ofrece la competencia.

⁵ Pinquet (1999d) proponen un modelo en el que se incluye el contagio real.

Para obtener una estimación óptima $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ de la frecuencia esperada λ en $t+1$ es necesario dar una forma a la función de pérdida y minimizar el riesgo a posteriori definido en (15) con respecto a $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$. Normalmente, se supone que la función de pérdida $F_{t+1}(\lambda_{t+1}-\lambda)$ es una función convexa del error $(\lambda_{t+1}-\lambda)$, además ha de tomar valores iguales o mayores que cero. Una función que cumple ambas propiedades es la cuadrática, es decir: $F_{t+1}(\lambda_{t+1}-\lambda) = (\lambda_{t+1}-\lambda)^2$, que a su vez es la más utilizada en este contexto.

Sustituyendo la función de pérdida cuadrática en (15) se obtiene que el riesgo a posteriori equivale a:

$$\int_0^{\infty} (\lambda_{t+1} - \lambda)^2 u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda, \quad (17)$$

dado que la función expresada en (17) es convexa posee un único valor mínimo. Igualando a cero la primera derivada de la función (17) con respecto a $\lambda_{t+1}(k_1, k_2, \dots, k_t)$ se obtiene la siguiente ecuación:

$$\lambda_{t+1} \int_0^{\infty} u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda - \int_0^{\infty} \lambda u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda = 0, \quad (18)$$

y despejando el valor de λ_{t+1} se obtiene que el riesgo a posteriori expresado en (17) se minimiza cuando⁶:

$$\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = \int_0^{\infty} \lambda u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda, \quad (19)$$

a esta última expresión se le denomina “frecuencia esperada a posteriori”. Si se supone que la distribución del número de siniestros es Binomial Negativa, en el apartado 2.2. del capítulo anterior se establecía que el parámetro λ se distribuye como una Gamma con parámetro de forma a y parámetro de escala τ . Por tanto, la función de estructura $u(\lambda)$ será la función de densidad de dicha distribución Gamma. A partir del resultado del teorema de Bayes expresado en (16) se deduce que:

⁶ Dado que $u(\lambda | k_1, \dots, k_t)$ es una función de densidad con dominio en \mathfrak{R}^+ se obtiene que:

$$\int_0^{\infty} u(\lambda | k_1, \dots, k_t) d\lambda = 1.$$

$$u(\lambda|k_1, \dots, k_t) = \frac{(\tau+t)^{a+k} e^{-(\tau+t)\lambda} \lambda^{a+k-1}}{\Gamma(a+k)} \quad a, \tau > 0, \quad (20)$$

siendo $k = \sum_{j=1}^t k_j$. La expresión (20) es la función de densidad asociada a una distribución Gamma con parámetro de forma $a+k$ y parámetro de escala $\tau+t$. Por tanto, la función de estructura a posteriori sigue siendo la función de densidad de una Gamma. Este último resultado confirma la importante propiedad de estabilidad de la función de estructura que cumple el modelo Binomial Negativo.

A partir de la función de densidad expresada en (20) y dado que la esperanza de una distribución Gamma equivale al parámetro de forma dividido entre el parámetro de escala, se obtiene que la esperanza a posteriori, expresada en (19) para el caso general, es:

$$\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = \frac{a+k}{\tau+t}. \quad (21)$$

Multiplicando la expresión anterior por el coste medio del siniestro (C_{MS}) se obtiene la prima pura del seguro a posteriori. Según el principio del valor esperado la prima que tendrá que pagar el asegurado es igual a la prima pura más una reserva de seguridad proporcional a ésta (dada por α). Es decir, la prima a pagar por el asegurado en el período $t+1$, dado su historial de siniestros en los t períodos anteriores, será:

$$P_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = (1+\alpha)\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t)(C_{MS}) = (1+\alpha)\frac{a+k}{\tau+t}(C_{MS}) \quad (22)$$

Finalmente bonificaciones y penalizaciones en el SBM se calculan del siguiente modo:

$$BMS(t, k) = \frac{\frac{(a+k)}{(\tau+t)}}{\frac{a}{t}} = \frac{(a+k)t}{(\tau+t)a}. \quad (23)$$

Además, del modelo Binomial Negativo, existen otros modelos alternativos para el ajuste de la distribución del número de reclamaciones por parte de los asegurados que forman parte de una cartera heterogénea. Por ejemplo, los modelos "Poisson-Inverse Gaussian" y "Good-risk/bad-risk" que ya se habían citado anteriormente, en ambos casos, la función de estructura a utilizar en (19) no sería la función de densidad de la

Gamma y los desarrollos matemáticos se complican. El hecho de que surjan tales complicaciones no debería ser un impedimento para aplicar estos modelos si con ello se mejoran los resultados. Sin embargo, la experiencia empírica ha demostrado que el modelo Binomial Negativo es el que suele proporcionar resultados más adecuados.

Todo SBM cuyo cálculo se basa en el análisis Bayesiano se denomina óptimo y sus propiedades se enumeran a continuación:

1. Es un sistema justo en un sentido Bayesiano. Es decir, en cada renovación del contrato del seguro, cada asegurado ha de pagar una prima proporcional a la frecuencia de reclamaciones estimada teniendo en cuenta toda la información disponible sobre su historial de siniestros.
2. Es un sistema financieramente equilibrado. Es decir, en cada período del proceso secuencial las frecuencias de reclamaciones medias de los asegurados igualan a la frecuencia media inicial. Es decir, se demuestra que:

$$\sum_{\forall k_1, \dots, k_t} \lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) \bar{P}(k_1, \dots, k_t) = \frac{a}{\tau},$$

ello que implica que cada año la media de las primas recogidas iguala a la media inicial. El SBM resultante es estacionario. Esta propiedad no se satisface en ninguno de los SBM utilizados por las aseguradoras, Lemaire (1995), tras analizar el comportamiento de treinta SBM implementados en distintos países, comprueba como en los primeros períodos de existencia del SBM las primas medias recogidas poseen una tendencia decreciente.

3. La cuantía de la prima depende del número de siniestros totales en los t años (k) y no de cómo estos se reparten a lo largo de los distintos períodos. Esta propiedad tampoco la cumplen los SBM existentes, en todos ellos el interés del asegurado está en acumular todas sus reclamaciones en un único período contractual (un año).
4. En t=0 todos los nuevos asegurados pagan la misma prima a priori: $\lambda = \frac{a}{\tau}$.

Cuando $t \rightarrow \infty$, a partir del resultado expresado en (21), es fácil comprobar

como para la distribución a posteriori: $\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) \rightarrow \frac{k}{t}$ y

$\text{Var}[\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t)] = \frac{a+k}{(\tau+t)^2} \rightarrow 0$. Es decir, a largo plazo, cada asegurado

pagará la prima correspondiente para cubrir exactamente su propio riesgo.

5. La fórmula de credibilidad establece que la prima pura a posteriori es una combinación lineal de la prima pura a priori: $\lambda = \frac{a}{\tau}$ y el número de siniestros medios en los t períodos observados: $\frac{k}{t}$. La prima pura a posteriori obtenida a partir del modelo Binomial Negativo cumple dicha propiedad. Se demuestra que:

$$\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = \frac{a+k}{\tau+t} = z \frac{k}{t} + (1-z) \frac{a}{\tau},$$

siendo $z = \frac{t}{\tau+t}$.

Además de la función de pérdida cuadrática introducida en la expresión (17) para el cálculo de la prima a posteriori según el principio del valor esperado, cuyo resultado se expresa en (22), existen otras funciones de pérdida convexas y no negativas que dan lugar a otros principios alternativos para el cálculo de la prima a posteriori. Por ejemplo, la pérdida absoluta, $F_{t+1}(\lambda_{t+1}-\lambda) = |\lambda_{t+1}-\lambda|$, que da lugar al principio de la mediana para el cálculo de la prima. Es decir, $\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t)$ será la mediana a posteriori de la distribución. Utilizando el modelo Binomial Negativo el SBM obtenido a partir del principio de la mediana no es estacionario y el total de las primas recogidas aumenta a lo largo del tiempo. Otra función de pérdida que se ha utilizado es la de cuarto grado, $F_{t+1}(\lambda_{t+1}-\lambda) = (\lambda_{t+1}-\lambda)^4$, en este caso, con el modelo Binomial Negativo, el SBM resultante tampoco es estacionario y las primas recaudadas decrecen en el tiempo.

También existen otros principios para el cálculo de las primas en el SBM que no se basan en la minimización de la pérdida esperada. Ejemplo de ello es el principio de la varianza y el principio de la utilidad cero. Ninguno de estos dos principios proporciona un SBM financieramente equilibrado y las primas recaudadas decrecen en el tiempo.

Aunque queda patente la diversidad de propuestas para el diseño del SBM, la práctica a demostrado que no existen importantes diferencias entre los SBM obtenidos utilizando distintos principios de cálculo de la prima. Los resultados son bastante robustos.

PARTE 2: INCLUSIÓN DE LOS COSTES EN EL SISTEMA BONUS-MALUS

CAPÍTULO 4: MODELOS PROBABILÍSTICOS PARA ESTUDIAR EL COSTE DE RECLAMACIONES

Tal y como se describía en la introducción el principal objetivo en esta investigación es la construcción de un SBM que tenga en cuenta la severidad o el coste de los siniestros en el seguro del automóvil. Para ello, el ajuste de la distribución de la variable coste de las reclamaciones en el seguro del automóvil cobra vital importancia.

El ajuste de la distribución de la variable coste de las reclamaciones en el seguro del automóvil parte de que dicho coste toma valores estrictamente positivos. Es decir, aunque la compañía aseguradora pueda registrar costes negativos, debido a que los cobros por convenio sean superiores al coste de la reclamación, en el caso de que la culpa haya sido del contrario, estos no se incluyen en el análisis, dado que únicamente se consideran aquellos siniestros con culpabilidad propia. Además, la variable de interés es el coste del siniestro, que no tiene por qué coincidir con el coste que éste ocasiona a la compañía o el coste observado. Por ejemplo, en el caso de que se produzca un siniestro con daños materiales, si existen convenios entre compañías el coste registrado es una cantidad pactada que no suele coincidir con el coste real del siniestro. Esta falta de información sobre la cuantía real de los costes ocasionará dificultades al incluir los mismos en el sistema bonus-malus.

Los modelos que comúnmente se han utilizado para el ajuste de la distribución de la variable coste de las reclamaciones en el seguro del automóvil son el modelo Gamma y el Log-normal. Ambos modelos permiten ajustar distribuciones cuya principal característica es su asimetría a la derecha o positiva. Es decir, casos donde gran parte de los valores que toma la variable se acumulan antes que la media. De modo que la

distribución se caracteriza por tener una larga cola derecha. Dicha característica se asocia a la variable coste de los siniestros en el seguro del automóvil.

Sean c los valores generados por la variable aleatoria C que se refiere al coste de los siniestros. Se acepta que los valores observados de dicha variable son independientes e igualmente distribuidos. Ello provoca suponer que la cuantía del coste es independiente del tipo del asegurado que lo haya ocasionado. Además, los costes de los siniestros provocados por un mismo asegurado también son independientes. Por último, la cuantía del coste de un siniestro es independiente del número de siniestros provocados por un mismo asegurado. Es decir, en general se supone que el hecho de que el coste alcance una cuantía determinada es puramente una cuestión de azar.

El supuesto de independencia, aunque puede no ser cierto, simplificará en gran medida posibles desarrollos posteriores. Por ejemplo, se sabe que, normalmente, los accidentes que se producen en las grandes ciudades debido a la intensidad del tráfico, aunque se den con mayor frecuencia, suponen un menor coste medio que los que los siniestros ocurridos en carretera. Por lo tanto, aquellos conductores que frecuentemente tengan que realizar trayectos por carretera para desplazarse poseerán un coste medio por siniestro más elevada que los que suelen desplazarse en el ámbito de las grandes ciudades. Justificadas las posibles dudas acerca del cumplimiento de la hipótesis de independencia Pinquet (1999a) comprueba dicha hipótesis con datos de una cartera de asegurados de una compañía francesa y acaba aceptando la independencia de los costes y el número de reclamaciones presentadas por el asegurado. Dicho autor también propone el ajuste del SBM relajando el supuesto de independencia entre el número y el coste de los siniestros.

4.1 Modelo Gamma

La distribución Gamma ya se había definido anteriormente en el desarrollo de la Binomial Negativa. En este caso, el parámetro de forma se denomina d y el parámetro de escala β . De forma análoga a como se expresaba en la ecuación (7) de la primera parte, la función de densidad de una Gamma de parámetros d y β es:

$$f(c) = \frac{\beta^d e^{-\beta c} c^{d-1}}{\Gamma(d)} \quad d, \beta > 0, c > 0. \quad (1)$$

La esperanza de la variable aleatoria coste de los siniestros en el seguro del automóvil con distribución Gamma es $E(c)=d/\beta$, su varianza $Var(c)=d/\beta^2$ y su asimetría $\gamma(c) = 2/\sqrt{d}$, que toma valor positivo. De las expresiones de la esperanza, la varianza y la asimetría se deduce que, tras fijar el valor del parámetro de escala β , cuanto menor sea el parámetro de forma d , mayor será la asimetría a la derecha de la variable y menores su esperanza y su varianza.

4.2 Modelo Log-normal

El modelo Log-normal también es adecuado cuando la distribución de la variable es asimétrica a la derecha. Una variable aleatoria con distribución Log-normal es aquella cuya transformación logarítmica posee distribución normal. Por tanto, si $\ln(c)$ se distribuye como una normal con esperanza μ_c y varianza σ_c^2 , mediante el cambio de variable se deduce que:

$$f(c) = \frac{1}{c\sqrt{2\pi\sigma_c^2}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(c)-\mu_c}{\sigma_c}\right]^2}, \quad c > 0. \quad (2)$$

En este caso, si la variable "coste de los siniestros en el seguro del automóvil" sigue una distribución Log-normal, su esperanza es $E(c) = e^{\left[\mu_c + \frac{1}{2}\sigma_c^2\right]}$, su varianza equivale a $Var(c) = e^{[2\mu_c + \sigma_c^2]}(e^{\sigma_c^2} - 1)$ y su coeficiente de asimetría es $\gamma(c) = e^{\sigma_c^2} + 2$. De modo que cuanto mayor sea σ_c^2 mayor será la asimetría a la derecha o positiva de la variable.

Tanto el modelo Log-normal como el Gamma han sido ampliamente utilizados para el ajuste de la variable aleatoria coste de los siniestros en el seguro del automóvil. Sin embargo, la experiencia empírica ha demostrado que los ajustes realizados con dichos modelos subestiman la probabilidad en la cola derecha de la distribución. Es decir, infravaloran la importancia de los costes más elevados o grandes siniestros,

concluyéndose que la probabilidad de ocurrencia de uno de estos grandes siniestros es inferior a la real. Este resultado afectará muy negativamente a las previsiones de las compañías de seguros, dado que se encontrarán ante un número de reclamaciones de elevado coste mayor al esperado. Por este motivo se ha propuesto ajustar la cola derecha de la distribución de la variable, donde se sitúan los costes más elevados, de forma aislada, siendo la distribución de Pareto la más utilizada para este propósito.

La utilización de técnicas no paramétricas es un modo alternativo de ajustar la distribución de la variable coste de los siniestros en el seguro del automóvil. En general, los métodos de estimación no paramétrica consisten en dejar que los propios datos dibujen la forma de la distribución, "dejar que los datos hablen por sí mismos". En el área de la economía aplicada, entre el conjunto de técnicas no paramétricas existentes, la estimación núcleo (*kernel*) ha sido ampliamente utilizada en la década actual. En Bolancé (1999) y Bolancé et al. (2000) se presenta una amplia revisión de la utilización de dicha estimación para el análisis de la distribución de los costes de los siniestros en el seguro del automóvil. Una de las ventajas de la estimación núcleo es que en ningún caso se tiende a subestimar la probabilidad acumulada en la cola derecha de la distribución donde se sitúan los grandes siniestros.

CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA BONUS-MALUS

La gran mayoría de los SBM utilizados actualmente en el mundo, a excepción de Corea, únicamente penalizan el número de reclamaciones culpa del asegurado declaradas a su compañía, sin tener en cuenta el coste de las mismas. Es decir, un pequeño rasguño causa la misma penalización en la prima que un accidente serio, en el que ha podido haber daños corporales o/y grandes daños materiales. Este modo de actuar comporta que algunos conductores perciban el sistema como un elemento injusto. Por ejemplo, los conductores que circulan en territorios con una elevada densidad de tráfico, como son las grandes ciudades, suelen presentar mayor número de reclamaciones provocadas por pequeños siniestros con un reducido coste, sin embargo aquellos conductores que viven en pequeñas poblaciones y que suelen desplazarse más regularmente por carretera, podrían presentar un menor número de reclamaciones pero con un mayor coste, dado que los siniestros que se producen en carretera suelen ser de mayor magnitud. Puede cuestionarse que el SBM, que únicamente tiene en cuenta el número de siniestros, penalice con una prima del seguro equivalente a los primeros que a los segundos.

Un modo de corregir dichas desigualdades es tratar de diferenciar entre los grandes siniestros y los de menor coste, de modo que puedan incrementarse las penalizaciones a los primeros. Para ello podrían utilizarse distintos criterios. Puede establecerse un límite, por ejemplo de 500.000 pesetas, de modo que los siniestros cuyo coste supere esta cuantía se consideren grandes siniestros y sean penalizados más severamente. Aunque este modo de proceder pueda ser el mejor aceptado por las compañías aseguradoras, posee alguna dificultad relacionada con los siniestros cuyo coste está próximo al límite, por ejemplo, ¿tendría sentido penalizar más severamente un siniestro con un coste de 505.000 pesetas que uno con coste de 495.000 pesetas?.

Un modo alternativo de incluir el coste de los siniestros en el SBM es el desarrollado por Lemaire (1995). Éste consiste en diferenciar entre los siniestros en los que ha habido daños corporales y en los que no, penalizando más severamente a los primeros. La experiencia empírica ha demostrado que, en general, cuando ha habido daños corporales la cuantía de los costes aumenta considerablemente. Aunque no pueda afirmarse con rotundidad que todos los siniestros en los que sólo hay daños materiales tengan menor coste que los siniestros con daños corporales, se argumenta que sólo en contadas ocasiones un siniestro sin daños corporales tiene un coste superior a un siniestro que si los tenga.

Una crítica a la propuesta de Lemaire (1995) es que al final no se tiene en cuenta la cuantía de los costes, los resultados únicamente dependen del número de siniestros totales y del número de estos siniestros que incluyen daños corporales.

Seguidamente se describe el modo de obtener las primas en el SBM que distingue entre dos tipos de siniestros. Dicha distinción puede realizarse según haya habido daños corporales o no o, por el contrario, considerando una determinada cuantía para el coste. En general, se tratará de dividir a los siniestros diferenciando según su severidad.

En este modelo cada asegurado se caracterizará por dos valores observados, el número de siniestros totales declarados k y el número de estos siniestros considerados de elevado coste o severidad k_c . Se denomina λ al número total de siniestros esperado y $\lambda_c(\leq\lambda)$ es el número esperado de siniestros con coste elevado. Anteriormente, ya se había advertido que el modelo Binomial Negativo es el más adecuado para el ajuste de la distribución del número de reclamaciones en una cartera heterogénea. Por lo tanto, de nuevo se tiene que el parámetro de la Poisson λ se distribuye como una Gamma con parámetro de forma a y parámetro de escala τ . Para el parámetro λ_c Lemaire (1995) establece que, dada la frecuencia total λ , éste sigue una distribución Beta con parámetros de forma g y h . Por lo tanto la función de densidad de λ_c condicionada a λ es:

$$z(\lambda_c|\lambda) = \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^{g-1} \left(1 - \frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^{h-1}}{\lambda\beta(g, h)}, \quad (3)$$

donde $\beta(g, h) = \frac{\Gamma(g)\Gamma(h)}{\Gamma(g+h)}$. La esperanza de esta distribución es $E(\lambda_c|\lambda) = \frac{g}{g+h}$ y su

varianza es $\text{Var}(\lambda_c|\lambda) = \frac{gh}{(g+h)^2(g+h+1)}$.

La distribución conjunta de λ y λ_c es el producto de una Gamma con parámetros a y τ y una Beta con parámetros g y h , cuya función de densidad es:

$$v(\lambda_c, \lambda) = \frac{\tau^a}{\Gamma(a)\beta(g, h)} e^{-\tau\lambda} \lambda^{a-1-g} \lambda_c^{g-1} \left(1 - \frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^{h-1}. \quad (4)$$

La probabilidad de que un asegurado con parámetros λ y λ_c tenga k_c reclamaciones con daños corporales, sabiendo que en total ha declarado k reclamaciones, sigue una distribución Binomial:

$$P(k_c|k, \lambda, \lambda_c) = \frac{k!}{k_c!(k-k_c)!} \left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^{k_c} \left(1 - \frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^{k-k_c}, \quad (5)$$

Al igual que ocurría en el modelo Binomial Negativo, en el que la distribución a posteriori de λ seguía siendo Gamma, en este caso la distribución bidimensional a posteriori de λ y λ_c sigue siendo el producto de una Gamma con esperanza $\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = \frac{\alpha+k}{\tau+t}$ y una Beta con esperanza $\rho_{t+1}(k_c|k) = \frac{g+k_c}{g+h+k}$. Las

penalizaciones y bonificaciones en el SBM se calculan entonces como el producto entre ambas esperanzas a posteriori, el resultado que se obtiene es el siguiente:

$$\text{BMS}(t, k, k_c) = \frac{(\alpha+k)/(\tau+t)}{\alpha/\tau} \frac{(g+k_c)/(g+h+k)}{g/(g+h)} \quad (6)$$

El modelo que se acaba de utilizar cumple las cinco propiedades enumeradas en la primera parte del trabajo para el modelo Binomial Negativo. Lemaire (1995), con información sobre una cartera de asegurados de Bélgica y diferenciando según es siniestro haya ocasionado daños corporales o no, estima $\lambda_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = \frac{\alpha+k}{\tau+t}$ y

$\rho_{t+1}(k_c|k) = \frac{g+k_c}{g+h+k}$. Para el caso particular de Bélgica, en promedio, el coste de una

reclamación con daños corporales es cuatro veces superior el provocado por un siniestro en el que ha habido únicamente daños materiales. Por tanto, en este caso, la penalización a un asegurado que ha declarado cuatro reclamaciones en las que no ha habido daños corporales ha de ser aproximadamente igual a la penalización de un asegurado que ha declarado sólo una reclamación en la que ha habido daños corporales.

El modelo descrito en este último apartado podría dar lugar a una primera aproximación para la construcción de un SBM con inclusión de los costes, utilizando para ello un colectivo perteneciente a la cartera de asegurados de una de las mayores compañías aseguradoras que operan en España. Sin embargo, anteriormente se ha comentado que la crítica ligada a la aproximación de Lemaire es que no tiene en cuenta la cuantía de los costes de los siniestros, sólo considera la distribución de λ_c dado λ .

Como sugiere Jean Pinquet, a continuación se propone un SBM en el que se consideran dos tipos de siniestros, sin embargo, para el cálculo de las bonificaciones y las penalizaciones se tiene en cuenta el número de siniestros con elevado coste, el número de siniestros con coste reducido y sus respectivos costes medios. Se denomina C_{nc} al coste medio de los siniestros con coste reducido y C_c al coste medio de los siniestros con elevada severidad. Si se tienen en cuenta dichos costes medios, la prima esperada a priori es:

$$\frac{a}{\tau} \left[\frac{g}{(g+h)} C_c + \left(1 - \frac{g}{(g+h)} \right) C_{nc} \right] = \frac{a}{\tau} \left[\frac{g}{(g+h)} R + \left(1 - \frac{g}{(g+h)} \right) \right] C_{nc}, \quad (7)$$

donde $R=C_c/C_{nc}$. La prima pura a posteriori es:

$$\begin{aligned} & \frac{(a+k)}{(\tau+t)} \left[\frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} C_c + \left(1 - \frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} \right) C_{nc} \right] = \\ & = \frac{(a+k)}{(\tau+t)} \left[\frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} R + \left(1 - \frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} \right) \right] C_{nc}. \end{aligned} \quad (8)$$

De forma análoga a la expresión (6), las penalizaciones y bonificaciones en el SBM se obtienen del siguiente modo:

$$\text{BMS}(t, k, k_c, R) = \frac{(a+k)/(\tau+t) \left[\frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} R + \left(1 - \frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} \right) \right]}{a/\tau \left[\frac{g}{(g+h)} R + \left(1 - \frac{g}{(g+h)} \right) \right]}. \quad (9)$$

La diferencia entre la expresión (6) y la (9) es que en la última se considera una fuente de información alternativa, relacionada con la magnitud de los costes medios.

Existen diversos aspectos que pueden deducirse a partir de la expresión (9). En primer lugar, si las medias de los costes de los siniestros en uno y otro grupo coinciden el SBM resultante coincide con el expresado en la ecuación (23) de la primera parte de este trabajo. En segundo lugar, el SBM definido en la expresión (9) cumple las cinco propiedades enumeradas en la primera parte del trabajo para el modelo Binomial Negativo, se garantiza la propiedad de ser financieramente balanceado si se asume que los costes asociados a ambos tipos de siniestros se corresponde con sus costes medios.

Pinquet (1999a, b, c) desarrolla un SBM con inclusión de los costes que no tiene sólo en cuenta las diferencias medias existentes entre dos tipos de siniestros, sino que considera toda la información contenida en la distribución de dichos costes.

PARTE 3: IMPLEMENTACIÓN

CAPÍTULO 6: DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

En este capítulo se describe todo el proceso ligado al diseño de la base de datos. Dicha base de datos contendrá la información que finalmente se utiliza para realizar los análisis empíricos posteriores, presentados en los capítulos 7, 8 y 9. Básicamente, se describe el modo en que se han seleccionado las pólizas que finalmente se analizan, justificando, además, el motivo de dicha selección.

6.1 Proceso de selección de los asegurados

El diseño adecuado de la base de datos es de vital importancia, ya que con dicha base de datos se obtienen los resultados y las diversas conclusiones presentadas en este trabajo. La construcción de la base de datos pasa por varias fases, la información de partida es la suministrada una de las mayores compañías aseguradoras españolas, y está compuesta por nueve ficheros en formato ASCII. Ocho de los archivos citados contienen información sobre las características de los contratos, de los conductores y de los vehículos, ligadas tanto a las pólizas que se mantienen en la cartera como a las pólizas que se han dado de baja, todo ello, respectivamente, para cada uno de los años incluidos en el período 1991-1998. El noveno archivo contiene información referida a los expedientes de siniestros declarados por los asegurados a lo largo de los ocho años considerados.

La primera fase ha consistido en seleccionar aquellas pólizas ligadas a turismos de uso particular, con contratos de póliza sin franquicia y que permanecen en la cartera durante

el período 1991-1998, en total el número de pólizas con estas características es 743.164 para cada uno de los años. El hecho de seleccionar únicamente los turismos de uso particular se debe a que, siendo este el grupo más numeroso, con dicha selección se eliminan algunas fuentes de heterogeneidad que tendrían que incluirse explícitamente en el modelo. De todos modos esta selección no implica que este tipo de análisis no pueda extenderse de forma directa a otros tipos de vehículos.

Por lo que respecta a las franquicias, en el caso de los turismos de uso particular, las pólizas con franquicia representan menos del 10 % del total y, como se ha dicho anteriormente, desde un principio se decidió no incluir este tipo de pólizas en el estudio. El conjunto de pólizas con franquicia introduce una nueva componente de heterogeneidad en la cartera, es decir, estos asegurados tendrán un comportamiento diferenciado del resto, en el sentido de que el número de siniestros declarados dependerá, conjuntamente, de la cuantía de la franquicia y del coste de los siniestros. El estudio de dicho comportamiento podría conducir a un análisis aislado de este tipo de asegurados, en el sentido de poder observar en qué medida afecta la cuantía de la franquicia al número de siniestros declarados por parte del asegurado y al coste que éstos ocasionan a la compañía. De momento, este tipo de análisis queda al margen de esta investigación.

La segunda fase del diseño de la base de datos ha consistido en la depuración de los errores y recodificación de variables, tras este proceso han quedado un total de 742.992 pólizas en cada uno de los ocho años. Posteriormente, se han modificado los códigos de alguna de las variables, agrupando aquellas categorías que, según la codificación inicial, se referían a un mismo tipo de garantía. Igualmente, dado que el interés del estudio está en seguir la evolución de los conductores durante el período 1991-1998, en el proceso de depuración se han localizado y suprimido de la base de datos aquellas pólizas que han tenido algún cambio en el conductor del vehículo asegurado durante dicho período. La variable que se ha utilizado para detectar dichos cambios es la fecha de nacimiento del conductor. En la tabla 1 se presentan el número de cambios en el conductor del turismo que se han detectado en cada uno de los años, en total se contabilizan 114.287, pero como existen casos donde se ha producido más de un cambio de conductor durante los ocho años considerados, en total existen 99.607 pólizas con uno o más cambios en el

conductor. Tras eliminar estas últimas de la base de datos, se disponen de 643.385 pólizas que mantienen el conductor durante el período 1991-1998.

Tabla 1*: Cambios en el conductor del turismo.

Año	Número de cambios en el conductor
1992	15.037
1993	14.535
1994	15.212
1995	15.108
1996	18.473
1997	19.882
1998	16.040
Total	114.287

* Sólo se incluyen las pólizas que están vigentes en el periodo 1991-1998.

En la tercera fase de elaboración de la base de datos se ha procedido a identificar los tipos de pólizas según las garantías que se incluyen en los contratos. Finalmente, se ha logrado realizar una clasificación en tres tipos de póliza o productos: Póliza Básica, Póliza Básica con incendio, rotura de lunas y robo y Póliza Todo Riesgo. La distribución del número de asegurados en cada tipo de póliza para cada año se presenta en la tabla 2, donde puede observarse como existe un determinado número de casos, con una tendencia creciente a lo largo del período, los cuales con la información disponible no pueden clasificarse en ninguno de los seis productos iniciales.

Dado que el comportamiento del número de siniestros considerados culpa del asegurado y declarados a la compañía, entre otros aspectos, también depende de factores estrictamente ligados al tipo de cobertura de la póliza, no sería adecuado analizar todas las pólizas de forma conjunta. Ante ello, el análisis se ha centrado en los asegurados con un contrato de póliza básica. Entre los tres tipos de productos identificados, la póliza básica es la más numerosa en todos los años. De todos modos, para el resto de productos el estudio se llevaría a cabo de una forma similar. Por lo tanto, la cuarta fase en el diseño de la base de datos consistió en seleccionar aquellos registros que hicieran referencia a una póliza básica y que la mantuvieran a lo largo de los ocho años del período considerado, ello representa un total de 69.838 pólizas en cada año.

Tabla 2: Tipos de póliza cuyo conductor se mantiene entre 1991-1998.

Año		Tipo de Póliza o Producto			
		Básica	Básica con robo, incendio y rotura lunas	Todo Riesgo	No clasificados
1991	Número	341.990	21.538	95.735	184.122
	Porcentaje	53,2	3,3	14,9	28,6
1992	Número	328.277	23.619	92.802	198.687
	Porcentaje	51,0	3,7	14,4	30,9
1993	Número	318.315	25.688	89.449	209.933
	Porcentaje	49,5	4,0	13,9	32,6
1994	Número	303.175	27.362	82.472	230.376
	Porcentaje	47,1	4,3	12,8	35,8
1995	Número	292.625	27.031	76.057	247.672
	Porcentaje	45,5	4,2	11,8	38,5
1996	Número	280.158	25.527	68.943	268.757
	Porcentaje	43,5	4,0	10,7	41,8
1997	Número	266.813	24.188	64.338	288.046
	Porcentaje	41,5	3,8	10,0	44,8
1998	Número	253.283	22.615	60.388	307.099
	Porcentaje	39,4	3,5	9,4	47,7

* Sólo se incluyen las pólizas que están vigentes en el periodo 1991-1998.

Una vez localizados las 69.838 pólizas pertenecientes a la cartera, las cuales van a ser analizadas, se adjuntó a cada una de estas pólizas la información referida a los expedientes de siniestros. Para cada año, a cada póliza se le asociaron los expedientes de siniestros ocurridos en el correspondiente año; los expedientes ligados a un mismo siniestro se agregaron.

A continuación, en el siguiente capítulo, se presentan los análisis descriptivos asociados a todas las variables que finalmente se utilizan en la base de datos definitiva. Para las variables relacionadas con los expedientes de siniestros, el análisis se realiza utilizando, en primer lugar como unidad básica el propio siniestro y, en segundo lugar, el conductor. Es decir, se dispone de información referida a frecuencias, valores medios, dispersiones, ..., tanto por siniestro, como por conductor.

La variable que incluye los costes de los siniestros para cada uno de los años que forman el período 1991-1998 se ha transformado, de modo que se dispondrá de dichos costes en pesetas constantes de 1998. Para ello se ha utilizado el IPC (Índice de Precios al

Consumo) publicado por el INE (Instituto Nacional de Estadística) con base 1992. Al final de este capítulo se presenta el valor del IPC publicado por el INE junto al factor de corrección que se ha utilizado para obtener los costes en pesetas constantes de 1998. Dicha corrección se ha obtenido dividiendo el valor del índice ligado a cada uno de los años entre 123,79, este valor se corresponde con el IPC de 1998. Para cada uno de los años considerados, los costes en pesetas de 1998 se han obtenido multiplicando los costes en pesetas corrientes por el coeficiente correspondiente que se muestra en la tercera columna del siguiente cuadro.

Año	IPC	Corrección en base 1998
<i>1991</i>	94,81	0,77
<i>1992</i>	100,43	0,81
<i>1993</i>	105,02	0,85
<i>1994</i>	109,98	0,89
<i>1995</i>	115,12	0,93
<i>1996</i>	119,21	0,96
<i>1997</i>	121,56	0,98
<i>1998</i>	123,79	1,00

CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES

Este capítulo se divide en tres apartados. En el primero se presentan los análisis descriptivos de las variables asociadas a las características personales de los conductores seleccionados según los criterios descritos en el capítulo anterior, dichas variables son cuatro. El primer factor es la situación de riesgo, esta variable se ha recodificado en dos categorías urbana y no urbana. El resto de variables relacionadas con las características personales de los asegurados son: la edad, el sexo y los años de antigüedad del permiso de conducir. En el segundo apartado se discute la información disponible asociada a las características de los vehículos. Por último, en el tercer apartado, se presentan los descriptivos asociados a las variables construidas a partir de los expedientes de siniestros, básicamente, estas variables son las relacionadas con el número de siniestros y su coste, este último en pesetas corrientes y en pesetas constantes de 1998.

7.1 Variables asociadas a las características personales de los conductores

La información disponible sobre las características personales de los asegurados está contenida en cuatro de las variables de la base de datos, éstas son: la situación de riesgo (urbana y no urbana), la edad, el sexo y los años de antigüedad del permiso de conducir.

Para la variable situación de riesgo, en la tabla 3 se presenta la frecuencia y el porcentaje (entre paréntesis) de conductores en cada una de las categorías y para cada uno de los años incluidos en el período 1991-1998. Los resultados de la tabla 3 muestran que a lo largo de los años existe una débil tendencia creciente en el número de conductores en

zonas no urbanas, la misma tendencia, en este caso decreciente, se observa para el número de conductores en zonas urbanas.

Tabla 3*: Situación de riesgo para pólizas básicas sin cambio de conductor entre 1991-1998.

Año	Número de pólizas según situación de riesgo	
	No Urbano	Urbano
1991	20.288 (29,05)	49.550 (70,95)
1992	20.330 (29,11)	49.508 (70,89)
1993	20.485 (29,33)	49.353 (70,67)
1994	21.289 (30,48)	48.549 (69,52)
1995	22.247 (31,86)	47.591 (68,14)
1996	23.413 (33,52)	46.425 (66,48)
1997	24.158 (34,59)	45.680 (65,41)
1998	24.730 (35,41)	45.108 (64,59)

*Entre paréntesis el porcentaje con respecto al total en cada año.

Seguidamente, en la tabla 4, se presenta la frecuencia de conductores por edad para los años 1991 y 1998, que son el primero y el último del período considerado. Para calcular la edad de los conductores se ha utilizado la variable fecha de nacimiento del conductor contenida en la información primaria. Dado que únicamente se disponía del mes y del año de nacimiento, la edad se ha calculado considerando que el día de nacimiento era el uno del mes correspondiente. Finalmente, la edad se ha obtenido contando los años enteros que han transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta el 31 de diciembre de cada uno de los años que forman el período de estudio.

En el año 1998 la media de las edades de los 69.838 conductores con una póliza básica, que se mantienen en la cartera durante los ocho años del período considerados, es de 53 años y la desviación típica es de 12,62. Si consideramos además que el valor que acumula el 50% de las observaciones, es decir, la mediana de la variable edad en el año 1998, se sitúa en 51 años, muy próximo al valor de la media, y que el coeficiente de asimetría toma un valor de 0,28; se deduce como la forma de la distribución de la

variable edad está muy próxima a una situación de simetría alrededor de la media. Para el año 1991 la media de la edad es de siete años menos (46 años) y la desviación típica la misma que para 1998, la forma simétrica de la distribución se mantiene a lo largo de los años, dado que siempre tratamos con los mismos conductores.

Tabla 4*: Frecuencias de la edad del conductor.

Edad	Año	
	1991	1998
18	41	0
19	96	0
20	152	0
21	206	0
22	263	0
23	238	0
24	346	0
25	523	41
26	799	96
27	892	152
28	1.154	206
29	1.366	263
30	1.705	238
31	1.612	346
32	1.832	523
33	1.923	799
34	2.150	892
35	1.740	1.154
36	2.078	1.366
37	2.028	1.705
38	2.218	1.612
39	1.897	1.832
40	1.921	1.923
41	1.979	2.150
42	2.212	1.740
43	1.884	2.078
44	1.984	2.028

Tabla 4* : (Continuación)

45	1.752	2.218
46	2.014	1.897
47	1.615	1.921
48	1.756	1.979
49	1.619	2.212
50	1.415	1.884
51	1.566	1.984
52	1.100	1.752
53	1.138	2.014
54	1.436	1.615
55	1.377	1.756
56	1.452	1.619
57	1.419	1.415
58	1.552	1.566
59	1.325	1.100
60	1.319	1.138
61	1.364	1.436
62	1.315	1.377
63	1.020	1.452
64	1.030	1.419
65	943	1.552
66	938	1.325
67	708	1.319
68	702	1.364
69	624	1.315
70	535	1.020
71	324	1.030
72	284	943
73	239	938
74	207	708
75	119	702
76	106	624
77	82	535
78	68	324
79	55	284
80	31	239
81	16	207
82	11	119
83	9	106
84	6	82
85	1	68
86	0	55
87	1	31
88	3	16
89	1	11
90	2	9
91	0	6

Tabla 4*: (Continuación)

92	0	1
93	0	0
94	0	1
95	0	3
96	0	1
97	0	2

*Sólo para pólizas básicas sin cambio de conductor entre 1991-1998.

Al igual que para la variable edad, en la tabla 5 se presenta la frecuencia de conductores según los años de antigüedad de su permiso de conducir, ello para los años 1991 y 1998. El cálculo de la variable años de antigüedad del permiso de conducir se ha realizado de forma análoga al de la edad. Únicamente hay que tener en cuenta que existen cincuenta casos para los que no se dispone de la fecha en la que se ha obtenido el permiso de conducir o se ha detectado algún error en la misma (errores de incoherencia con la edad), en estos cincuenta casos para el cálculo del número de años se ha considerado que el conductor obtuvo el carnet a la edad de 18 años.

En el año 1998, el valor medio de la variable años de antigüedad del permiso de conducir es aproximadamente igual a 25 años y su desviación típica es 7,75. La mediana de esta variable se sitúa en 25 años y su coeficiente de asimetría es igual a 0,45. Por lo tanto, al igual que en el caso de la edad, la forma de la distribución de la variable años de antigüedad del permiso de conducir continúa estando próxima a la situación de simetría alrededor de su media.

Tabla 5*: Frecuencias de la antigüedad del permiso de conducir.

Antigüedad	Año	
	<i>1991</i>	<i>1998</i>
0	164	0
1	283	0
2	428	0
3	421	0
4	589	0
5	816	0
6	1.125	0
7	1.155	164
8	1.496	283
9	1.728	428
10	2.003	421
11	2.066	589
12	3.654	816
13	3.667	1.125
14	4.015	1.155
15	3.339	1.496
16	3.641	1.728
17	3.509	2.003
18	4.085	2.066
19	2.705	3.654
20	2.652	3.667
21	2.958	4.015
22	3.382	3.339
23	1.964	3.641
24	3.315	3.509
25	2.520	4.085
26	2.332	2.705
27	1.930	2.652
28	1.761	2.958
29	1.363	3.382
30	966	1.964
31	648	3.315
32	525	2.520
33	500	2.332
34	448	1.930
35	347	1.761
36	211	1.363
37	169	966
38	171	648
39	129	525
40	97	500
41	94	448

Tabla 5*: (continuación)

42	83	347
43	47	211
44	65	169
45	52	171
46	42	129
47	20	97
48	27	94
49	23	83
50	13	47
51	21	65
52	20	52
53	12	42
54	10	20
55	3	27
56	7	23
57	5	13
58	6	21
59	2	20
60	4	12
61	2	10
62	2	3
63	0	7
64	0	5
65	0	6
66	0	2
67	1	4
68	0	2
69	0	2
70	0	0
71	0	0
72	0	0
73	0	0
74	0	1

*Sólo para pólizas básicas sin cambio de conductor entre 1991-1998.

A continuación, en la tabla 6 se presentan los análisis descriptivos de las variables edad y años de antigüedad del carnet en el año 1998, diferenciando según el sexo de los conductores. En la tabla 6 se observa como el número de mujeres que mantienen una póliza básica a lo largo de los ocho años del período 1991-98 es muy inferior al de los hombres, ellas representan un 12,8% del total y los hombres representan un 87.2% del total. Por lo que respecta a la edad y a los años de antigüedad en el permiso de conducir,

se observa como las mujeres tienden a tener menor edad que los hombres y menos años de carnet.

Tabla 6*: Características de la edad y antigüedad del permiso por sexo en 1998.

Variable	Estadístico	Sexo	
		Hombre	Mujer
<i>Edad</i>	Número de Casos	60.917	8.921
	Media	54	47
	Desv. Típica	12,63	11,08
	Mediana	52	45
	Coef. Asimetría	0,22	0,64
<i>Años de antigüedad del permiso de conducir</i>	Número de Casos	60.917	8.921
	Media	26	20
	Desv. Típica	7,67	6,44
	Mediana	25	20
	Coef. Asimetría	0,45	0,52

*Sólo se incluyen las pólizas básicas seleccionadas.

7.2 Variables asociadas a las características de los vehículos

La información referida a las características de los vehículos está contenida en cinco variables, éstas son: la marca y el modelo, el valor, el año de fabricación, el peso y la potencia del vehículo. La información sobre las características de los vehículos es importante, fundamentalmente por dos motivos. En primer lugar, dichas características suelen utilizarse en el cálculo de la prima del seguro y suelen tenerse en cuenta en el ajuste y valoración de un SBM. En segundo lugar, son importantes para detectar los cambios en el vehículo durante el período estudiado.

Por lo que respecta a la variable que proporciona información sobre la marca y modelo del vehículo, se ha detectado que en la base de datos original existe una falta de homogeneidad en los nombres. Es decir, puede ocurrir que de un año al otro, aunque el vehículo sea el mismo, el nombre utilizado se haya simplificado, Ello dificulta el seguimiento de los vehículos en la base de datos. Por otro lado, las variables que proporcionan información sobre el año de fabricación, la potencia, el peso y el valor del coche pueden contener información que podría denominarse como "extraña", ello en un

elevado número de casos. Este hecho dificulta la consideración de esta información en las modelizaciones del SBM. Por este motivo, las frecuencias en cada uno de los valores que toman estas variables a lo largo de los ocho años del período 1991-1998 se presentan en el anexo 1 adjunto a este trabajo.

7.3 Variables asociadas a los expedientes de siniestros

A continuación se muestran una serie de análisis descriptivos que permiten estudiar cuál ha sido la evolución del número de siniestros y de su coste durante el período 1991-1998 para el subgrupo de pólizas que se han seleccionado en esta investigación. También se presenta la evolución del número de asegurados y del coste total por asegurado que han declarado uno o más siniestros. Finalmente se analizan los valores que toma la variable número de siniestros por asegurado. Además, dados los planteamientos formalizados en la segunda parte de este trabajo¹ sobre la inclusión de los costes en el SBM, todo ello se desagrega según si los siniestros han ocasionado daños corporales o no. De este modo podemos observar si dicho criterio para detectar los siniestros de elevado coste es el adecuado o no.

El planteamiento de Lemaire (1995) sobre la inclusión de los costes en el SBM se basa en diferenciar entre los siniestros con y sin daños corporales. Dicho planteamiento es una aproximación sencilla al problema y podría generalizarse a cualquier otra forma de diferenciar los siniestros según sus costes. De todos modos, a más largo plazo, el objetivo final de esta investigación es la construcción de un sistema bonus-malus que permita diferenciar los siniestros uno a uno según sus costes. Ello va en la línea de los trabajos de Pinquet (1999a), aunque hay que tener en cuenta que dichos trabajos presentan una modelización mucho menos sencilla que la de Lemaire (1995), lo que provoca que el proceso de planteamiento y estimación de los modelos sea más largo.

En la tabla 7-a se presenta el número de siniestros declarados en cada uno de los años que forman el período 1991-1998, diferenciando según la culpa haya sido del asegurado

¹ Semejantes a los enfoques de reconocidos autores como Lemaire (1995).

o del contrario, también se apuntan los porcentajes de siniestros culpa del asegurado y del contrario respecto al total de cada año. Respecto al total de siniestros, se observa que hasta el año 1994 existe una tendencia decreciente, a partir de este año dicha tendencia pasa a ser creciente. Los porcentajes de siniestros culpa del asegurado y culpa del contrario no presentan fuertes variaciones a lo largo de los años, los primeros siempre se mantienen por debajo de los segundos.

Tabla 7-a* : Siniestros declarados según culpa.

Año		Culpa		Total
		Asegurado	Contrario	
1991	Número	5.312	6.847	12.159
	Porcentaje	43,69	56,31	
1992	Número	4.583	6.180	10.763
	Porcentaje	42,58	57,42	
1993	Número	4.123	5.583	9.706
	Porcentaje	42,48	57,52	
1994	Número	3.662	5.476	9.138
	Porcentaje	40,07	59,93	
1995	Número	3.951	5.683	9.634
	Porcentaje	41,01	58,99	
1996	Número	4.203	5.772	9.975
	Porcentaje	42,14	57,86	
1997	Número	4.255	6.001	10.256
	Porcentaje	41,49	58,51	
1998	Número	4.395	5.931	10.326
	Porcentaje	42,56	57,44	

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

En la tabla 7-b se presentan los mismos resultados que en la tabla 7-a, pero en este caso también se diferencia según los tipos de convenio, en el caso de que éste exista.

Tabla 7-b* : Siniestros declarados según convenio y culpa.

Año	Convenio Culpa	A			C			F		
		Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total
1991	Número	1.274	2.742	4.016	565	1.145	1.710	64	134	198
	Porcentaje	31,72	68,28		33,04	66,96		32,32	67,68	
1992	Número	1.152	2.321	3.473	623	1.218	1.841	62	109	171
	Porcentaje	33,17	66,83		33,84	66,16		36,26	63,74	
1993	Número	1.131	2.185	3.316	607	1.165	1.772	46	98	144
	Porcentaje	34,11	65,89		34,26	65,74		31,94	68,06	
1994	Número	1.022	2.066	3.088	621	1.197	1.818	37	123	160
	Porcentaje	33,10	33,10		34,16	65,84		23,13	76,88	
1995	Número	1.460	2.281	3.741	777	1.360	2.137	39	101	140
	Porcentaje	39,03	60,97		36,36	63,64		27,86	72,14	
1996	Número	1.725	2.532	4.257	1.008	1.437	2.445	49	100	149
	Porcentaje	40,52	59,48		41,23	58,77		32,89	67,11	
1997	Número	1.622	2.440	4.062	1.009	1.676	2.685	45	101	146
	Porcentaje	39,93	60,07		37,58	62,42		30,82	69,18	
1998	Número	1.740	2.469	4.209	1.137	1.716	2.853	2	3	5
	Porcentaje	41,34	58,66		39,85	60,15		40,00	60,0	

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Seguidamente, en la tabla 7-c se presentan los resultados diferenciando según la situación de riesgo (urbana o no urbana). En dicha tabla entre paréntesis se presentan los porcentajes de siniestros en zonas urbanas y no urbanas con respecto al total. El número de siniestros en zonas urbanas es mayor que en las no urbanas, pero como se observaba en la tabla 3 (página 46) el número de asegurados en las primeras también es bastante mayor. Si se analizan estos resultados en términos relativos, es decir, teniendo en cuenta el número de asegurados que residen en cada una de las zonas (urbanas y no urbanas) se observa como los porcentajes de asegurados que residen en zonas no urbanas sobre el total son inferiores (entre 2 y 4 puntos según el año) que los porcentajes de siniestros declarados en estas zonas. Por el contrario, en el caso de las zonas urbanas el porcentaje de asegurados supera el porcentaje de siniestros en cada uno de los ocho años considerados. Estos resultados reflejan la mayor siniestralidad en zonas no urbanas. La distribución según la responsabilidad del siniestro es similar en ambas zonas para todos los años.

Tabla 7-c: Siniestros declarados según situación de riesgo y culpa.

Año	Situación de Riesgo Culpa	Urbana			No Urbana			Total
		Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total	
1991	Número	3.580	4.640	8.220	1.732	2.207	3.939	12.159
	Porcentaje	43,55	56,45	(67,60)	43,97	56,03	(32,40)	
1992	Número	3.169	4.244	7.413	1.414	1.936	3.350	10.763
	Porcentaje	42,75	57,25	(68,87)	42,21	57,79	(31,13)	
1993	Número	2.859	3.786	6.645	1.264	1.797	3.061	9.706
	Porcentaje	43,02	56,98	(68,46)	41,29	58,71	(31,54)	
1994	Número	2.465	3.617	6.082	1.197	1.859	3.056	9138
	Porcentaje	40,53	59,47	(66,56)	39,17	60,83	(33,44)	
1995	Número	2.537	3.700	6.237	1.414	1.983	3.397	9.634
	Porcentaje	40,68	59,32	(64,74)	41,62	58,38	(35,26)	
1996	Número	2.685	3.686	6.371	1.518	2.086	3.604	9.975
	Porcentaje	42,14	57,86	(63,87)	42,12	57,88	(36,13)	
1997	Número	2.694	3.795	6.489	1.561	2.206	3.767	10.256
	Porcentaje	41,52	58,48	(63,27)	41,44	58,56	(36,73)	
1998	Número	2.691	3.647	6.338	1.704	2.284	3.988	10.326
	Porcentaje	42,46	57,54	(61,38)	42,73	57,27	(38,62)	

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis el porcentaje con respecto al total de siniestros que se han producido en zonas urbanas y no urbanas en cada año.

En las tablas 8-a, 8-b y 8-c se muestran los mismos resultados presentados en las tres anteriores, a diferencia de que en estos casos se analiza la evolución del número de asegurados que han declarado uno o más siniestros. Si un asegurado tiene un siniestro con culpa y otro sin culpa se cuenta dos veces, una en cada categoría (asegurado y contrario). En general, en términos porcentajes, los resultados de las tablas 8-a, 8-b y 8-c no muestran excesivas diferencias con los de las tablas 7-a, 7-b y 7-c.

Tabla 8-a*: Número de asegurados que han declarado al menos un siniestro según culpa.

Año		Culpa		Total
		Asegurado	Contrario	
1991	Número	4.748	6.195	10.943
	Porcentaje	43,39	56,61	
1992	Número	4.212	5.681	9.893
	Porcentaje	42,58	57,42	
1993	Número	3.763	5.178	8.941
	Porcentaje	42,09	57,91	
1994	Número	3.348	5.000	8.348
	Porcentaje	40,11	59,89	
1995	Número	3.586	5.138	8.724
	Porcentaje	41,10	58,90	
1996	Número	3.886	5.253	9.139
	Porcentaje	42,52	57,48	
1997	Número	3.948	5.532	9.480
	Porcentaje	41,65	58,35	
1998	Número	4.087	5.500	9.587
	Porcentaje	42,63	57,37	

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 8-b*: Número de asegurados que han declarado al menos un siniestro según convenio y culpa.

Año	Convenio Culpa	A			C			F		
		Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total
1991	Número	1.170	2.507	3.677	518	1.040	1.558	57	122	179
	Porcentaje	31,82	68,18		33,25	66,75		31,84	68,16	
1992	Número	1.064	2.168	3.232	591	1.138	1.729	57	105	162
	Porcentaje	32,92	67,08		34,18	65,82		35,19	64,81	
1993	Número	1.047	2.066	3.113	562	1.110	1.672	42	90	132
	Porcentaje	33,63	66,37		33,61	66,39		31,82	68,18	
1994	Número	928	1.951	2.879	577	1.118	1.695	36	110	146
	Porcentaje	32,23	67,77		34,04	65,96		24,66	75,34	
1995	Número	1.304	1.078	3.382	707	1.270	1.977	36	90	126
	Porcentaje	38,56	61,44		35,76	64,24		28,57	71,43	
1996	Número	1.598	2.311	3.909	951	1.320	2.271	48	87	135
	Porcentaje	40,88	59,12		41,88	58,12		35,56	64,44	
1997	Número	1.501	2.243	3.744	938	1.572	2.510	43	90	133
	Porcentaje	40,09	59,91		37,37	62,63		32,33	67,67	
1998	Número	1.592	2.290	3.882	1.060	1.589	2.649	2	2	4
	Porcentaje	41,01	59,99		40,02	59,98		50,00	50,00	

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 8-c*: Número de asegurados que han declarado al menos un siniestro según situación de riesgo y culpa.

Año	Situación de Riesgo Culpa	Urbana			No Urbana			Total
		Ase.	Cont.	Total	Ase.	Cont.	Total	
1991	Número	3.235	4.206	7.441	1.513	1.989	3.502	10.943
	Porcentaje	43,48	56,52	(68,00)	43,20	56,80	(32,00)	
1992	Número	2.927	3.895	6.822	1.285	1.786	3.071	9.893
	Porcentaje	42,91	57,09	(68,96)	41,84	58,16	(31,04)	
1993	Número	2.622	3.530	6.152	1.141	1.648	2.789	8.941
	Porcentaje	42,62	57,38	(68,81)	40,91	59,09	(31,19)	
1994	Número	2.251	3.315	5.566	1.097	1.685	2.782	8.348
	Porcentaje	40,44	59,56	(66,67)	39,43	60,57	(33,33)	
1995	Número	2.317	3.328	5.645	1.269	1.810	3.079	8.724
	Porcentaje	41,05	58,95	(64,71)	41,21	58,79	(35,29)	
1996	Número	2.487	3.369	5.856	1.399	1.884	3.283	9.139
	Porcentaje	42,47	57,53	(64,08)	42,61	57,39	(35,92)	
1997	Número	2.511	3.509	6.020	1.437	2.023	3.460	9.480
	Porcentaje	41,71	58,29	(63,50)	41,53	58,47	(36,50)	
1998	Número	2.500	3.394	5.894	1.587	2.106	3.693	9.587
	Porcentaje	42,42	57,58	(61,48)	42,97	57,03	(38,52)	

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis el porcentaje con respecto al total de asegurados que residen en zonas urbanas y no urbanas en cada año.

A continuación se realiza el estudio de la evolución de los costes cuantificados en miles de pesetas. Dicha evolución se presenta en pesetas corrientes y en pesetas constantes del año 1998. Esta última transformación permitirá realizar valoraciones de la evolución de los costes en el período 1991-1998 al margen del crecimiento de los precios. Para cada uno de los descriptivos presentados se muestran dos tablas, la primera presenta los costes en pesetas corrientes y la segunda muestra los mismos costes en pesetas constantes de 1998. Con el objetivo de simplificar la exposición, en todos los casos, en las tablas asociadas a los costes en pesetas constantes, se eliminan aquellos valores que coinciden con los ya apuntados en tablas anteriores, también se eliminan las desviaciones típicas, que sí se muestran para los costes en pesetas corrientes. En pesetas constantes del año 1998, dichas desviaciones típicas se calcularían multiplicando las anteriores por la corrección utilizada para cada año.

Para el estudio de la evolución de los costes también se consideran otros dos aspectos. Por un lado, se diferencia entre aquellos costes provocados únicamente por daños materiales en el siniestro y aquellos otros debidos a la aparición de daños corporales. También, se analizan por separado aquellos costes cuya cuantía es positiva y aquellos otros con signo negativo.

En primer lugar analizamos los costes ocasionados por los daños materiales en los siniestros. En las tablas 9.1 y 9.2 se presentan los costes por daños materiales totales para cada año, diferenciando si la culpa es del asegurado o del contrario. En pesetas corrientes (tabla 9.1) estos resultados no evidencian una tendencia común en los costes a lo largo del periodo 1991-1998. Sin embargo, en pesetas constantes de 1998 (tabla 9.2) los resultados proporcionan una mayor evidencia de la existencia de tendencia creciente de los costes positivos, sobretodo para los siniestros culpa del asegurado.

Tabla 9.1*: Costes totales por daños materiales según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-2.926	585.618	-107.244	103.142
1992	-2.102	607.695	-120.111	101.205
1993	-1.088	543.415	-104.484	128.773
1994	-278	579.858	-96.897	121.919
1995	0	588.975	-111.925	133.803
1996	0	648.292	-114.109	159.937
1997	0	673.082	-166.180	138.812
1998	0	801.524	-159.350	155.396

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 9.2*: Costes totales por daños materiales según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-2.241	448.531	-82.139	78.997
1992	-1.705	493.019	-97.445	82.107
1993	-923	461.010	-88.640	109.245
1994	-246	515.141	-86.082	108.311
1995	0	547.696	-104.081	124.425
1996	0	624.312	-109.888	154.021
1997	0	660.957	-163.186	136.311
1998	0	801.524	-159.350	155.396

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

En la tabla 10-a se muestran los números de siniestros a partir de los cuales van a calcularse los costes medios por siniestro (desviaciones típicas entre paréntesis) de los costes en pesetas corrientes positivos y negativos que se presentan en la tabla 10-b.1, en la tabla 10-b.2 se muestran dichos valores medios en pesetas constantes de 1998. En la tabla 10-a también se muestra el número de casos con coste cero y los totales. En la tabla 10-c.1 se presentan los mínimos y los máximos de los costes en pesetas corrientes provocados por daños materiales en los siniestros, de forma análoga a anteriores tablas en la 10-c.2 se presentan estos valores extremos en pesetas constantes de 1998.

Tabla 10-a* : Número de siniestros respecto a los que se calculan los costes medios de las reclamaciones por daños materiales, según culpa y signo del coste.

Año	Culpa								
	Asegurado				Contrario				
	Negativo	Cero	Positivo	Total	Negativo	Cero	Positivo	Total	
1991	Número	17	731	4.564	5.312	3.090	2.695	1.063	6.847
	Porcentaje	0,32	13,76	85,92	100,00	45,11	39,36	15,53	100,00
1992	Número	26	592	3.965	4.583	2.869	2.438	873	6.180
	Porcentaje	0,57	12,92	86,52	100,00	46,42	39,45	14,13	100,00
1993	Número	22	527	3.574	4.123	2.643	2.066	874	5.583
	Porcentaje	0,53	12,78	86,68	100,00	47,34	37,01	15,65	100,00
1994	Número	7	449	3.206	3.662	2.477	2.105	894	5.476
	Porcentaje	0,19	12,26	87,55	100,00	45,23	38,44	16,33	100,00
1995	Número	0	517	3.434	3.951	2.624	2.154	905	5.683
	Porcentaje	0,00	13,09	86,91	100,00	46,17	37,90	15,92	100,00
1996	Número	0	536	3.667	4.203	2.775	1.918	1.079	5.772
	Porcentaje	0,00	12,75	87,25	100,00	48,08	33,23	18,69	100,00
1997	Número	0	513	3.742	4.255	3.228	1.902	871	6.001
	Porcentaje	0,00	12,06	87,94	100,00	53,79	31,69	14,51	100,00
1998	Número	0	375	4.020	4.395	3.351	1.790	790	5.931
	Porcentaje	0,00	8,53	91,47	100,00	56,50	30,18	13,32	100,00

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 10-b.1*: Costes medios por siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-172,12 (505,84)	128,31 (760,93)	-34,71 (15,27)	97,03 (373,28)
1992	-80,85 (158,78)	153,26 (1.006,53)	-41,87 (41,01)	115,93 (476,80)
1993	-49,45 (19,59)	152,05 (970,10)	-39,53 (16,87)	147,34 (951,60)
1994	-39,71 (19,74)	180,87 (1.889,21)	-39,12 (26,07)	136,37 (513,93)
1995	0	171,51 (700,58)	-42,65 (28,88)	147,85 (547,10)
1996	0	176,79 (1.242,29)	-41,12 (20,21)	148,23 (573,06)
1997	0	179,87 (763,44)	-51,48 (21,30)	159,37 (548,54)
1998	0	199,38 (1.092,25)	-47,55 (22,99)	196,70 (884,09)

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis las desviaciones típicas en cada subgrupo.

Tabla 10-b.2*: Costes medios por siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-131,82	98,27	-26,58	74,31
1992	-65,59	124,33	-33,96	94,05
1993	-41,95	128,99	-33,53	124,99
1994	-35,27	160,68	-34,75	121,15
1995	0	159,48	-39,66	137,48
1996	0	170,25	-39,59	142,74
1997	0	176,62	-50,55	156,49
1998	0	199,38	-47,55	196,70

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 10-c.1*: Mínimo y Máximo de los costes por siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Culpa Coste Año	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-2.134	-1	1	23.000	-331	-1	1	7.631
1992	-853	-12	1	45.555	-2.027	-1	1	11.000
1993	-105	-17	1	45.000	-215	-1	1	25.900
1994	-70	-12	2	95.186	-1.169	-1	1	9.164
1995	0	0	2	17.710	-1.079	-1	1	8.000
1996	0	0	1	42.941	-496	-1	1	12.622
1997	0	0	1	19.600	-164	-1	1	10.404
1998	0	0	2	42.064	-95	-1	1	15.481

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 10-c.2*: Mínimo y Máximo de los costes por siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Culpa Coste Año	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-1.634	-0,77	0,77	17.616	-253	-0,77	0,77	5.845
1992	-692	-9,73	0,81	36.958	-1.644	-0,81	0,81	8.924
1993	-89	-14,42	0,85	38.176	-182	-0,85	0,85	21.972
1994	-62	-10,66	1,78	84.562	-1.038	-0,89	0,89	8.141
1995	0	0,00	1,86	16.468	-1.003	-0,93	0,93	7.439
1996	0	0,00	0,96	41.352	-477	-0,96	0,96	12.155
1997	0	0,00	0,98	19.246	-161	-0,98	0,98	10.216
1998	0	0,00	2,00	42.064	-95	-1,00	1,00	15.481

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

En las tablas 10-d.1 y 10-d.2 se presentan las medias de los costes en pesetas corrientes y constantes, en el caso de que éstos sean positivos y diferenciando según la culpa y la situación de riesgo del conductor (urbana o no urbana). Los resultados muestran que, aunque el número de siniestros sea siempre mayor en las zonas urbanas a causa de la mayor densidad de población, por lo que respecta a los costes medios por siniestro no aparece un patrón estable a lo largo de los años, es decir, puede ocurrir que estos costes medios en zonas urbanas sean superiores o viceversa.

Tabla 10-d.1*: Número de siniestros con costes por daños materiales positivos, medias y desviaciones típicas de estos costes, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas corrientes).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Número de siniestros	3.099	1.465	744	319
	Media	125,87	133,47	98,61	93,34
	Desv Típica.	789,04	697,98	382,27	351,97
1992	Número de siniestros	2.742	1.223	578	295
	Media	156,34	146,37	125,89	96,42
	Desv Típica.	1.121,11	683,42	570,82	184,98
1993	Número de siniestros	2.502	1.072	612	262
	Media	137,82	185,25	157,40	123,83
	Desv Típica.	623,88	1.493,03	1.121,14	292,57
1994	Número de siniestros	2.165	1.041	606	288
	Media	151,53	241,88	130,36	149,03
	Desv Típica.	967,67	3.007,52	518,27	505,36
1995	Número de siniestros	2.234	1.200	591	314
	Media	170,49	173,42	153,77	136,69
	Desv Típica.	704,77	693,01	567,66	506,83
1996	Número de siniestros	2.362	1.305	706	373
	Media	182,93	165,68	149,98	144,90
	Desv Típica.	1.231,51	1.261,98	601,71	515,23
1997	Número de siniestros	2.396	1.346	571	300
	Media	185,77	169,37	160,96	156,35
	Desv Típica.	807,48	678,16	615,74	390,80
1998	Número de siniestros	2.463	1.557	506	284
	Media	209,30	183,70	169,47	245,23
	Desv Típica.	1.251,65	776,03	789,49	1.031,11

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 10-d.2*: Costes medios de los siniestros por daños materiales positivos, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas de 1998).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Media	96,40	102,23	75,53	71,49
1992	Media	126,84	118,75	102,13	78,22
1993	Media	116,92	157,16	133,53	105,05
1994	Media	134,62	214,88	115,81	132,40
1995	Media	158,54	161,26	142,99	127,11
1996	Media	176,16	159,55	144,43	139,54
1997	Media	182,42	166,32	158,06	153,53
1998	Media	209,30	183,70	169,47	245,23

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

En las tablas 11-a, 11-b.1 y 11-b.2, 11-c.1 y 11-c.2 y 11-d.1 y 11-d.2 se presentan los mismos resultados que en las siete tablas anteriores, pero en este caso como unidad básica se utiliza el asegurado y no el siniestro.

Tabla 11-a*: Número de asegurado que han declarado algún siniestro con daños materiales, según culpa y signo del coste.

Año		Culpa							
		Asegurado				Contrario			
		Negativo	Cero	Positivo	Total	Negativo	Cero	Positivo	Total
1991	Número	15	579	4.154	4.748	2.928	2.246	1.022	6.195
	Porcentaje	0,32	12,19	87,49	100	47,25	36,26	16,50	100
1992	Número	24	496	3.692	4.212	2.746	2.106	829	5.681
	Porcentaje	0,57	11,78	87,65	100	48,34	37,07	14,59	100
1993	Número	19	414	3.330	3.763	2.521	1.809	848	5.178
	Porcentaje	0,50	11,00	88,49	100	48,69	34,94	16,38	100
1994	Número	5	338	3.005	3.348	2.366	1.780	854	5.000
	Porcentaje	0,15	10,10	89,76	100	47,32	35,60	17,08	100
1995	Número	0	349	3.237	3.586	2.515	1.751	872	5.138
	Porcentaje	0,00	9,73	90,27	100	48,95	34,08	16,97	100
1996	Número	0	395	3.491	3.886	2.635	1.588	1.030	5.253
	Porcentaje	0,00	10,16	89,84	100	50,16	30,23	19,61	100
1997	Número	0	387	3.561	3.948	3.070	1.631	831	5.532
	Porcentaje	0,00	9,80	90,20	100	55,50	29,48	15,02	100
1998	Número	0	273	3.814	4.087	3.180	1.566	754	5.500
	Porcentaje	0,00	6,68	93,32	100	57,82	28,47	13,71	100

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 11-b.1*: Costes totales medios de las reclamaciones por asegurado que ha declarado algún siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-187,07 (538,88)	140,95 (797,15)	-36,19 (17,42)	99,68 (380,40)
1992	-79,83 (151,19)	164,55 (1.042,93)	-43,21 (42,89)	120,33 (489,29)
1993	-54,16 (19,08)	163,17 (1.005,21)	-40,93 (18,36)	150,33 (965,97)
1994	-36,6 (22,29)	192,93 (1.951,13)	-40,33 (31,23)	141,03 (525,36)
1995	0	181,95 (722,01)	-43,86 (30,75)	151,58 (559,76)
1996	0	185,70 (1.273,29)	-42,67 (22,31)	153,66 (585,41)
1997	0	189,01 (782,79)	-53,53 (24,33)	164,83 (560,90)
1998	0	210,15 (1.124,99)	-49,54 (25,91)	203,68 (904,08)

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis las desviaciones típicas en cada subgrupo.

Tabla 11-b.2*: Costes totales medios de las reclamaciones por asegurado que ha declarado algún siniestro con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-143,28	107,96	-27,72	76,35
1992	-64,77	133,50	-35,06	97,62
1993	-45,95	138,43	-34,72	127,53
1994	-32,52	171,40	-35,83	125,29
1995	0	169,20	-40,79	140,96
1996	0	178,83	-41,09	147,98
1997	0	185,61	-52,57	161,86
1998	0	210,15	-49,54	203,68

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 11-c.1^{*}: Mínimo y Máximo de los costes totales de los siniestros por asegurado con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa Coste		Asegurado				Contrario			
			Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-2.134	-1	1	23.000	-331	-1	1	7.631		
1992	-783	-12	1	45.555	-2.027	-1	1	11.000		
1993	-105	-27	1	45.000	-215	-1	1	25.900		
1994	-70	-12	2	95.186	-1.169	-1	1	9.164		
1995	0	0	2	17.710	-1.079	-1	1	8.000		
1996	0	0	2	42.941	-496	-1	1	12.622		
1997	0	0	1	19.600	-203	-1	1	10.404		
1998	0	0	3	42.464	-226	-1	1	15.481		

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 11-c.2^{*}: Mínimo y Máximo de los costes totales de los siniestros por asegurado con daños materiales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa Coste		Asegurado				Contrario			
			Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-1.634	-0,77	0,77	17.616	-253	-0,77	0,77	5.845		
1992	-635	-9,74	0,81	36.959	-1.644	-0,81	0,81	8.924		
1993	-89	-22,91	0,85	38.176	-182	-0,85	0,85	21.972		
1994	-62	-10,66	1,78	84.563	-1.039	-0,89	0,89	8.141		
1995	0	0,00	1,86	16.469	-1.003	-0,93	0,93	7.439		
1996	0	0,00	1,93	41.353	-477	-0,96	0,96	12.155		
1997	0	0,00	0,98	19.247	-199	-0,98	0,98	10.217		
1998	0	0,00	3,00	42.464	-226	-1,00	1,00	15.481		

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 11-d.1*: Número de asegurados que han declarado siniestros con costes por daños materiales positivos, medias y desviaciones típicas de los costes totales por asegurado, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas corrientes).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Número de siniestros	2.844	1.310	723	299
	Media	137,12	149,27	100,27	98,24
	Desv Típica.	823,28	737,47	387,51	363,26
1992	Número de siniestros	2.565	1.127	552	277
	Media	167,06	158,84	130,17	100,73
	Desv Típica.	1.159,10	711,41	583,92	192,24
1993	Número de siniestros	2.341	989	597	251
	Media	147,30	200,74	160,40	126,39
	Desv Típica.	645,94	1.553,85	1.134,95	299,48
1994	Número de siniestros	2.026	979	578	276
	Media	161,88	257,20	135,06	153,51
	Desv Típica.	999,87	3.101,13	530,24	515,73
1995	Número de siniestros	2.105	1.132	565	307
	Media	180,94	183,84	158,69	138,51
	Desv Típica.	726,02	714,80	584,14	512,53
1996	Número de siniestros	2.246	1.245	676	354
	Media	192,37	173,66	155,13	150,85
	Desv Típica.	1.262,80	1.292,43	614,59	526,03
1997	Número de siniestros	2.284	1.277	548	283
	Media	194,88	178,53	165,35	163,84
	Desv Típica.	827,29	696,32	627,90	401,54
1998	Número de siniestros	2.233	1.481	478	276
	Media	220,96	193,12	177,30	249,38
	Desv Típica.	1.291,41	795,21	811,42	1.045,35

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 11-d.2*: Costes totales medios por asegurado que ha declarado siniestros con daños materiales positivos (en miles de pesetas de 1998).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Media	137,12	149,27	100,27	98,24
1992	Media	167,06	158,84	130,17	100,73
1993	Media	147,30	200,74	160,40	126,39
1994	Media	161,88	257,20	135,06	153,51
1995	Media	180,94	183,84	158,69	138,51
1996	Media	192,37	173,66	155,13	150,85
1997	Media	194,88	178,53	165,35	163,84
1998	Media	220,96	193,12	177,30	249,38

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Se presenta ahora al estudio de los costes provocados por daños corporales en los siniestros. De forma análoga a las tablas 9.1 y 9.2, en las tablas 12.1 y 12.2 se muestran los costes totales para cada año y según culpa en pesetas corrientes y en pesetas constantes de 1998, respectivamente. Seguidamente, en la tabla 13-a se muestra el número de siniestros respecto a los que se calculan los promedios apuntados en las tablas 13-b.1 y 13-b.2, en general, dichos promedios suelen estar por encima de los calculados para los daños materiales. En las tablas 13-c.1 y 13-c.2 se muestran las cuantías máximas y mínimas de dichos costes, donde se observa como el rango de variación de los costes por daños corporales suele ser menor que el de los ocasionados por daños materiales.

Tabla 12.1*: Costes totales por daños corporales según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-5	46.934	-64	7.379
1992	0	50.259	-5	9.871
1993	0	47.191	0	31.041
1994	0	25.512	-12	17.074
1995	0	42.410	0	18.959
1996	-141	61.900	-333	20.865
1997	0	57.897	0	18.169
1998	0	68.200	0	26.600

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 12.2*: Costes totales por daños corporales según culpa y por año (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-3,83	35.947	-49,02	5.652
1992	0,00	40.775	-4,06	8.008
1993	0,00	40.035	0,00	26.334
1994	0,00	22.665	-10,66	15.168
1995	0,00	39.438	0,00	17.630
1996	-135,78	59.610	-320,68	20.093
1997	0,00	56.854	0,00	17.842
1998	0,00	68.200	0,00	26.600

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 13-a*: Número de siniestros respecto a los que se calculan los costes medios de las reclamaciones por daños corporales, según culpa y signo del coste.

Año		Culpa							
		Asegurado				Contrario			
		Negativo	Cero	Positivo	Total	Negativo	Cero	Positivo	Total
1991	Número	1	5.134	177	5.312	1	6.795	51	6.847
	Porcentaje	0,02	96,65	3,33	100,00	0,01	99,24	0,74	100,00
1992	Número	0	4.376	207	4.583	1	6.134	45	6.180
	Porcentaje	0,00	95,48	4,52	100,00	0,02	99,26	0,73	100,00
1993	Número	0	3.962	161	4.123	0	5.547	36	5.583
	Porcentaje	0,00	96,10	3,90	100,00	0,00	99,36	0,64	100,00
1994	Número	0	3.497	165	3.662	1	5.427	48	5.476
	Porcentaje	0,00	95,49	4,51	100,00	0,02	99,11	0,88	100,00
1995	Número	0	3.753	198	3.951	0	5.635	48	5.683
	Porcentaje	0,00	94,96	5,04	100,00	0,00	99,16	0,84	100,00
1996	Número	1	3.981	221	4.203	1	5.706	65	5.772
	Porcentaje	0,02	94,72	5,26	100,00	0,02	98,86	1,13	100,00
1997	Número	0	3.980	275	4.255	0	5.878	123	6.001
	Porcentaje	0,00	93,54	6,46	100,00	0,00	97,95	2,05	100,00
1998	Número	0	4.126	269	4.395	0	5.743	188	5.931
	Porcentaje	0,00	93,88	6,12	100,00	0,00	96,83	3,17	100,00

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 13-b.1*: Costes medios por siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-5	265,16 (732,41)	-64	144,69 (261,69)
1992	0	242,80 (524,20)	-5	219,36 (337,21)
1993	0	293,11 (1.184,56)	0	862,25 (3.245,77)
1994	0	154,62 (375,14)	-12	355,71 (555,53)
1995	0	214,19 (424,85)	0	394,98 (655,35)
1996	-141	280,09 (827,78)	-333	321,00 (641,93)
1997	0	210,53 (504,00)	0	147,72 (267,08)
1998	0	253,53 (614,55)	0	141,49 (261,30)

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis las desviaciones típicas en cada subgrupo.

Tabla 13-b.2*: Costes medios por siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-3,83	203,09	-49,02	110,82
1992	0,00	196,98	-4,06	177,96
1993	0,00	248,66	0,00	731,50
1994	0,00	137,36	-10,66	316,01
1995	0,00	199,18	0,00	367,30
1996	-135,78	269,73	-320,68	309,13
1997	0,00	206,74	0,00	145,06
1998	0,00	253,53	0,00	141,49

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 13-c.1*: Mínimo y Máximo de los costes por siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Culpa Coste	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
Año	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-5	-5	1	7.732	-64	-64	4	1.327
1992	0	0	3	3.262	-5	-5	2	1.211
1993	0	0	1	14.079	0	0	12	19.654
1994	0	0	2	3.715	-12	-12	7	2.038
1995	0	0	2	3.573	0	0	9	3.000
1996	-141	-141	1	10.000	-333	-333	6	3.328
1997	0	0	1	7.000	0	0	2	1.831
1998	0	0	3	6.869	0	0	4	2.359

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 13-c.2*: Mínimo y Máximo de los costes por siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Culpa Coste	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
Año	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-3,83	-3,83	0,77	5.922	-49,02	-49,02	3,06	1.016
1992	0,00	0,00	2,43	2.646	-4,06	-4,06	1,62	982
1993	0,00	0,00	0,85	11.944	0,00	0,00	10,18	16.674
1994	0,00	0,00	1,78	3.300	-10,66	-10,66	6,22	1.810
1995	0,00	0,00	1,86	3.323	0,00	0,00	8,37	2.790
1996	-135,78	-135,78	0,96	9.630	-320,68	-320,68	5,78	3.205
1997	0,00	0,00	0,98	6.874	0,00	0,00	1,96	1.798
1998	0,00	0,00	3,00	6.869	0,00	0,00	4,00	2.359

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

En la tabla 13-d.1 y 13-3.2 se presentan las medias de los costes por daños corporales positivos, diferenciando según la culpa y la situación de riesgo del conductor (urbana o no urbana). Comparando con los mismos resultados para daños materiales (tablas 10-d.1 y 10-d.2). De nuevo tampoco se observa un patrón estable para dichos costes a lo largo de los años, es decir, puede ocurrir que los costes medios en zonas urbanas sean mayores o viceversa.

Tabla 13-d.1*: Número de siniestros con costes por daños corporales positivos, medias y desviaciones típicas de estos costes, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas corrientes).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Número de siniestros	114	63	39	12
	Media	303,73	195,38	96,36	301,75
	Desv Típica.	876,04	341,08	172,49	416,29
1992	Número de siniestros	147	60	33	12
	Media	261,48	197,03	196,45	282,33
	Desv Típica.	557,82	431,79	291,79	448,62
1993	Número de siniestros	112	49	26	10
	Media	171,62	570,79	1.119,58	193,20
	Desv Típica.	397,90	2.048,91	3.806,52	179,01
1994	Número de siniestros	106	59	27	21
	Media	133,21	193,08	332,78	385,19
	Desv Típica.	269,80	513,63	601,81	502,78
1995	Número de siniestros	137	61	36	12
	Media	201,26	243,23	426,72	299,75
	Desv Típica.	438,60	394,15	712,26	455,68
1996	Número de siniestros	149	72	35	30
	Media	303,37	231,90	299,71	345,83
	Desv Típica.	939,50	528,96	554,83	739,79
1997	Número de siniestros	189	86	73	50
	Media	222,01	185,31	127,59	177,10
	Desv Típica.	584,85	247,69	190,46	350,44
1998	Número de siniestros	166	103	115	73
	Media	260,35	242,53	120,03	175,30
	Desv Típica.	687,72	476,47	197,59	337,08

* Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 13-d.2*: Costes medios de los siniestros por daños corporales positivos, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas de 1998).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Media	232,63	149,64	73,80	231,11
1992	Media	212,14	159,85	159,38	229,05
1993	Media	145,60	484,23	949,80	163,90
1994	Media	118,34	171,53	295,64	342,20
1995	Media	187,15	226,18	396,81	278,74
1996	Media	292,15	223,32	288,62	333,04
1997	Media	218,01	181,97	125,29	173,91
1998	Media	260,35	242,53	120,03	175,30

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

El número de asegurados con siniestros con daños corporales se presenta en la tabla 14-a. Seguidamente, en las tablas 14-b.1 y 14-b.2, 14-c.1 y 14-c.2 y 14-d.1 y 14-d.2 se muestran las medias por asegurado de los costes en pesetas corrientes y en pesetas constantes de 1998, respectivamente.

Tabla 14-a*: Número de asegurado que han declarado algún siniestro con daños corporales, según culpa y signo del coste.

Año		Culpa							
		Asegurado				Contrario			
		Negativo	Cero	Positivo	Total	Negativo	Cero	Positivo	Total
1991	Número	1	4.570	177	4.748	1	6.143	51	6.195
	Porcentaje	0,02	96,25	3,73	100	0,02	99,16	0,82	100
1992	Número	0	4.005	207	4.212	1	5.635	45	5.681
	Porcentaje	0,00	95,09	4,91	100	0,02	99,19	0,79	100
1993	Número	0	3.602	161	3.763	0	5.142	36	5.178
	Porcentaje	0,00	95,72	4,28	100	0,00	99,30	0,70	100
1994	Número	0	3.183	165	3.348	1	4.952	47	5.000
	Porcentaje	0,00	95,07	4,93	100	0,02	99,04	0,94	100
1995	Número	0	3.388	198	3.586	0	5.090	48	5.138
	Porcentaje	0,00	94,48	5,52	100	0,00	99,07	0,93	100
1996	Número	1	3.666	219	3.886	1	5.187	65	5.253
	Porcentaje	0,03	94,34	5,64	100	0,02	98,74	1,24	100
1997	Número	0	3.673	275	3.948	0	5.409	123	5.532
	Porcentaje	0,00	93,03	6,97	100	0,00	97,78	2,22	100
1998	Número	0	3.819	268	4.087	0	5.313	187	5.500
	Porcentaje	0,00	93,44	6,56	100	0,00	96,60	3,40	100

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 14-b.1 Costes totales medios de las reclamaciones por asegurado que ha declarado algún siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-5	265,16 (732,41)	-64	144,69 (261,69)
1992	0	242,80 (524,20)	-5	219,36 (337,21)
1993	0	293,11 (1.184,56)	0	862,25 (3.245,77)
1994	0	154,62 (375,14)	-12	363,28 (559,04)
1995	0	214,19 (424,85)	0	394,98 (655,35)
1996	-141	282,65 (831,13)	-333	321,00 (641,93)
1997	0	210,53 (504,00)	0	147,72 (267,08)
1998	0	254,48 (615,51)	0	142,25 (262,77)

*Sólo para las pólizas seleccionadas. Entre paréntesis las desviaciones típicas en cada subgrupo.

Tabla 14-b.2*: Costes totales medios de las reclamaciones por asegurado que ha declarado algún siniestro con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Año	Culpa			
	Asegurado		Contrario	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
1991	-3,83	203,09	-49,02	110,82
1992	0,00	196,98	-4,06	177,97
1993	0,00	248,66	0,00	731,50
1994	0,00	137,36	-10,66	322,74
1995	0,00	199,18	0,00	367,30
1996	-135,78	272,19	-320,68	309,13
1997	0,00	206,74	0,00	145,06
1998	0,00	254,48	0,00	142,25

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 14-c.1*: Mínimo y Máximo de los costes totales de los siniestros por asegurado con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas corrientes).

Culpa	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
Coste	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Año	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-5	-5	1	7.732	-64	-64	4	1.327
1992	0	0	3	3.262	-5	-5	2	1.211
1993	0	0	1	14.079	0	0	12	19.654
1994	0	0	2	3.715	-12	-12	7	2.038
1995	0	0	2	3.573	0	0	9	3.000
1996	-141	-141	1	10.000	-333	-333	6	3.328
1997	0	0	1	7.000	0	0	2	1.831
1998	0	0	3	6.869	0	0	4	2.359

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 14-c.2*: Mínimo y Máximo de los costes totales de los siniestros por asegurado con daños corporales, según culpa (en miles de pesetas de 1998).

Culpa	Asegurado				Contrario			
	Negativo		Positivo		Negativo		Positivo	
Coste	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Año	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1991	-3,83	-3,83	0,77	5.922	-49,02	-49,02	3,06	1.016
1992	0,00	0,00	2,43	2.646	-4,06	-4,06	1,62	982
1993	0,00	0,00	0,85	11.944	0,00	0,00	10,18	16.674
1994	0,00	0,00	1,78	3.300	-10,66	-10,66	6,22	1.810
1995	0,00	0,00	1,86	3.323	0,00	0,00	8,37	2.790
1996	-135,78	-135,78	0,96	9.630	-320,68	-320,68	5,78	3.205
1997	0,00	0,00	0,98	6.874	0,00	0,00	1,96	1.798
1998	0,00	0,00	3,00	6.869	0,00	0,00	4,00	2.359

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 14-d.1*: Número de asegurados que han declarado siniestros con costes por daños corporales positivos, medias y desviaciones típicas de los costes totales por asegurado, según culpa y situación de riesgo (en miles de pesetas corrientes).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No urbana	Urbana	No Urbana
1991	Número de siniestros	114	63	39	12
	Media	303,73	195,38	96,36	301,75
	Desv Típica.	876,04	341,08	172,49	416,29
1992	Número de siniestros	147	60	33	12
	Media	261,48	197,03	196,45	282,33
	Desv Típica.	557,82	431,79	291,79	448,62
1993	Número de siniestros	112	49	26	10
	Media	171,62	570,79	1.119,58	193,20
	Desv Típica.	397,90	2.048,91	3.806,52	179,01
1994	Número de siniestros	106	59	26	21
	Media	133,21	193,08	345,58	385,19
	Desv Típica.	269,80	513,63	609,99	502,78
1995	Número de siniestros	137	61	36	12
	Media	201,26	243,23	426,72	299,75
	Desv Típica.	438,60	394,15	712,26	455,68
1996	Número de siniestros	147	72	35	30
	Media	307,50	231,90	299,71	345,83
	Desv Típica.	945,24	528,96	554,83	739,79
1997	Número de siniestros	189	86	73	50
	Media	222,01	185,31	127,59	177,10
	Desv Típica.	584,85	247,69	190,46	350,44
1998	Número de siniestros	165	103	114	73
	Media	261,93	242,53	121,08	175,30
	Desv Típica.	689,52	476,47	200,25	337,08

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 14-d.2*: Costes totales medios por asegurado que ha declarado siniestros con daños corporales positivos (en miles de pesetas de 1998).

Año	Situación de riesgo Estadístico	Culpa			
		Asegurado		Contrario	
		Urbana	No Urbana	Urbana	No Urbana
1991	Media	232,63	149,64	73,80	231,11
1992	Media	212,14	159,85	159,38	229,05
1993	Media	145,60	484,23	949,80	163,90
1994	Media	118,34	171,53	307,01	342,20
1995	Media	187,15	226,18	396,81	278,74
1996	Media	296,13	223,32	288,62	333,04
1997	Media	218,01	181,97	125,29	173,91
1998	Media	261,93	242,53	121,08	175,30

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

En las tablas 15.1, 15.2, 16.1, 16.2 se estudian los siniestros culpa del asegurado según el tipo de daños ocasionados, ello se realiza tomando como unidad básica el siniestro (tablas 15.1 y 15.2) y el asegurado (tablas 16.1 y 16.2). En este caso la variable que se estudia es la suma de los costes por daños materiales y los costes por daños corporales. Al agregar ambos costes puede ocurrir que si éstos poseen signos contrarios el resultado de la suma sea negativo, estos casos no se han incluido y por este motivo el número de siniestros y el número asegurados con culpa no coincide exactamente con los que se apuntaban en las tablas 10-a, 11-a, 13-a y 14-a. Se observa que cuando hay daños corporales y materiales, la cuantía de los costes de los siniestros aumenta considerablemente.

Por último, pasamos a analizar la variable número de siniestros culpa del asegurado. Ésta variable es la que va a modelizarse en los ajustes del sistema bonus-malus que se presentarán en el capítulo 8 de este trabajo. En primer lugar, en la tabla 17 se resume el número de siniestros totales culpa del asegurado, diferenciando según haya habido o no daños corporales. Posteriormente, en la tabla 18 se presentan los valores que toma la variable número de siniestros por asegurado y sus frecuencias, es decir el número de asegurados con 1, 2, ... siniestros. El rango de valores que toma esta variable es de 1 a 7, pero sólo existe un caso en el año 1997 con más de 5 siniestros. En la tabla 19 se

presentan estos mismos resultados pero para la variable número de siniestros con daños corporales, en este caso el rango de valores de la variable es de 1 a 2.

Tabla 15.1* : Número de siniestros con la suma de los costes positiva, medias y desviaciones típicas de estos costes (en miles de pesetas corrientes).

Año	Estadístico	Tipo de daños		
		Sólo corporales	Sólo materiales	Corporales y materiales
1991	Número de siniestros	26	4.412	151
	Media	76,58	68,71	2.137,54
	Desv Típica.	132,19	120,75	4.280,50
1992	Número de siniestros	27	3.785	180
	Media	204,37	86,89	1.797,50
	Desv Típica.	644,36	286,52	4.459,95
1993	Número de siniestros	13	3.427	147
	Media	59,92	86,21	2.002,56
	Desv Típica.	85,87	143,18	5.619,57
1994	Número de siniestros	21	3.062	144
	Media	95,76	86,64	2.347,67
	Desv Típica.	211,29	235,62	8.952,03
1995	Número de siniestros	15	3.251	183
	Media	138,40	101,90	1.628,64
	Desv Típica.	418,69	292,53	2.740,71
1996	Número de siniestros	21	3.466	200
	Media	62,71	93,90	1.901,64
	Desv Típica.	49,53	327,35	5.634,50
1997	Número de siniestros	34	3.501	241
	Media	40,70	96,40	1.626,88
	Desv Típica.	48,32	116,79	3.074,21
1998	Número de siniestros	40	3.791	229
	Media	59,02	95,28	2.210,31
	Desv Típica.	88,27	106,25	4.775,04

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 15.2': Costes medios por siniestro con suma positiva (en miles de pesetas de 1998).

Año	Estadístico	Tipo de daños		
		<i>Sólo corporales</i>	<i>Sólo materiales</i>	<i>Corporales y materiales</i>
1991	<i>Media</i>	58,65	52,63	1.637,17
1992	<i>Media</i>	165,80	70,49	1.458,30
1993	<i>Media</i>	50,83	73,14	1.698,89
1994	<i>Media</i>	85,07	76,97	2.085,65
1995	<i>Media</i>	128,70	94,76	1.514,50
1996	<i>Media</i>	60,39	90,43	1.831,30
1997	<i>Media</i>	39,97	94,66	1.597,57
1998	<i>Media</i>	59,02	95,28	2.210,31

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 16.1*: Número de asegurados que han declarado algún siniestro con la suma de los costes positiva, medias y desviaciones típicas de los costes totales por asegurado (en miles de pesetas corrientes).

Año	Estadístico	Tipo de daños		
		Sólo corporales	Sólo materiales	Corporales y materiales
1991	Número de siniestros	24	4.000	153
	Media	76,87	76,19	2.127,58
	Desv Típica.	136,60	126,34	4.252,84
1992	Número de siniestros	25	3.510	182
	Media	219,64	92,61	1.797,86
	Desv Típica.	668,22	296,68	4.435,47
1993	Número de siniestros	12	3.182	148
	Media	44,58	92,25	2.003,07
	Desv Típica.	68,60	150,52	5.600,43
1994	Número de siniestros	18	2.858	147
	Media	99,33	91,15	2.333,15
	Desv Típica.	226,19	239,18	8.861,10
1995	Número de siniestros	13	3.052	185
	Media	32,15	108,00	1.628,84
	Desv Típica.	42,78	302,71	2.728,59
1996	Número de siniestros	19	3.290	200
	Media	60,00	98,49	1.909,65
	Desv Típica.	49,40	336,27	5.634,02
1997	Número de siniestros	30	3.316	245
	Media	39,83	100,40	1.619,77
	Desv Típica.	50,41	117,52	3.051,89
1998	Número de siniestros	35	3.581	233
	Media	63,80	100,19	2.183,29
	Desv Típica.	93,42	111,27	4.756,73

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 16.2*: Costes totales medios por asegurado con suma positiva (en miles de pesetas de 1998).

Año	Estadístico	Tipo de daños		
		Sólo corporales	Sólo materiales	Corporales y materiales
1991	Media	58,88	58,35	1.629,54
1992	Media	178,19	75,13	1.458,59
1993	Media	37,82	78,26	1.699,32
1994	Media	88,24	80,93	2.072,75
1995	Media	29,90	100,43	1.514,68
1996	Media	57,78	94,85	1.839,01
1997	Media	39,11	98,59	1.590,59
1998	Media	63,80	100,19	2.183,29

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 17*: Número de siniestros culpa del asegurado según tipo de daños.

Año		Sin daños corporales	Con daños corporales	Total
1991	Número	5.135	177	5.312
	Porcentaje	96,67	3,33	
1992	Número	4.376	207	4.583
	Porcentaje	95,48	4,52	
1993	Número	3.962	161	4.123
	Porcentaje	96,10	3,90	
1994	Número	3.497	165	3.662
	Porcentaje	95,49	4,51	
1995	Número	3.753	198	3.951
	Porcentaje	94,99	5,01	
1996	Número	3.982	221	4.203
	Porcentaje	94,74	5,26	
1997	Número	3.980	275	4.255
	Porcentaje	93,54	6,46	
1998	Número	4.126	269	4.395
	Porcentaje	93,88	6,12	

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 18*: Variable número de siniestros culpa del asegurado. Porcentaje con respecto al total de asegurados que declaran algún siniestro.

Año		Frecuencia absoluta de asegurados							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1991	Número	65.090	4.277	399	53	17	2	0	0
	Porcentaje		90,1	8,4	1,1	0,4	0,0		
1992	Número	65.626	3.886	288	33	3	2	0	0
	Porcentaje		92,3	6,8	0,8	0,1	0,0		
1993	Número	66.075	3.454	268	32	8	1	0	0
	Porcentaje		91,8	7,1	0,9	0,2	0,0		
1994	Número	66.490	3.065	256	23	4	0	0	0
	Porcentaje		91,5	7,6	0,7	0,1			
1995	Número	66.252	3.261	291	28	6	0	0	0
	Porcentaje		90,6	8,1	0,8	0,2			
1996	Número	65.952	3.598	264	20	3	1	0	0
	Porcentaje		92,6	6,8	0,5	0,1	0,0		
1997	Número	65.890	3.676	244	24	3	0	0	1
	Porcentaje		93,1	6,2	0,6	0,1			0,0
1998	Número	65.751	3.808	254	21	4	0	0	0
	Porcentaje		93,2	6,2	0,5	0,1			

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

Tabla 19*: Variable número de siniestros con daños corporales culpa del asegurado. Porcentaje con respecto al total de asegurados que declaran algún siniestro con daños corporales.

Año		Siniestros por asegurado	
		1	2
1991	Número	177	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1992	Número	207	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1993	Número	161	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1994	Número	165	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1995	Número	198	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1996	Número	217	2
	Porcentaje	99,1	0,9
1997	Número	275	0
	Porcentaje	100,0	0,0
1998	Número	267	1
	Porcentaje	99,6	0,4

*Sólo para las pólizas seleccionadas.

CAPÍTULO 8: RESULTADOS DEL SISTEMA BONUS-MALUS

En este capítulo se presentan y se analizan los resultados obtenidos tras el ajuste de los modelos presentados en la primera y segunda parte del trabajo. Estos modelos se han dividido en dos grupos, los que no consideran las diferencias entre los costes de los siniestros y los que tienen en cuenta esta característica. Se utiliza la cartera de asegurados incluida en la base de datos descrita en los capítulos sexto y séptimo. Es decir, "pólizas básicas" que mantienen el mismo conductor a lo largo de los ocho años estudiados (1991-1998). Los resultados que se presentan se clasifican en dos tipos:

- Los sistemas bonus-malus basados en el número de siniestros declarados culpa del asegurado. Se supone que dicho número de siniestros se distribuye como una Binomial Negativa. En este modelo no se incluyen los costes de los siniestros.
- Los sistemas bonus-malus que, además, incorporan el supuesto de que un determinado número de siniestros posee un coste más elevado. Este mayor coste puede deberse a ciertas características de los siniestros o, simplemente, al hecho de que dichos costes superan una cuantía determinada. La existencia de daños corporales podría ser una de estas características. Aunque, en general, lo óptimo sería poder identificar criterios que permitan diferenciar aquellos siniestros con mayor coste, sean éstos con daños materiales, corporales o ambos. Por este motivo se ha optado por diferenciar los siniestros según su coste supere o no una determinada cuantía. Estos modelos también se basan en que el número de siniestros total que declara un asegurado a lo largo de un periodo se distribuye como una Binomial Negativa y añaden, además, el supuesto de que el porcentaje de siniestros considerados con un coste elevado, calculado sobre el total de siniestros declarados

por un asegurado a lo largo de un determinado período, sigue una ley Beta. En este último caso se obtienen dos tipos de aproximaciones:

- a) La propuesta por Lemaire (1995) en la que sólo se tiene en cuenta el porcentaje de siniestros considerados de elevado coste y no el valor de los costes. El SBM resultante de dicha propuesta se expresaba en la ecuación (6) de la segunda parte del trabajo.
- b) Una alternativa a la anterior propuesta en la cual se tienen en cuenta los costes medios de los siniestros. En este caso el SBM resultante se expresaba en la ecuación (9) de la segunda parte del trabajo.

Ante los dos tipos de resultados que se han presentado, este capítulo se divide en dos partes. La primera muestra y analiza el SBM resultante del supuesto más sencillo, éste consiste en que el número de siniestros se distribuye como una Binomial Negativa.

La segunda parte del capítulo estudia los resultados asociados a distintos SBM. Éstos han sido obtenidos utilizando distintas formas de diferenciar los siniestros según su coste supere o no determinados valores. Todo ello al margen del planteamiento de Lemaire (1995) que penaliza aquellos siniestros que incluyen indemnizaciones causadas por daños corporales. Este último modo de actuar puede ser cuestionado, ya que en los descriptivos presentados en el capítulo anterior se ha observado como en promedio los costes de los siniestros con sólo daños materiales no son muy distintos de los que incluyen daños corporales. Se plantea el hecho de que existan siniestros, en los que únicamente se han declarado daños materiales y cuyo coste puede ser más elevado que el de aquellos otros que únicamente incluyen daños corporales leves. Las causas de estos elevados costes en daños materiales pueden ser muy diversas e incluso previsibles, pero para poder detectarlas y, de este modo, poder penalizarlas, es necesaria una mayor información sobre las características de los siniestros y de los daños ocasionados. Por ejemplo, un siniestro, en el que únicamente se han producido daños materiales y en el que han sido dañados uno o varios vehículos, puede ocasionar un coste muy elevado, dependiendo de las características de los daños y de los vehículos siniestrados (antigüedad, valor, ...); los daños materiales a propiedades ajenas a los vehículos (edificios, ...) también pueden provocar costes de elevada cuantía, ... La falta de

información sobre características de este tipo limita considerablemente el marco de aplicación de modelos más desarrollados en este área.

También se ha cuestionado el hecho de diferenciar los siniestros según si su coste supera o no una determinada cantidad, por ejemplo 500.000 pesetas, dado que se considera 'ineficiente' tratar de distinto modo a siniestros que están cercanos a este importe, aunque puedan superarlo o no. De todos modos, en la segunda sección se ha realizado el análisis diferenciando los siniestros según si igualan o superan distintos niveles de costes situados entre 50.000 y 200.000 pesetas. Ello ha permitido realizar un análisis comparativos de distintos SBM, obtenidos cada uno de ellos con distintos niveles de dureza en las penalizaciones. También se ha podido comprobar la sensibilidad del SBM ante los distintos límites en el coste del siniestro.

8.1 Sistema Bonus-Malus. Ajuste del modelo Binomial Negativo

En general, el cálculo del SBM en una determinada cartera de asegurados se basa en el supuesto de que el número de siniestros declarados con culpa del asegurado sigue una determinada ley de probabilidad. El supuesto más sencillo parte de la distribución de Poisson. Sin embargo, dicha distribución únicamente es válida si la cartera es homogénea, es decir, se supondrá que la frecuencia esperada de siniestros es igual para todos los asegurados que forman parte de la cartera, dicho supuesto de homogeneidad no suele ser cierto. En este sentido, una forma de generalizar el modelo de Poisson, muy utilizada cuando la cartera es heterogénea, se basa en el supuesto de que la frecuencia esperada de siniestros λ sigue una ley Gamma con parámetro de forma α y parámetro de escala τ , ello da lugar al modelo Binomial Negativo.

Aceptando el modelo Binomial Negativo para el ajuste de la distribución del número de siniestros, se obtienen las penalizaciones o las bonificaciones a aplicar pasados t periodos (años). Partiendo de que en el año 0 (inicio de 1991 con la información disponible) el nivel de prima es 100, pasados t años, a partir de la expresión (23) de la primera parte del trabajo, se obtiene que la prima pasará a ser:

$$P_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = 100 \frac{\binom{a+k}{\tau+t}}{\binom{a}{\tau}} = 100 \frac{\tau(a+k)}{a(\tau+t)}. \quad (1)$$

En la expresión anterior $\frac{a}{\tau}$ es la frecuencia esperada de siniestros al inicio del periodo 0, $k = \sum_{j=1}^t k_j$ es el número de siniestros declarados durante el período analizado (ocho años) y $\frac{\binom{a+k}{\tau+t}}$ es la frecuencia esperada de siniestros después de t anualidades.

Por tanto, la bonificación o la penalización depende directamente de la reducción o el incremento relativo en la frecuencia esperada de siniestros. Además, este SBM es independiente de cómo se distribuya los siniestros a lo largo del período, es decir, si se observan k siniestros en t años, la penalización es la misma, tanto si éstos se han declarado en una única anualidad como si se han repartido entre diversos años.

Otro de los supuestos que mantiene el SBM, obtenido a partir del modelo Binomial Negativo, consiste en que para una cartera de asegurados la distribución asociada a la frecuencia esperada de siniestros λ se mantiene constante a lo largo del período. Es decir, los parámetros a y τ son los mismos en cada una de las anualidades.

En la tabla 20a se muestran las frecuencias observadas para los valores que toma la variable número de siniestros declarados culpa del asegurado, estas frecuencias se han calculado de forma separada para cada uno de los años que forman el periodo 1991-1998. Seguidamente, en la tabla 20b se apuntan las frecuencias ligadas a los valores del número de siniestros declarados culpa del asegurado, en este caso de forma agregada para todo el periodo. A partir de dichas frecuencias se obtienen las estimaciones del modelo Binomial Negativo, independientemente para cada uno de los años y de forma conjunta para todos los períodos (Total), los resultados de estas estimaciones se presentan en la tabla 20c. Al lado de los parámetros estimados se presenta el estadístico de Multiplicadores de Lagrange (ML), que se utiliza para el contraste de heterogeneidad de la cartera. La hipótesis nula en dicho contraste es el modelo de Poisson, es decir, homogeneidad en la cartera, y la alternativa es heterogeneidad, hipótesis que se acepta en todos los casos (p-value<0.05).

Tabla 20a: Distribución del número de siniestros por año.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	Total de Siniestros
1991	65090	4277	399	53	17	2	0	0	5312
1992	65626	3886	288	33	3	2	0	0	4583
1993	66075	3454	268	32	8	1	0	0	4123
1994	66490	3065	256	23	4	0	0	0	3662
1995	66252	3261	291	28	6	0	0	0	3951
1996	65952	3598	264	20	3	1	0	0	4203
1997	65890	3676	244	24	3	0	0	1	4255
1998	65751	3808	254	21	4	0	0	0	4395

Cada casilla indica el número de asegurados que declaran el número de siniestros indicado en la cabecera de columna.

Tabla 20b: Distribución del número total de siniestros declarados durante el período (1991-1998).

Número de siniestros	Frecuencia de asegurados
0	46393
1	16267
2	4803
3	1500
4	557
5	173
6	75
7	39
8	15
9	6
10	2
11	4
12	1
13	1
14	0
15	1
16	0
17	1

Tabla 20c: Resultados de la estimación del modelo Binomial Negativo

	$\hat{\lambda}$	\hat{a}	\hat{t}	ML	P-value
1991	0,076	3,38	44,45	33,63	0,000
1992	0,066	4,38	66,75	22,39	0,000
1993	0,059	3,24	54,92	27,22	0,000
1994	0,052	3,04	57,90	25,82	0,000
1995	0,057	2,98	52,81	28,31	0,000
1996	0,060	4,49	74,54	20,05	0,000
1997	0,061	4,60	75,52	19,80	0,000
1998	0,063	5,46	86,73	17,24	0,000
Total	0,062	0.93	1.89	99,02	0,000

En las tablas de la 21a a la 21h se presentan los sistemas Bonus-Malus obtenidos suponiendo que la información disponible sobre el número de siniestros culpa del asegurado es la correspondiente a un único año. La forma de interpretar estas tablas es la misma para todos los casos, por filas se representan los años, el 0 hace referencia al inicio del año 1991 y el 8 hace referencia al inicio del 1999, por columnas se indica el número de siniestros declarados culpa del asegurado. Cada uno de los valores dentro de las tablas representa la prima que estará pagando un asegurado en el año t (filas) si el número de siniestros declarados en los años anteriores es igual a un cierto valor de k (columnas), ello suponiendo que en el año 0 la prima pagada es 100. Por ejemplo, en la tabla 21a el valor 84.75 marcado en negrita representa la prima que pagará un individuo al inicio del año 1999 si después de ocho años no ha declarado ningún siniestro, de forma análoga, el valor 159,94 marcado en cursiva representa la prima que pagará el asegurado si ha declarado 3 siniestros en un período de 8 años.

A diferencia de algunos SBM utilizados, los sistemas presentados en este informe poseen una memoria infinita. Esto significa que el resultado de las penalizaciones y las bonificaciones en un período de t años, por ejemplo 8 años, se calculan en función del número de siniestros con culpa k declarados a lo largo de todo el período, siendo indiferente si estos siniestros han sido declarados todos en el primer año, en el segundo, ... o se han repartido entre varios años. En algunos casos algunos SBM no poseen esta característica, este aspecto se ejemplifica con uno de los muchos SBM que se utilizan en España:

- Partimos de un nivel de prima 100 en el año 0. Supongamos $t = 2$ y $k = 3$, observando cuál es el nivel de prima que se alcanza en función de cómo se hayan declarado los siniestros en el periodo de dos años.
- Si en el primer año se declaran 3 siniestros con culpa y en segundo año ninguno al inicio del tercer año la prima será 120.
- Si en el primer año no se declaran siniestros con culpa y en el segundo se declaran 3 la prima al inicio del tercer año será 130.

Por este motivo estos SBM no pueden resumirse en una tabla similar a las presentadas en este trabajo.

Los resultados ligados a cada uno de los años nos permiten observar el efecto de la heterogeneidad de la cartera en la dureza de las penalizaciones del SBM. Esta mayor dureza de las penalizaciones se compensa con mayores bonificaciones cuando no se declaran siniestros. En general, la conclusión teórica, que coincide con la observada en los resultados presentados en las tablas de la 21a a la 21h, es que cuanto mayor es dicha heterogeneidad mayor es la dureza de las penalizaciones por siniestros declarados culpa del asegurado y, paralelamente, mayores serán las bonificaciones aplicadas cuando el número de estos siniestros es cero. Esta mayor o menor heterogeneidad de la cartera estará relacionada con las diferencias existentes entre la varianza y la media de la distribución del número de siniestros, cuanto mayor es esta diferencia, mayor heterogeneidad.

Tabla 21a: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1991.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	97,80	126,72	155,65	184,57	213,50	242,42	271,35	300,27
	2	95,69	124,00	152,30	180,60	208,90	237,20	265,51	293,81
	3	93,68	121,38	149,09	176,79	204,50	232,20	259,91	287,62
	4	91,74	118,88	146,01	173,15	200,28	227,41	254,55	281,68
	5	89,89	116,47	143,06	169,64	196,23	222,81	249,40	275,98
	6	88,11	114,17	140,22	166,28	192,34	218,40	244,46	270,51
	7	86,40	111,95	137,50	163,05	188,60	214,15	239,70	265,26
	8	84,75	109,81	134,88	159,94	185,01	210,07	235,13	260,20

Tabla 21b: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1992.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,52	121,02	143,51	166,00	188,49	210,98	233,47	255,96
	2	97,09	119,26	141,42	163,58	185,75	207,91	230,08	252,24
	3	95,70	117,55	139,39	161,24	183,08	204,93	226,78	248,62
	4	94,35	115,88	137,42	158,96	180,50	202,03	223,57	245,11
	5	93,03	114,27	135,51	156,74	177,98	199,22	220,46	241,69
	6	91,75	112,70	133,64	154,59	175,53	196,48	217,43	238,37
	7	90,51	111,17	131,83	152,49	173,15	193,82	214,48	235,14
	8	89,30	109,68	130,07	150,45	170,84	191,22	211,61	231,99

Tabla 21c: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1993.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,21	128,50	158,79	189,09	219,38	249,67	279,96	310,25
	2	96,49	126,25	156,00	185,76	215,52	245,28	275,04	304,80
	3	94,82	124,07	153,31	182,56	211,80	241,05	270,29	299,54
	4	93,21	121,96	150,71	179,46	208,21	236,96	265,70	294,45
	5	91,66	119,92	148,19	176,46	204,73	233,00	261,27	289,54
	6	90,15	117,96	145,76	173,57	201,37	229,18	256,98	284,79
	7	88,69	116,05	143,41	170,76	198,12	225,48	252,83	280,19
	8	87,29	114,21	141,13	168,05	194,97	221,89	248,81	275,73

Tabla 21d: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1994.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,30	130,68	163,06	195,44	227,82	260,20	292,58	324,95
	2	96,66	128,50	160,34	192,18	224,01	255,85	287,69	319,53
	3	95,07	126,39	157,70	189,02	220,34	251,65	282,97	314,28
	4	93,54	124,35	155,16	185,97	216,78	247,59	278,40	309,21
	5	92,05	122,37	152,69	183,01	213,33	243,65	273,97	304,29
	6	90,61	120,46	150,30	180,15	209,99	239,84	269,68	299,53
	7	89,21	118,60	147,99	177,37	206,76	236,14	265,53	294,91
	8	87,86	116,80	145,74	174,68	203,62	232,56	261,50	290,44

Tabla 21e: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1995.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,14	130,99	163,83	196,68	229,53	262,37	295,22	328,07
	2	96,35	128,60	160,85	193,09	225,34	257,59	289,83	322,08
	3	94,63	126,29	157,96	189,63	221,30	252,97	284,64	316,31
	4	92,96	124,07	155,18	186,30	217,41	248,52	279,63	310,74
	5	91,35	121,93	152,50	183,07	213,65	244,22	274,80	305,37
	6	89,80	119,85	149,91	179,96	210,01	240,07	270,12	300,18
	7	88,30	117,85	147,40	176,95	206,50	236,06	265,61	295,16
	8	86,85	115,91	144,98	174,04	203,11	232,17	261,24	290,31

Tabla 21f: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1996.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,68	120,67	142,67	164,66	186,66	208,65	230,65	252,64
	2	97,39	119,09	140,80	162,51	184,22	205,93	227,63	249,34
	3	96,13	117,56	138,99	160,41	181,84	203,27	224,70	246,13
	4	94,91	116,06	137,22	158,37	179,53	200,68	221,84	242,99
	5	93,71	114,60	135,49	156,38	177,27	198,16	219,05	239,94
	6	92,55	113,18	133,81	154,44	175,07	195,70	216,33	236,96
	7	91,42	111,79	132,17	152,55	172,92	193,30	213,68	234,05
	8	90,31	110,44	130,57	150,70	170,83	190,96	211,09	231,22

Tabla 21g: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1997.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,69	120,14	141,59	163,04	184,49	205,94	227,39	248,84
	2	97,42	118,59	139,77	160,94	182,11	203,29	224,46	245,63
	3	96,18	117,08	137,99	158,89	179,79	200,70	221,60	242,51
	4	94,97	115,61	136,25	156,89	177,53	198,17	218,82	239,46
	5	93,79	114,17	134,56	154,94	175,33	195,71	216,10	236,48
	6	92,64	112,77	132,91	153,04	173,18	193,31	213,45	233,58
	7	91,52	111,41	131,30	151,19	171,08	190,97	210,86	230,75
	8	90,42	110,07	129,73	149,38	169,03	188,68	208,34	227,99

Tabla 21h: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo a los datos del año 1998.

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	98,86	116,97	135,09	153,20	171,31	189,43	207,54	225,66
	2	97,75	115,66	133,56	151,47	169,38	187,29	205,20	223,11
	3	96,66	114,37	132,08	149,79	167,50	185,21	202,92	220,63
	4	95,59	113,11	130,62	148,14	165,65	183,16	200,68	218,19
	5	94,55	111,87	129,20	146,52	163,84	181,17	198,49	215,82
	6	93,53	110,67	127,80	144,94	162,08	179,21	196,35	213,49
	7	92,53	109,49	126,44	143,39	160,35	177,30	194,26	211,21
	8	91,55	108,33	125,10	141,88	158,66	175,43	192,21	208,98

Una medida de heterogeneidad de la cartera es el cociente a/τ^2 , se recuerda que a y τ son los parámetros que definen la ley de probabilidad Gamma. Este cociente es igual a la diferencia entre la media y la varianza de una variable aleatoria que sigue una distribución Binomial Negativa y, además, coincide con la varianza de una variable aleatoria con distribución Gamma. Por ejemplo, para los años 1994 y 1998 la raíz cuadrada del cociente obtenido a partir de los parámetros estimados ($\hat{a}/\hat{\tau}^2$) es, respectivamente, 0,041 y 0,027, y comparando las tablas 21d y 21h se comprueba la mayor dureza del SBM estimado con datos del año 1994, cuando se trata de penalizar el número de siniestros declarados en $t=1, \dots, 8$ años. Sin embargo, también se observa como con los datos de 1994 las bonificaciones alcanzadas son mayores.

En la tabla 22 se presenta el SBM obtenido conjuntamente para todos los años, estos resultados son los que van a utilizarse en comparaciones posteriores. La última fila de la tabla 22 representa las primas que tendrían que estar pagando los asegurados en el año 1999 según los resultados del ajuste del modelo Binomial Negativo. Dichas primas dependen del total de siniestros k declarados durante los ocho años anteriores. Se observa una mayor dureza en las penalizaciones en este último SBM, estimado a partir del número de siniestros agregados para todos los años que forman el periodo 1991-1998 (tabla 20b), por el contrario las bonificaciones estimadas también son mayores. Todo ello se debe a la mayor heterogeneidad observada si se trata con el número de siniestros agregado.

La estimación presentada en la tabla 22 se realiza bajo el supuesto de independencia entre el número de siniestros en cada uno de los años. Sin embargo, dicho supuesto puede no ser cierto, podría pensarse que el número de siniestros declarados por un asegurado en un determinado año posee cierta dependencia con el número de siniestros declarados por dicho asegurado en años anteriores (véase Pinquet, 1999d).

Tabla 22: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo al total de los datos conjuntamente* (1991-1998).

		Número de siniestros (k)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	1	93.79	194.44	295.09	395.73	496.38	597.03	697.68	798.33
	2	88.30	183.06	277.83	372.59	467.35	562.11	656.87	751.64
	3	83.42	172.95	262.47	352.00	441.53	531.05	620.58	710.10
	4	79.05	163.89	248.73	333.57	418.41	503.24	588.08	672.92
	5	75.12	155.74	236.35	316.97	397.59	478.20	558.82	639.44
	6	71.56	148.36	225.15	301.95	378.74	455.54	532.33	609.13
	7	68.32	141.64	214.96	288.28	361.60	434.92	508.24	581.56
	8	65.36	135.51	205.66	275.80	345.95	416.09	486.24	556.38

* $a=0,93$ and $\dagger=8(1,89)=15,10$

En general, los SBM basados en el ajuste de la Binomial Negativa muestran penalizaciones más elevadas que los SBM utilizados por las aseguradoras, las cuales también consideran los intereses comerciales a la hora de diseñar su sistema. Sin embargo, los SBM aquí presentados son financieramente balanceados, lo que no suele ocurrir con los SBM implementados en la realidad. Dicha propiedad implica que el total de las primas recogidas al inicio del período 0, lo que es lo mismo, la suma de las primas que pagan todos los asegurados en $t = 0$, coincide con el total recogido al final del período $t = 8$, lo único que cambia es la distribución de este total de las primas entre los asegurados.

8.2 Sistema Bonus-Malus con inclusión de los costes de los siniestros. Ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta

En esta sección se analizan los sistemas bonus-malus obtenidos a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo para el número de siniestros k declarados por cada uno de los asegurados analizados, y el ajuste del modelo Beta para el cociente λ_c/λ , siendo λ_c la frecuencia esperada de los siniestros considerados con elevado coste, por tanto, este cociente representa la importancia relativa de dicho λ_c sobre la frecuencia esperada para todos los siniestros, de nuevo para cada uno de los asegurados analizados.

Para el ajuste de la distribución Beta con parámetros g y h se han utilizado distintos criterios de selección de aquellos siniestros que podrían considerarse con mayor coste. Partiendo de que en el año 0 (inicio de 1991) el nivel de prima es 100, pasados t años la prima a posteriori se calcula utilizando las dos propuestas descritas en la segunda parte del trabajo, expresadas, respectivamente, en las ecuaciones (6) y (9). Con la primera, que no incluye los costes medios, se obtiene:

$$P_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = 100 \frac{(a+k)/(\tau+t)}{a/\tau} \times \frac{(g+k_c)/(g+h+k)}{g/(g+h)} = 100 \frac{\tau(a+k)(g+h)(g+k_c)}{a(\tau+t)g(g+h+k)}. \quad (2)$$

Con la segunda propuesta, donde se tienen en cuenta los costes medios de los dos tipos de siniestros considerados, con o sin coste elevado, se obtiene que:

$$P_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = 100 \times \frac{(a+k)/(\tau+t)}{a/\tau} \times \frac{\left[\frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} R + \left(1 - \frac{(g+k_c)}{(g+h+k)} \right) \right]}{\left[\frac{g}{(g+h)} R + \left(1 - \frac{g}{(g+h)} \right) \right]}. \quad (3)$$

En las expresiones anteriores $g/(g+h)$ es el valor esperado para el cociente λ_c/λ al inicio del periodo 0, $k_c = \sum_{j=1}^t k_{c,j}$ es el número de siniestros con coste elevado declarados a lo largo del período estudiado, $(g+k_c)/(g+h+k)$ es el valor esperado de

λ/λ después de t anualidades y $R=C_c/C_{nc}$, siendo C_{nc} el coste medio de los siniestros con coste reducido y C_c el coste medio de los siniestros con elevada severidad. En las expresiones (2) y (3) se observa cómo el valor de las penalizaciones ligadas a un $k_c > 0$ no depende del número de años analizados t , además en el caso de $k_c = 0$, en general, las penalizaciones dirigidas a aquellos asegurados que declaran un número $k > 0$ de siniestros que se han considerados de menor coste descienden con respecto a las obtenidas con el ajuste sin tener en cuenta la existencia de distintos costes. También, en la expresión (3) si $R=1$ el SBM resultante coincide con el obtenido a partir del modelo Binomial Negativo sin tener en cuenta los costes.

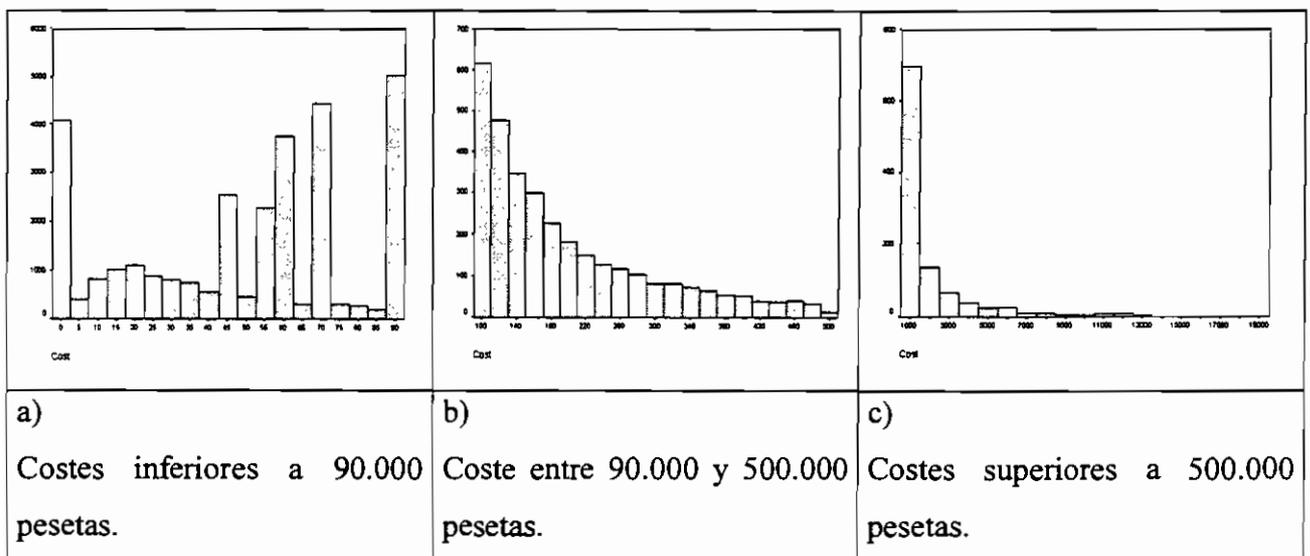
Antes de pasar a presentar los resultados de las estimaciones ligadas al SBM que tiene en cuenta los costes de los siniestros, cabe recordar que dichos costes se expresan en pesetas constantes de 1998. También, en la tabla 23, se describe la evolución de los costes medios en función del número de siniestros declarados. En general, para la cartera de asegurados analizada los siniestros con costes más elevados se sitúan entre aquellos asegurados que declaran menor número de siniestros. Este no es un resultado sorprendente si se considera que este tipo de asegurado es el más frecuente.

Tabla 23: Número de siniestros y costes medios según los siniestros declarados culpa del asegurado (en miles de pesetas de 1998)

Año		Total de siniestros por asegurado						
		1	2	3	4	5	6	7
1991	Número	4277	399	53	17	2	0	0
	Media	102,35	46,39	46,15	29,77	27,11	0	0
1992	Número	3886	288	33	3	2	0	0
	Media	125,23	72,94	43,48	25,01	37,24	0	0
1993	Número	3454	268	32	8	1	0	0
	Media	129,47	89,50	43,94	45,36	30,88	0	0
1994	Número	3065	256	23	4	0	0	0
	Media	156,04	106,19	65,29	37,04	0	0	0
1995	Número	3261	291	28	6	0	0	0
	Media	156,02	122,71	57,03	88,88	0	0	0
1996	Número	3598	264	20	3	1	0	0
	Media	168,07	140,89	60,60	70,30	39,48	0	0
1997	Número	3676	244	24	3	0	0	1
	Media	177,89	102,16	172,10	61,45	0	0	130,47
1998	Número	3808	254	21	4	0	0	0
	Media	196,40	218,84	119,44	195,62	0	0	0

En la figura 1 se muestra el histograma ligado a las frecuencias absolutas empíricas de los costes de los siniestro culpa del asegurado, declarados durante el periodo 1991-1998. Debido al amplio rango de variación de estos costes el histograma se ha dividido en tres partes, la primera, situada a la izquierda de la figura 1, representa los costes inferiores a 90.000 pesetas, el número de siniestros aquí representados es de 30.098. La segunda parte del histograma, situada en el centro de la figura 1, representa los costes entre 90.000 y 500.000 pesetas y contiene un total de 3.234 siniestros. Por último, la tercera parte, a la derecha de la figura 1, representa los costes superiores a 500.000 pesetas y contiene 1.080 siniestros.

Figura 1. Distribución empírica de los costes de los siniestros



En general, la inclusión de los costes de los siniestros en el SBM no es una empresa fácil. El modelo más sencillos propuesto por Lemaire (1995) se basa en plantear algún supuesto sobre las características de los siniestros con costes más elevados, ello puede llevar a penalizar más duramente a los siniestros con un coste real reducido, y no penalizar algunos siniestros que por sus otras características podrían ser de elevada cuantía. Posiblemente, situaciones de este tipo se darán si no se posee información detallada de las características de los siniestros y de sus respectivos costes. Por este motivo se ha optado por obtener estas estimaciones diferenciando los siniestros según se

sitúen por encima o por debajo de un determinado límite en el coste. Si se selecciona adecuadamente el tipo de siniestro al que hay que aplicarle la mayor penalización estos modelos serán de gran utilidad y, además, son sencillos de obtener.

A continuación, con el objetivo de estudiar más detenidamente el efecto que sobre los resultados del SBM posee el número de veces que se declaran uno o más siniestros considerados con costes de mayor cuantía, se estiman los modelos basados en las distribuciones Binomial Negativa y Beta, diferenciando los siniestros según su coste. Se diferencia entre los siniestros cuyos costes son mayores (o iguales) a un límite l y aquellos cuyo coste es inferior. Los valores que se fijan para el límite l se sitúan entre¹: 50.000 y 200.000 pesetas, aunque en las tablas 24 y 25 y en las figuras 2 y 3 este límite se amplía hasta 500.000 pesetas.

En la tabla 24 se presentan las frecuencias de siniestros con costes superiores o inferiores a distintos valores de l y durante el período 1991-1998. En la figura 2, para cada valor de l , se muestra la proporción de siniestros con coste superior.

En la tabla 25 se muestran los costes medios de los siniestros situados por encima o por debajo de los distintos valores de l apuntados en la tabla 24. El cociente $R=C_c/C_{nc}$ entre ambos costes se muestra en la figura 3.

¹ Se recuerda que el hecho de diferenciar los siniestros con criterios basados en un determinado límite para el coste plantea dificultades relacionadas con los siniestros cuyo coste está muy cercano a dicho límite.

Tabla 24: Frecuencia absoluta de siniestros.

L	Frecuencia de siniestros con coste inferior a l	Frecuencia de siniestros con coste superior a l
50	13346	21138
75	24519	9965
100	30521	3963
125	31155	3329
150	31612	2872
175	31970	2514
200	32232	2252
225	32435	2049
250	32603	1881
275	32744	1740
300	32865	1619
325	32973	1511
350	33064	1420
375	33144	1340
400	33222	1262
425	33269	1215
450	33316	1168
475	33367	1117
500	33403	1081

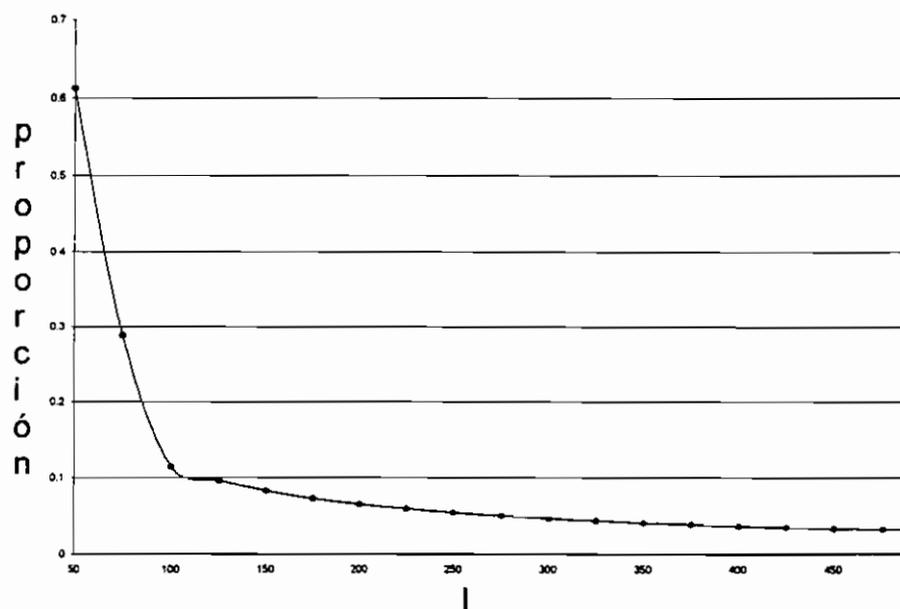
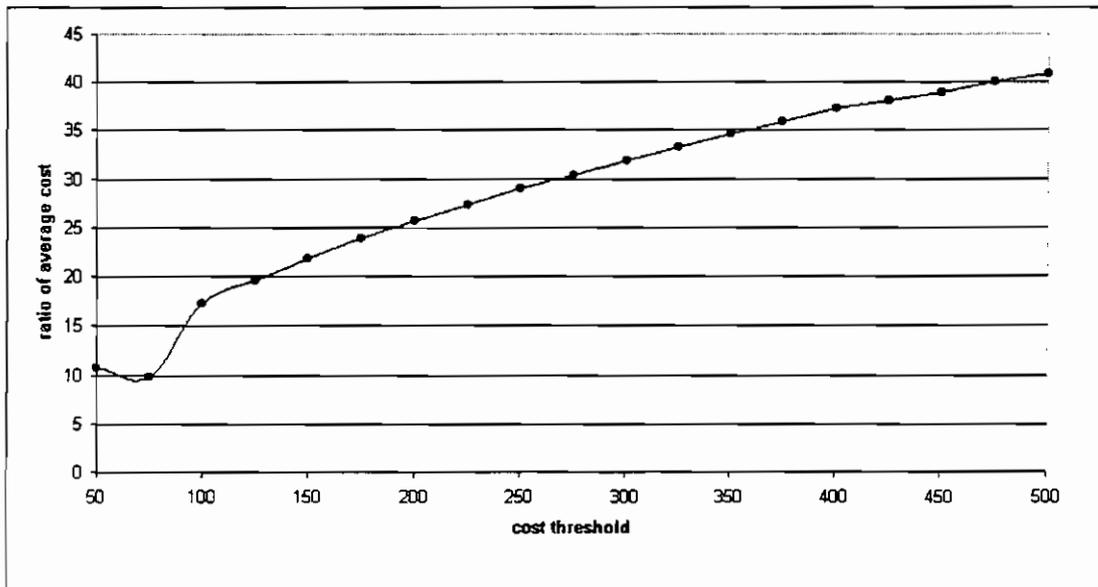
Figura 2. Proporción de siniestros con coste superior en función del valor de l.

Tabla 25: Coste medio de siniestros.

l	Coste medio de los siniestros con coste inferior a l	Coste medio de los siniestros con coste superior a l
50	20,32	219,70
75	40,22	394,28
100	49,75	857,08
125	51,02	998,97
150	52,26	1136,22
175	53,48	1275,03
200	54,56	1401,64
225	55,55	1519,54
250	56,48	1634,09
275	57,37	1745,30
300	58,21	1854,33
325	59,04	1964,58
350	59,80	2068,94
375	60,53	2170,79
400	61,30	2280,98
425	61,80	2353,22
450	62,33	2430,32
475	62,94	2520,18
500	63,40	2587,94

Figure 3. Ratio de costes medios en función de l.



Los parámetros g y h de la distribución Beta, que se utiliza para el ajuste de la proporción de siniestros con elevado coste, se obtienen utilizando el método de estimación descrito por Lemaire (1995 pág. 208). Los resultados obtenidos para cada uno de los límites l considerados se presentan en la tabla 26. En esta tabla también se muestran las proporciones medias estimadas a partir de los modelos Beta junto a las empíricas, se observa cómo, en general, las primeras tienden a sobrestimar las proporciones empíricas calculadas a partir de la información muestral.

Tabla 26: Resultados de la estimación de los parámetros g y h del modelo Beta (1991-1998).

l	g	h	Proporción estimada de siniestros con coste superior a l ($g/(g+h)$)	Proporción empírica de siniestros con coste superior a l .
50	7,39	2,08	0,78	0,61
75	4,25	5,37	0,44	0,28
100	2,18	13,17	0,14	0,11
150	1,75	11,54	0,13	0,08
200	1,29	21,66	0,06	0,07

En las tablas 27a, 27b, 27c, 27d y 27e se presentan los sistemas bonus-malus obtenidos penalizando más duramente a aquellos asegurados con costes iguales o superiores a 50.000, 75.000, 100.000, 150.000 y 200.000 pesetas, respectivamente. En la parte superior de cada una de las tablas se presenta el SBM obtenido a partir de la expresión (2) de este capítulo, sin considerar los costes medios, y en la parte inferior se muestra el obtenido a partir de la expresión (3), incluyendo los costes medios. La columna asociada a $k = 0$ y $k_c = 0$ toma los mismos valores en todos los casos. Es decir, la inclusión de los costes no afecta a las bonificaciones de los asegurados que no declaran siniestros.

En general se observa que cuando se tienen en cuenta los costes medios las penalizaciones por siniestros con coste superior al límite l correspondiente tienden a ser inferiores al resultado derivado sin el uso de los costes medios. En todos los casos, si se tienen en cuenta los costes medios (parte inferior de las tablas 27a, 27b, 27c, 27d y 27e) un siniestro con mayor severidad equivale a uno o dos siniestros con menor coste, dependiendo de donde se establezca el límite l . A medida que incrementa este límite nos

aproximamos más a dos siniestros. Para observar dicho comportamiento se comparan las columnas correspondientes a $k = 1$ y $k_c = 0$ y $k = 2$ y $k_c = 0$ con la columna $k = 1$ y $k_c = 1$.

Si se comparan los sistemas Bonus-Malus obtenidos teniendo en cuenta, además de la frecuencia de siniestros con mayor severidad, su coste medio (parte inferior de las tablas 27a, 27b, 27c, 27d y 27e) con los obtenidos sin considerar estos promedios (parte superior de las tablas 27a, 27b, 27c, 27d y 27e) se observa como los primeros tiende a penalizar menos estos grandes siniestros. Además, si se diera el caso de igualdad entre costes medios ($C_c = C_{nc}$) el SBM coincidiría con el obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo, que no tiene en cuenta la existencia de siniestros de elevada severidad. Se considera adecuado tener en cuenta los costes medios de los siniestros además de su frecuencia. Por lo tanto los análisis presentados al final de este capítulo y en el capítulo siguiente se realizan a partir de los sistemas Bonus-Malus que tienen en cuenta los costes medios de los siniestros de mayor y menor severidad, además de su frecuencia.

La interpretación de los resultados que se presentan en las tablas 27a, 27b, 27c, 27d y 27e es la misma. Por ejemplo, en la parte inferior de la tabla 27a el valor marcado en negrita (**138,74**) indica que un asegurado que ha declarado un siniestro con coste superior a 50.000 pesetas, tras 8 años, pagará un 38,74% más de la prima inicial pagada en el primer año del contrato. Otro ejemplo, también en la parte inferior de la tabla 27a, el valor marcado en cursiva (*124,06*) indica que un asegurado que ha declarado un siniestro con coste inferior a 50.000 pesetas, tras ocho años pagará un 24,06% más de la prima inicial.

Tabla 27a: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 50.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	175,86	243,63	300,52	348,97	390,72	427,07	459,01	199,68	276,62	309,60
	2	88,30	165,58	229,38	282,95	328,56	367,87	402,09	432,16	188,00	260,44	291,50
	3	83,42	156,43	216,70	267,31	310,40	347,54	379,87	408,28	177,61	246,05	275,39
	4	79,05	148,24	205,36	253,31	294,15	329,34	359,98	386,90	168,31	233,16	260,97
	5	75,12	140,86	195,14	240,71	279,51	312,95	342,07	367,65	159,93	221,56	247,98
	6	71,56	134,19	185,89	229,30	266,26	298,12	325,86	350,23	152,35	211,06	236,23
	7	68,32	128,11	177,48	218,92	254,22	284,63	311,11	334,38	145,46	201,51	225,54
	8	65,36	122,57	169,79	209,44	243,21	272,31	297,64	319,90	139,16	192,78	215,77
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	178,01	249,58	311,53	366,01	414,57	458,35	498,23	199,07	278,75	307,93
	2	88,30	167,60	234,98	293,31	344,60	390,32	431,54	469,09	187,43	262,45	289,92
	3	83,42	158,34	221,99	277,10	325,56	368,75	407,70	443,17	177,07	247,94	273,90
	4	79,05	150,05	210,37	262,59	308,51	349,44	386,35	419,96	167,80	234,96	259,55
	5	75,12	142,58	199,90	249,52	293,16	332,06	367,12	399,07	159,45	223,27	246,64
	6	71,56	135,82	190,43	237,70	279,27	316,32	349,72	380,15	151,89	212,69	234,95
	7	68,32	129,68	181,81	226,94	266,63	302,00	333,90	362,95	145,02	203,06	224,32
	8	65,36	124,06	173,94	217,11	255,08	288,93	319,44	347,23	138,74	194,27	214,60

Tabla 27b: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 75.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	176,13	244,30	301,66	350,60	392,85	429,69	462,09	217,59	301,81	359,32
	2	88,30	165,83	230,01	284,02	330,10	369,87	404,56	435,07	204,86	284,15	338,30
	3	83,42	156,66	217,30	268,33	311,86	349,44	382,20	411,03	193,54	268,45	319,61
	4	79,05	148,46	205,92	254,27	295,53	331,14	362,19	389,50	183,41	254,40	302,87
	5	75,12	141,07	195,67	241,62	280,82	314,66	344,17	370,12	174,28	241,74	287,80
	6	71,56	134,39	186,40	230,17	267,51	299,75	327,85	352,58	166,02	230,28	274,16
	7	68,32	128,31	177,96	219,75	255,41	286,18	313,02	336,62	158,51	219,86	261,75
	8	65,36	122,75	170,26	210,24	244,35	273,79	299,47	322,05	151,65	210,34	250,42
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	179,87	254,69	320,91	380,43	434,63	484,53	530,90	212,85	300,43	346,17
	2	88,30	169,35	239,79	302,14	358,18	409,21	456,19	499,84	200,40	282,86	325,93
	3	83,42	160,00	226,54	285,45	338,39	386,60	430,98	472,22	189,33	267,23	307,92
	4	79,05	151,62	214,68	270,50	320,67	366,36	408,41	447,50	179,42	253,24	291,79
	5	75,12	144,07	204,00	257,04	304,72	348,13	388,09	425,23	170,49	240,64	277,27
	6	71,56	137,25	194,33	244,86	290,27	331,63	369,70	405,08	162,41	229,23	264,13
	7	68,32	131,03	185,53	233,78	277,14	316,62	352,97	386,74	155,06	218,86	252,18
	8	65,36	125,36	177,50	223,65	265,14	302,91	337,68	370,00	148,34	209,38	241,26

Tabla 27c: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 100.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	182,54	261,07	331,03	393,76	450,33	501,60	548,28	266,15	380,64	500,21
	2	88,30	171,87	245,80	311,67	370,73	423,99	472,26	516,21	250,58	358,38	470,95
	3	83,42	162,37	232,22	294,45	350,25	400,56	446,16	487,69	236,74	338,57	444,93
	4	79,05	153,87	220,06	279,03	331,91	379,59	422,80	462,15	224,34	320,84	421,63
	5	75,12	146,21	209,11	265,15	315,39	360,70	401,76	439,15	213,18	304,88	400,65
	6	71,56	139,28	199,20	252,58	300,44	343,60	382,72	418,34	203,07	290,43	381,66
	7	68,32	132,98	190,18	241,15	286,85	328,05	365,40	399,41	193,88	277,29	364,39
	8	65,36	127,22	181,95	230,71	274,43	313,85	349,58	382,11	185,49	265,28	348,61
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	186,14	271,35	350,59	424,78	494,68	560,87	623,86	244,47	354,78	438,20
	2	88,30	175,25	255,48	330,08	399,94	465,74	528,07	587,37	230,17	334,03	412,57
	3	83,42	165,57	241,36	311,84	377,84	440,01	498,89	554,92	217,46	315,57	389,78
	4	79,05	156,90	228,72	295,52	358,05	416,97	472,76	525,86	206,07	299,05	369,37
	5	75,12	149,09	217,34	280,81	340,24	396,22	449,24	499,69	195,82	284,17	350,99
	6	71,56	142,02	207,04	267,50	324,11	377,44	427,95	476,01	186,53	270,70	334,35
	7	68,32	135,60	197,67	255,40	309,44	360,36	408,58	454,47	178,09	258,45	319,22
	8	65,36	129,73	189,11	244,34	296,05	344,76	390,89	434,79	170,38	247,26	305,40

Tabla 27d: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 150.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	180,83	256,49	322,86	381,55	433,82	480,68	522,91	284,29	403,23	549,97
	2	88,30	170,25	241,49	303,97	359,23	408,45	452,56	492,33	267,66	379,64	517,80
	3	83,42	160,85	228,14	287,18	339,38	385,88	427,56	465,12	252,87	358,67	489,19
	4	79,05	152,42	216,20	272,14	321,61	365,67	405,17	440,77	239,63	339,88	463,57
	5	75,12	144,84	205,44	258,60	305,61	347,48	385,01	418,84	227,70	322,97	440,51
	6	71,56	137,97	195,70	246,34	291,12	331,01	366,76	398,98	216,91	307,66	419,63
	7	68,32	131,73	186,84	235,19	277,95	316,03	350,16	380,93	207,10	293,74	400,64
	8	65,36	126,03	178,76	225,01	265,91	302,35	335,00	364,44	198,13	281,02	383,29
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	184,48	266,84	342,41	412,35	477,60	538,89	596,79	260,18	374,22	481,60
	2	88,30	173,69	251,23	322,38	388,23	449,67	507,37	561,89	244,97	352,33	453,43
	3	83,42	164,09	237,35	304,57	366,78	424,82	479,33	530,84	231,43	332,86	428,37
	4	79,05	155,50	224,92	288,62	347,58	402,58	454,23	503,04	219,31	315,43	405,94
	5	75,12	147,76	213,73	274,26	330,28	382,55	431,63	478,01	208,40	299,74	385,74
	6	71,56	140,76	203,60	261,26	314,63	364,41	411,17	455,35	198,52	285,53	367,46
	7	68,32	134,39	194,39	249,43	300,39	347,92	392,57	434,75	189,54	272,61	350,83
	8	65,36	128,57	185,97	238,63	287,38	332,86	375,57	415,93	181,33	260,81	335,64

Tabla 27e: Sistema bonus-malus obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 200.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	186,32	271,43	349,98	422,70	490,22	553,08	611,73	330,99	482,19	692,96
	2	88,30	175,42	255,55	329,51	397,98	461,55	520,73	575,95	311,63	453,99	652,43
	3	83,42	165,73	241,43	311,30	375,99	436,05	491,95	544,13	294,41	428,90	616,37
	4	79,05	157,05	228,79	295,00	356,30	413,21	466,19	515,64	279,00	406,45	584,10
	5	75,12	149,23	217,41	280,32	338,57	392,65	443,00	489,98	265,11	386,22	555,04
	6	71,56	142,16	207,10	267,04	322,53	374,04	422,00	466,75	252,55	367,92	528,73
	7	68,32	135,73	197,73	254,95	307,93	357,12	402,90	445,63	241,12	351,27	504,80
	8	65,36	129,85	189,17	243,91	294,60	341,65	385,46	426,34	230,68	336,06	482,95
Añ o de siniestralidad	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	93,79	189,72	281,35	369,16	453,59	535,00	613,69	689,95	273,75	403,76	526,17
	2	88,30	178,62	264,89	347,57	427,06	503,71	577,80	649,60	257,74	380,14	495,39
	3	83,42	168,75	250,25	328,36	403,46	475,87	545,87	613,71	243,49	359,14	468,02
	4	79,05	159,92	237,15	311,17	382,34	450,95	517,29	581,57	230,74	340,33	443,51
	5	75,12	151,96	225,35	295,69	363,31	428,52	491,55	552,63	219,26	323,40	421,44
	6	71,56	144,76	214,67	281,67	346,09	408,21	468,25	526,44	208,87	308,07	401,47
	7	68,32	138,21	204,95	268,92	330,43	389,73	447,06	502,61	199,42	294,13	383,30
	8	65,36	132,22	196,08	257,28	316,12	372,86	427,71	480,85	190,78	281,39	366,70

En la tabla 28 se muestran los descriptivos de las primas predichas para el año 1999 con cada uno de los sistemas Bonus-Malus presentados en este capítulo. Estas primas se obtienen aplicando los sistemas Bonus-Malus estimados a los asegurados que forman parte de la cartera analizada: "pólizas básicas" que se mantienen con el mismo conductor a lo largo de los ocho años. En todos los casos los resultados muestran como las primas medias cobradas al inicio del año 1999 y, por tanto, el total de éstas coincide con las que, a priori, se cobraron al inicio del primer período o anualidad (1991). Lo que ha cambiado del primer período al último, y difiere para cada uno de los sistemas bonus-malus obtenidos, es la distribución de dichas primas entre los asegurados.

Tabla 28: Descriptivos de la variable primas pagadas en 1999 utilizando los sistemas bonus-malus estimados para los asegurados que forman parte de la cartera analizada

	Media	Desviación Típica	Máximo	Percentil 95	Tercer Cuartil	Mediana
Ajuste Binomial Negativo	100	61	1260	206	135	65
Ajuste Binomial Negativo y Beta (costes superiores a 50.000)	100	57	1031	215	139	65
Ajuste Binomial Negativo y Beta (costes superiores a 75.000)	100	56	1150	210	125	65
Ajuste Binomial Negativo y Beta (costes superiores a 100.000)	100	61	1277	189	130	65
Ajuste Beta Binomial Negativo y (costes superiores a 150.000)	100	63	1338	186	129	65
Ajuste Binomial Negativo y Beta (costes superiores a 200.000)	100	70	1729	196	132	65

Los principales resultados que se deducen de la información presentada en la tabla 28 se resumen del siguiente modo:

- La mayor dispersión en las primas se obtiene cuando la frecuencia de siniestros considerada con mayor severidad es menor y su coste medio mayor. Es decir, las diferencias entre las primas máximas pagadas y las mínimas se incrementan a medida que se penaliza menos veces a lo largo de los ocho años.
- En todos los modelos el valor de la mediana se sitúa en la prima mínima, ésta toma el mismo valor en todos los casos (65). Ello significa que más del 50% de los asegurados que componen la cartera en 1999 estarán pagando dicha prima mínima.
- Excepto cuando el límite $l=50.000$ pesetas, para todos los modelos, el tercer cuartil de las primas coincide con las cantidades que pagarían al inicio de 1999 aquellos asegurados que a lo largo de los ocho años anteriores han declarado un único siniestro con coste inferior al límite l . Cuando $l=50.000$ pesetas, el tercer cuartil coincide con la prima que pagaría un asegurado si durante el período analizado declara 1 siniestro con coste superior a dicho límite l .
- El valor del percentil 95 en las primas difiere según el modelo y el límite l . Se observa lo que ocurre en cada estimación:
 - a) En el caso del ajuste obtenido con el modelo Binomial Negativo el percentil 95 coincide con la prima que estará pagando el asegurado en 1999 si durante los

ocho años anteriores ha declarado dos siniestros, sean estos con elevado coste o no.

- b) Cuando $l=50.000$ pesetas el percentil 95 coincide con la prima que estará pagando el asegurado en 1999 si durante los ocho años anteriores ha declarado dos siniestros con coste superior a dicho límite.
- c) Cuando $l=75.000$ pesetas el percentil 95 coincide con la prima que estará pagando el asegurado en 1999 si durante los ocho años anteriores ha declarado dos siniestros, uno con coste inferior a 75.000 pesetas y el otro con coste superior.
- d) Por último, cuando $l=100.000$, $l=150.000$ o $l=200.000$ pesetas el percentil 95 coincide con la prima que estará pagando el asegurado en 1999 si durante los ocho años anteriores ha declarado dos siniestros con coste inferior a este límite.

Estos resultados reflejan la tendencia común cuando se analizan distintas carteras a lo largo de los años. Dicha tendencia consiste en la acumulación de asegurados en los valores de las primas más bajas en el sistema bonus-malus. Este resultado es similar se hayan penalizado o no los siniestros considerados de elevado costes. Los pocos individuos que después de cierto número de años no se sitúan en dichos niveles de primas más bajas son los que provocan la heterogeneidad de la cartera. La diferencia entre el modelo Binomial Negativo y el resto se halla en que el primero asemeja el concepto de heterogeneidad sólo al número de siniestros. Sin embargo, los modelos que además incluyen los costes de los siniestros tratan la heterogeneidad de la cartera, tanto desde el punto de vista del número de siniestros como de su coste.

CAPÍTULO 9: COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS BONUS-MALUS

En este capítulo se comparan los sistemas Bonus-Malus utilizados por tres compañías aseguradoras españolas² (Compañía 1, Compañía 2 y Compañía 3)³ con los estimados en el capítulo anterior. Dicha comparación se realiza con el SBM obtenido a partir del modelo Binomial Negativo y los que tienen en cuenta de forma conjunta la frecuencia y la diferencia entre los costes medios de los siniestros con elevada severidad y el resto. Para poder realizar dicha comparación se han rescalado los factores bonus-malus obtenidos a partir de las estimaciones presentadas en el capítulo 8.

El rescalado consiste en aplicar una serie de transformaciones lineales sobre las primas originales, de modo que se mantiene el orden de las primas estimadas originalmente. La forma de rescalar se basa en dos puntos de referencia que se observan en el SBM de una de las compañías analizadas (Compañía 1), dichos puntos de referencias consisten en que la prima mínima alcanzada tras 6 años sin declarar siniestros posee el 50% de bonificación, y la prima máxima alcanzada tras declarar cuatro siniestros en un año alcance el 50% de penalización. Se presentan dos tipos de rescalado, en el primero, se fija la bonificación máxima del 50% se alcanza tras 6 años sin declarar siniestros, sin embargo, posteriormente se permite que esta bonificación siga descendiendo en los años siguientes sin declarar siniestros; de forma análoga, se establece que la penalización máxima del 50% se alcance tras declarar 4 siniestros en un año, pero dicho recargo sigue incrementándose a medida que se declaran más siniestros. En el segundo rescalado

² Las características de estos tres sistemas Bonus-Malus se resumen en el ANEXO 2.

³ En el caso de una de las compañías aseguradoras hay dos modalidades para el SBM, una para Responsabilidad Civil y otra para Daños. Al no disponerse de información sobre las características de los siniestros se ha implementado la modalidad de daños en todos los casos.

se fijan límites tanto a las penalizaciones como a las bonificaciones, éstas no pueden superar el 50% en ningún caso.

En las tablas 29 y 30 se presentan, respectivamente, los resultados obtenidos con los dos tipos de rescalados descritos anteriormente. El SBM se corresponde con el obtenido bajo el supuesto de que el número de siniestros declarados culpa del asegurado se distribuye como una Binomial Negativa. En la primera (tabla 29), se permite que tanto los recargos como las bonificaciones superen el 50%. En la segunda (tabla 30), tanto los recargos como las bonificaciones no superan el 50%.

Tabla 29: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo al total de los datos conjuntamente.

		Número de siniestros							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100							
	1	89	112	125	137	150	163	175	188
	2	79	105	117	129	141	153	165	177
	3	71	100	111	122	133	145	156	167
	4	63	94	105	116	126	137	148	159
	5	56	90	100	110	120	130	140	151
	6	50	85	95	105	114	124	134	144
	7	44	82	91	100	109	119	128	137
	8	39	78	87	96	105	113	122	131

Tabla 30: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste del modelo Binomial Negativo al total de los datos conjuntamente.

		Número de siniestros							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Año de siniestralidad	0	100							
	1	89	112	125	137	150	150	150	150
	2	79	105	117	129	141	150	150	150
	3	71	100	111	122	133	145	150	150
	4	63	94	105	116	126	137	148	150
	5	56	90	100	110	120	130	140	150
	6	50	85	95	105	114	124	134	144
	7	50	82	91	100	109	119	128	137
	8	50	78	87	96	105	113	122	131

Seguidamente, en las tablas de la 31a a la 31e, respectivamente, para cada uno de los valores límite considerados en los costes (50.000, 75.000, 100.000, 150.000 y 200.000) se presentan los SBM, que diferencian según el coste del siniestro, rescalados sin establecer penalizaciones y bonificaciones máximas del 50%. En estos resultados se observa como a medida que incrementa el límite en el coste, es decir, se penalizan menos siniestros pero con mayor coste medio, las penalizaciones máximas alcanzadas son mayores, esto sucede cuando se declaran siniestros con coste superior al límite establecido. También se observa que si se declaran pocos siniestros con coste reducido, los recargos son levemente mayores cuando el límite en los costes se sitúa en 50.000 o 75.000 pesetas. Sin embargo, si el número de siniestros considerados con coste reducido es elevado, los recargos son mayores en aquellos SBM donde el límite se sitúa entre 100.000 y 200.000 pesetas.

Tabla 31a: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 50.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año de siniestralidad	0	100										
	1	89	115	128	140	150	159	167	175	119	134	139
	2	79	108	121	132	141	150	158	165	112	126	131
	3	71	102	114	124	133	142	149	156	106	119	124
	4	63	97	108	118	126	134	141	147	100	113	117
	5	56	92	103	112	120	127	134	140	95	107	111
	6	50	87	98	107	114	121	128	133	91	102	106
	7	44	84	93	102	109	116	122	127	86	97	101
	8	39	80	89	97	105	111	117	122	83	93	97

Tabla 31b: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 75.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año de siniestralidad	0	100										
	1	89	114	128	139	150	160	169	177	120	136	144
	2	79	108	120	131	141	150	159	166	113	128	135
	3	71	102	113	124	133	142	150	157	107	121	128
	4	63	96	108	117	126	135	142	149	101	114	121
	5	56	92	102	112	120	128	135	142	96	109	115
	6	50	87	97	106	114	122	129	135	92	104	110
	7	44	83	93	102	109	116	123	129	88	99	105
	8	39	80	89	97	105	111	117	123	84	95	100

Tabla 31c: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 100.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Año o de siniestralidad	0	100										
	1	89	113	126	139	150	161	171	181	122	139	152
	2	79	107	119	130	141	151	161	170	115	131	143
	3	71	101	112	123	133	143	152	161	109	124	135
	4	63	95	107	117	126	136	144	152	103	117	128
	5	56	91	101	111	120	129	137	145	98	112	122
	6	50	86	96	106	114	123	130	138	93	106	116
	7	44	83	92	101	109	117	125	132	89	101	111
	8	39	79	88	97	105	112	119	126	85	97	106

Tabla 31d: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 150.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Año o de siniestralidad	0	100										
	1	89	114	127	139	150	160	170	180	126	144	161
	2	79	107	119	131	141	151	160	169	118	135	152
	3	71	101	113	123	133	143	151	160	112	128	143
	4	63	96	107	117	126	135	144	151	106	121	136
	5	56	91	101	111	120	129	136	144	101	115	129
	6	50	87	97	106	114	122	130	137	96	110	123
	7	44	83	92	101	109	117	124	131	92	105	117
	8	39	79	88	97	105	112	119	125	88	100	112

Tabla 31e: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 200.000 pesetas.

k		0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2
k_c		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Año o de siniestralidad	0	100										
	1	89	113	126	138	150	162	173	183	125	143	160
	2	79	106	118	130	141	152	163	173	117	135	151
	3	71	100	112	123	133	144	154	163	111	127	143
	4	63	95	106	116	126	136	146	155	105	120	135
	5	56	90	101	111	120	129	138	147	100	115	128
	6	50	86	96	105	114	123	132	140	95	109	122
	7	44	82	92	101	109	118	126	134	91	104	117
	8	39	79	88	96	105	113	120	128	87	100	112

A continuación, en las tablas de la 32a a la 32e, se presentan los SBM rescalados fijando una penalización máxima del 50% y una bonificación máxima del 50%. La interpretación de estos resultados consiste en observar como el tiempo transcurrido hasta el logro de la primera bonificación, tras declarar un número elevado de siniestros de coste reducido o dos siniestro con coste elevado, se amplía a medida que se reduce el número de siniestros con mayor penalización o se incrementa el límite l .

Tabla 32a: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 50.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año o de siniestralidad	0	100										
	1	89	115	128	140	150	150	150	150	119	134	139
	2	79	108	121	132	141	150	150	150	112	126	131
	3	71	102	114	124	133	142	149	150	106	119	124
	4	63	97	108	118	126	134	141	147	100	113	117
	5	56	92	103	112	120	127	134	140	95	107	111
	6	50	87	98	107	114	121	128	133	91	102	106
	7	50	84	93	102	109	116	122	127	86	97	101
	8	50	80	89	97	105	111	117	122	83	93	97

Tabla 32b: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 75.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año o de siniestralidad	0	100										
	1	89	114	128	139	150	150	150	150	120	136	144
	2	79	108	120	131	141	150	150	150	113	128	135
	3	71	102	113	124	133	142	150	150	107	121	128
	4	63	96	108	117	126	135	142	149	101	114	121
	5	56	92	102	112	120	128	135	142	96	109	115
	6	50	87	97	106	114	122	129	135	92	104	110
	7	50	83	93	102	109	116	123	129	88	99	105
	8	50	80	89	97	105	111	117	123	84	95	100

Tabla 32c: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 100.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año de siniestralidad	0	100										
	1	89	113	126	139	150	150	150	150	122	139	150
	2	79	107	119	130	141	150	150	150	115	131	143
	3	71	101	112	123	133	143	150	150	109	124	135
	4	63	95	107	117	126	136	144	150	103	117	128
	5	56	91	101	111	120	129	137	145	98	112	122
	6	50	86	96	106	114	123	130	138	93	106	116
	7	50	83	92	101	109	117	125	132	89	101	111
	8	50	79	88	97	105	112	119	126	85	97	106

Tabla 32d: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 150.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año de siniestralidad	0	100										
	1	89	114	127	139	150	150	150	150	126	144	150
	2	79	107	119	131	141	150	150	150	118	135	150
	3	71	101	113	123	133	143	150	150	112	128	143
	4	63	96	107	117	126	135	144	150	106	121	136
	5	56	91	101	111	120	129	136	144	101	115	129
	6	50	87	97	106	114	122	130	137	96	110	123
	7	50	83	92	101	109	117	124	131	92	105	117
	8	50	79	88	97	105	112	119	125	88	100	112

Tabla 32e: SBM rescalado obtenido a partir del ajuste de los modelos Binomial Negativo y Beta para los siniestros con costes superiores o iguales a 200.000 pesetas.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	1	2	2	
k_c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
Año de siniestralidad	0	100										
	1	89	113	126	138	150	150	150	150	125	143	150
	2	79	106	118	130	141	150	150	150	117	135	150
	3	71	100	112	123	133	144	150	150	111	127	143
	4	63	95	106	116	126	136	146	150	105	120	135
	5	56	90	101	111	120	129	138	147	100	115	128
	6	50	86	96	105	114	123	132	140	95	109	122
	7	50	82	92	101	109	118	126	134	91	104	117
	8	50	79	88	96	105	113	120	128	87	100	112

Seguidamente, pasamos a comparar los SBM presentados en las tablas 30 y de la 31a a la 31e con los utilizados por tres compañías aseguradoras españolas⁴. Con los SBM que se presentan en las tablas 31 y de la 32a a la 32e los resultados no cambian, a no ser que se alcance la bonificación o recargo máximo. Para realizar dicha comparación, en primer lugar se plantea supuesto más sencillo, un asegurado lleva un año en una compañía y declara un siniestro, las prima que pagaría utilizando los distintos SBM se presentan en la tabla 33.

Tabla 33: Primas obtenidas bajo el supuesto de que se declara 1 siniestro en un año.

SBM	Distribución entre tipos de siniestros o en el tiempo	Prima en el cuarto año
Basado en la frecuencia de siniestros, modelo Binomial Negativo		112
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (I=50.000)	1 siniestro leve	115
	1 siniestro con coste superior a 50.000	119
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (I=75.000)	1 siniestro leve	114
	1 siniestro con coste superior a 75.000	120
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (I=100.000)	1 siniestro leve	113
	1 siniestros con coste superior a 100.000	122
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (I=150.000)	1 siniestro leve	114
	1 siniestro con coste superior a 150.000	126
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (I=200.000)	1 siniestros leve	113
	1 siniestros con coste superior a 200.000	125
Compañía 1		100
Compañía 2		120
Compañía 3		105

⁴ La Compañía 2 utiliza SBM independientes según la modalidad del siniestro (R.C. o Daños), para realizar la comparación se ha utilizado únicamente la modalidad de daños.

A continuación, planteamos otro supuesto con mayor número de posibilidades. Supongamos que un asegurado lleva tres años en la compañía y durante este periodo a declarado 3 siniestros, también se supone que al inicio del primer año la prima toma valor 100. En la tabla 34 se presentan los valores de la prima que pagará al inicio del cuarto año utilizando los distintos SBM, así como distintos supuestos sobre el tipo de siniestro y su distribución en el tiempo⁵.

Tabla 34: Primas obtenidas bajo el supuesto de que se declaran 2 siniestros en tres años.

SBM	Distribución entre tipos de siniestros o en el tiempo	Prima en el cuarto año
Basado en la frecuencia de siniestros, modelo Binomial Negativo		111
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (l=50.000)	2 siniestros leves	114
	1 siniestro leve y 1 con coste superior a 50.000	119
	2 siniestros con coste superior a 50.000	124
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (l=75.000)	2 siniestros leves	113
	1 siniestro leve y 1 con coste superior a 75.000	121
	2 siniestros con coste superior a 75.000	128
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (l=100.000)	2 siniestros leves	112
	1 siniestro leve y 1 con coste superior a 100.000	124
	2 siniestros con coste superior a 100.000	135
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (l=150.000)	2 siniestros leves	113
	1 siniestro leve y 1 con coste superior a 150.000	128
	2 siniestros con coste superior a 150.000	143
Basado en la frecuencia de siniestros y su coste, modelo Binomial Negativo y Beta (l=200.000)	2 siniestros leves	112
	1 siniestro leve y 1 con coste superior a 200.000	127
	2 siniestros con coste superior a 200.000	143
Compañía 1	2 siniestros en el primer año	100
	2 siniestros en el segundo año	100
	2 siniestros en el tercer año	100
	1 siniestro en el primer año y otro en el segundo	100
	1 siniestro en el primer año y otro en el tercero	100
	1 siniestro en el segundo año y otro en el tercero	100
Compañía 2	2 siniestros en el primer año	100
	2 siniestros en el segundo año	120
	2 siniestros en el tercer año	120
	1 siniestro en el primer año y otro en el segundo	130
	1 siniestro en el primer año y otro en el tercero	130
	1 siniestro en el segundo año y otro en el tercero	130
Compañía 3	2 siniestros en el primer año	100
	2 siniestros en el segundo año	100
	2 siniestros en el tercer año	100
	1 siniestro en el primer año y otro en el segundo	105
	1 siniestro en el primer año y otro en el tercero	105
	1 siniestro en el segundo año y otro en el tercero	105

⁵ Recordamos que en los SBM estimados las primas obtenidas no dependen de la distribución de los siniestros en el tiempo. Es decir, se hayan declarado los siniestros en un único año o repartidos entre varios años la prima es la misma.

Los resultados presentados en las tablas 33 y 34 pueden resumirse del siguiente modo:

1. Con el modelo Binomial Negativo la prima que el asegurado pagaría al inicio del primer año (según el supuesto de la tabla 33) o del cuarto año (según el supuesto de la tabla 34) es la misma, sea cual sea el tipo de siniestro y su distribución en el tiempo.
2. En el caso de los modelos que diferencian los siniestros según su coste la prima pagada depende del tipo de siniestro (siniestros con coste inferior o superior al límite considerado) y no de su distribución en el tiempo. En estos casos se observa como cuando se declaran siniestros con coste inferior al límite las primas pagadas no muestran excesivas diferencias ante distintos límites en los costes. Sin embargo, cuando los siniestros se consideran de coste elevado el valor de la prima aumenta considerablemente a medida que incrementamos el límite en los costes.
3. Con respecto a los SBM utilizados por las tres compañías españolas, se observan diferencias importantes entre unos sistemas y otros. Bajo el supuesto de dos siniestros en tres años, la prima obtenida con el SBM de la Compañía 1 no depende de la distribución de estos dos siniestros en el tiempo, por el contrario, en el caso de la Compañía 2 y la Compañía 3 sí existe esta dependencia. El sistema más duro en sus recargos es el de la Compañía 2, tanto en este caso como en la Compañía 3 se penaliza más duramente si los siniestros se reparten en varios años que si estos se declaran todos en el mismo año.

La inclusión de los costes en el SBM, tal y como se ha planteado en esta investigación, también podría tener un efecto franquicia. Se ilustra dicho efecto con un ejemplo para el caso del SBM que diferencia los siniestros según su coste sea superior o inferior a $l=100.000$, cuyas primas se representan en la tabla 31c:

Un asegurado contrata una póliza en la compañía y su prima inicial es de 100.000 pesetas, si dicho asegurado tiene un siniestro computable con coste igual a 105.000 pesetas y lo declara a la compañía al año siguiente su prima pasará a ser 122.000 pesetas. Si por el contrario, el asegurado decide pagar 5.100 pesetas de su bolsillo el año siguiente su prima pasará a ser 113.000 pesetas. El coste total en este segundo supuesto es: $113.000+5.100=118.100$, que es inferior

a 122.000 en 3.900 pesetas, lo que equivale al ahorro para el asegurado si declara el siniestro con coste 99.900. La compañía se ahorra 5.100 pesetas a las que se suman las 13.000 pesetas de aumento de la prima.

En el ejemplo anterior el asegurado estaría dispuesto a pagar hasta 8.999 pesetas, esta cantidad varía según donde se sitúe el límite del coste. Seguidamente en la tabla 35 se presentan las cantidades que el asegurado estaría dispuesto a pagar si el siniestro supera el coste límite y la prima inicial es 100.000 pesetas. En estos resultados se observa como a medida que incrementa el límite l el asegurado está dispuesto a pagar más para evitar los mayores recargos.

Tabla 35: Cantidades que el asegurado está dispuesto a pagar en el caso de que el coste del siniestro supere cierto límite l.

l	Dispuesto a pagar
50.000	3.999
75.000	5.999
100.000	8.999
150.000	11.999
200.000	11.999

Por último, para terminar este capítulo, se apunta la posibilidad de que el diseño del SBM incluyendo los costes que se realiza en este trabajo podría permitir la inclusión del SBM en las condiciones de la póliza. Del mismo modo que, según el tipo de conductor que acude a asegurar su vehículo, se ofrecen distintos tipos de póliza (a terceros, todo riesgo, con franquicia, ...), el SBM podría ser una de las condiciones a elegir, por ejemplo, un modo de actuar podría ser: cuanto menor sea el valor del límite l a partir del cual se penalizan más severamente los siniestros, menor podría ser la prima inicial a pagar.

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este trabajo ha sido mostrar cómo puede construirse un sistema bonus-malus teniendo en cuenta los costes de los siniestros. En primer lugar se ha descrito la metodología utilizada para la construcción de dicho SBM, dicha metodología se basa en la propuesta de Lemaire (1995), aunque con algunas modificaciones, éstas permiten incluir los costes medios de los siniestros en el cálculo de las penalizaciones. Para la estimación de los distintos SBM presentados se ha utilizado el historial de siniestros, los ocho años que forman el periodo 1991-1998, de una de las mayores compañías aseguradoras españolas. Se ha restringido el estudio a un colectivo pequeño de asegurados de la cartera.

La inclusión de los costes de los siniestros en el SBM se plantea como una alternativa adecuada a los SBM que no consideran este aspecto. En la actualidad ya existe alguna compañía que, de una forma indirecta, siguiendo la idea de Lemaire (1995)¹, considera dichos costes, por ejemplo, ello se refleja en el trato diferenciado que se realiza cuando un siniestro incluye responsabilidad civil y cuando sólo incluye daños materiales, las penalizaciones se fijan de mayor cuantía para los primeros.

Nuestra propuesta para diferenciar los siniestros según su coste se basa en fijar una cuantía mínima, de modo que los siniestros cuyo coste supere dicha cantidad sufran mayores penalizaciones que el resto.

Para obtener los resultados se ha elaborado una base de datos que únicamente incluye los asegurados que poseen una póliza básica a lo largo del periodo 1991-1998. En la

¹ Este autor propone mayores penalizaciones para aquellos siniestros que incluyen daños corporales.

tercera parte del trabajo se presenta un amplio análisis descriptivo de esta base de datos. A continuación se enumeran los principales resultados ligados a las frecuencias y costes asociados a los expedientes de siniestros considerados:

1. El número total de siniestros posee una tendencia decreciente hasta el año 1994, posteriormente éste muestra una tendencia creciente.
2. En términos relativos, los análisis realizados diferenciando según la situación de riesgo del conductor no muestran grandes diferencias entre las zonas urbanas y no urbanas. Tampoco se observa un patrón de comportamiento regular que diferencie ambas zonas a lo largo de los ocho años del período considerado.
3. La variable número de siniestros culpa del asegurado acumula para cada uno de los años estudiados más del 90% de los asegurados en el valor de 1 siniestro. Es decir, el porcentaje de asegurados que tienen más de un siniestro es ligeramente inferior al 10%.
4. Por lo que respecta a los costes de los siniestros, éstos se han transformados a pesetas constantes de 1998. En general se observa una tendencia creciente de estos costes a lo largo del periodo 1991-1998.

Todos estos resultados no son generalizables a toda la cartera, dado que se centran en aquellos asegurados que poseen una póliza básica, manteniéndola a lo largo de los ocho años. Sin embargo, éste va a constituir el punto de partida sobre el que realizar el planteamiento del sistema bonus-malus que incorpora los costes de los siniestros. Un análisis similar podría realizarse para otros grupos de asegurados, diferenciados según el tipo de vehículo o el tipo de póliza contratada.

Los resultados que se deducen de los sistemas bonus-malus obtenidos con distintos supuestos sobre la distribución asociada al número de siniestros son de gran interés y pueden conducir al planteamiento de nuevas formas de bonificación y penalización. Seguidamente se describen algunos de estos resultados:

1. Existe una relación positiva entre la dureza de las penalizaciones y, a su vez, de las mayores bonificaciones, y la heterogeneidad de la cartera. Esto implica que cuanto menor sea el número de asegurados que declaran siniestros mayores serán sus penalizaciones. A cambio, también se aplicarán mayores bonificaciones. Por el

contrario, las diferencias en las primas recaudadas al final del período se reducirían si la cartera estuviera formada por asegurados que declaran un número de siniestros similar.

2. Cuando se incluyen mayores penalizaciones para aquellos siniestros cuyo coste se supone más elevado, los resultados dependen en gran medida del límite l a partir del cual se penalizan más duramente los siniestros que superan dicho límite. En general, se observa cómo a medida que aumenta el coste límite los recargos aumentan para aquellos siniestros cuyo coste lo supera.
3. Para comparar los sistemas bonus-malus obtenidos con el de algunas compañías de seguros, se han reescalado los SBM estimados de modo que tras cuatro siniestros declarados en el primer año el valor de la prima es 150 y tras seis años sin declarar siniestros se alcanza una prima de 50. Se han obtenido dos aproximaciones, la primera fijando estos dos valores para la prima máxima y mínima alcanzada y, la segunda, dejando que la prima supere el 150 o se sitúe por debajo del 50. La transformación que se ha realizado no provoca variaciones en la conclusión señalada anteriormente (punto 2).
4. Destacar que los sistemas bonus-malus reescalados de modo que se alcance una bonificación mínima (-50) y una penalización máxima (+50) poseen un número finito de clases entre ambos límites. En la actualidad estos son los sistemas que son aplicables en el seguro del automóvil en España, aún no siendo financieramente balanceados, la cuantía total de las primas recaudadas disminuye a medida que transcurren los periodos. Ello se debe a dos motivos fundamentales: por un lado a la fuerte competencia entre compañías aseguradoras y, por otro, a la facilidad que poseen los asegurados para cambiar de compañía si detectan un incremento excesivo en la prima del seguro.
5. Un SBM que garantice el equilibrio financiero, ejemplo de ello los presentados en el capítulo 8 de este trabajo, sólo podría aplicarse si se utilizan medidas efectivas que garanticen la permanencia de los asegurados en el SBM. Es decir, evitando cambios de entidad aseguradora en caso de incrementos en el malus y la circulación sin seguro. En la actualidad, en el ámbito del Seguro de Automóviles en España se han

puesto en marcha medidas de control de los asegurados con elevada siniestralidad y de vehículos sin seguro: el Fichero Informático de Vehículos Asegurados (FIVA) y el fichero de historial de Siniestralidad de Conductores del conjunto de Entidades Aseguradoras-UNESPA TIREA (SINCO)

6. Con respecto a los SBM de las tres compañías de seguros que operan en España se ha observado que existen diferencias importantes en su comportamiento, tanto en el modo de aplicar los recargos y las bonificaciones como en su dureza.
7. Se ha planteado el efecto franquicia de los SBM con inclusión de los costes diseñados en este trabajo. Básicamente, se argumenta que el asegurado estará dispuesto a pagar una parte del siniestro para evitar que este supere el coste límite a partir del cual se penalizan más duramente los siniestros. Se ha observado como a medida que aumenta dicho coste el asegurado estará dispuesto a pagar una mayor cuantía para evitar mayores recargos.
8. Por último, se ha planteado la idea de incluir el SBM como parte del contrato de la póliza. Es decir, el asegurado podría elegir el coste límite a partir del cual se le penalizarán más severamente los siniestros. Según el coste límite que se seleccionara se le podría aplicar una prima inicial distinta. Una forma lógica de actuar es reducir la prima inicial a medida que el límite disminuye, dado que cuanto menor sea este límite mayor es el número de siniestros que se penaliza con más dureza.

Para finalizar este trabajo se destaca la importancia de poder ampliar el estudio aquí presentado a otros tipos de pólizas de seguro, así como a otros tipos de vehículos. Este análisis más amplio, además de permitir la estimación de los sistemas bonus-malus, facilitará la comparación de cada uno de ellos con el que utilizan las compañías en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

Bolancé, C. (1999) *Estimación núcleo transformada en el análisis del coste de reclamaciones en el seguro del automóvil*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona

Bolancé, C. Guillén, M. y Nielsen, J.P. (2000) "Kernel Density Estimation of Actuarial Loss Functions". Documento de trabajo D 00-4 The Aarhus School of Business.

Consul, P.C. (1990) "A Model for Distributions of Injuries in Auto Accidents", *Mitteilunger der Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker*, pp. 161-168.

Lemaire, J. (1995) *Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.

Islam, M.N. y P.C. Consul (1992) "A Probabilistic Model for Automobile Claims", *Mitteilunger der Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker*, pp. 85-93.

Panjer, H.H. (1987) "Models of Claim Frequency", *Advanced in the Statistical Sciences: Actuarial Science*, VI, pp. 115-125.

Pinquet, J. (1999a) "Allowance for Cost of Claims in Bonus Malus Systems", *THEMA*, University Paris X, 92001 Nanterre, France.

Pinquet, J. (1999b) "Testing for Heterogeneity through Consistent Estimators", THEMA, University Paris X, 92001 Nanterre, France.

Pinquet, J. (1999c) "Allowance for Hidden Information by Heterogeneous Models and Applications to Insurance Rating", THEMA, University Paris X, 92001 Nanterre, France.

Pinquet, J. (1999d) "Designing Optimal Bonus-Malus Systems from Different types of Claims", THEMA, University Paris X, 92001 Nanterre, France.

ANEXO 1: Frecuencias observadas para los valores de las variables relacionadas con las características de los vehículos.

A1.1 Frecuencias y porcentajes sobre el número total de casos para cada año del periodo 1991-1998, asociados a los valores de la variable "año de fabricación del vehículo".

TABLE OF AFVEH BY ANY

AFVEH	ANY								Total
Frequency Percent	91	92	93	94	95	96	97	98	
0	21954 3.93	441 0.08	589 0.11	815 0.15	894 0.16	4 0.00	5 0.00	3 0.00	24705 4.42
1	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
2	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
3	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
4	3 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
5	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
6	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
7	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
8	5 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
9	4 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
11	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
12	4 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
19	1	0	0	0	0	0	0	0	1

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
45	2 0.00	0 0.00	2 0.00						
54	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
56	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	6 0.00
58	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
60	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	10 0.00
61	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	6 0.00
62	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	9 0.00
63	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	17 0.00
64	3 0.00	3 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	27 0.00
65	3 0.00	3 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	8 0.00	8 0.00	8 0.00	36 0.01
66	9 0.00	8 0.00	8 0.00	8 0.00	8 0.00	17 0.00	17 0.00	17 0.00	92 0.02
67	14 0.00	13 0.00	12 0.00	11 0.00	7 0.00	29 0.01	29 0.01	29 0.01	144 0.03
68	33 0.01	25 0.00	24 0.00	25 0.00	25 0.00	55 0.01	54 0.01	53 0.01	294 0.05
69	62 0.01	56 0.01	56 0.01	52 0.01	51 0.01	112 0.02	105 0.02	97 0.02	591 0.11
70	180 0.03	168 0.03	156 0.03	153 0.03	151 0.03	189 0.03	185 0.03	181 0.03	1363 0.24
71	274 0.05	265 0.05	242 0.04	235 0.04	220 0.04	254 0.05	241 0.04	235 0.04	1966 0.35
72	463 0.08	594 0.11	518 0.09	465 0.08	442 0.08	428 0.08	403 0.07	372 0.07	3685 0.66
73	679 0.12	828 0.15	762 0.14	711 0.13	676 0.12	635 0.11	606 0.11	573 0.10	5470 0.98
74	816 0.15	1075 0.19	982 0.18	888 0.16	834 0.15	780 0.14	737 0.13	706 0.13	6818 1.22
75	1120 0.20	1431 0.26	1313 0.24	1204 0.22	1105 0.20	1038 0.19	972 0.17	923 0.17	9106 1.63
76	1269 0.23	1730 0.31	1589 0.28	1435 0.26	1343 0.24	1268 0.23	1200 0.21	1149 0.21	10983 1.97
77	1657 0.30	2464 0.44	2285 0.41	2079 0.37	1954 0.35	1836 0.33	1736 0.31	1665 0.30	15676 2.81

78	1144 0.20	2905 0.52	2712 0.49	2504 0.45	2331 0.42	2220 0.40	2095 0.38	2000 0.36	17911 3.21
79	1093 0.20	3312 0.59	3118 0.56	2875 0.51	2716 0.49	2561 0.46	2398 0.43	2284 0.41	20357 3.65
80	1370 0.25	3615 0.65	3416 0.61	3219 0.58	3034 0.54	2898 0.52	2731 0.49	2602 0.47	22885 4.10
81	3098 0.55	3937 0.71	3754 0.67	3539 0.63	3382 0.61	3257 0.58	3101 0.56	2979 0.53	27047 4.84
82	5035 0.90	5495 0.98	5265 0.94	4996 0.89	4802 0.86	4587 0.82	4376 0.78	4202 0.75	38758 6.94
83	6347 1.14	7747 1.39	7521 1.35	7226 1.29	6943 1.24	6694 1.20	6390 1.14	6187 1.11	55055 9.86
84	4208 0.75	4726 0.85	4612 0.83	4480 0.80	4350 0.78	4213 0.75	4068 0.73	3935 0.70	34592 6.20
85	3098 0.55	3845 0.69	3800 0.68	3719 0.67	3640 0.65	3569 0.64	3454 0.62	3378 0.61	28503 5.11
86	1441 0.26	2584 0.46	2626 0.47	2657 0.48	2676 0.48	2714 0.49	2728 0.49	2691 0.48	20117 3.60
87	2227 0.40	3795 0.68	3873 0.69	3912 0.70	3983 0.71	4043 0.72	4038 0.72	4032 0.72	29903 5.36
88	3368 0.60	4790 0.86	4867 0.87	4933 0.88	4969 0.89	5041 0.90	5049 0.90	5035 0.90	38052 6.82
89	3445 0.62	4732 0.85	4807 0.86	4876 0.87	4933 0.88	5039 0.90	5112 0.92	5157 0.92	38101 6.82
90	2793 0.50	3742 0.67	3809 0.68	3888 0.70	3947 0.71	4063 0.73	4121 0.74	4155 0.74	30518 5.47
91	2221 0.40	2912 0.52	2952 0.53	2997 0.54	3032 0.54	3140 0.56	3193 0.57	3227 0.58	23674 4.24
92	0 0.00	2591 0.46	2727 0.49	2764 0.50	2815 0.50	2901 0.52	2975 0.53	3018 0.54	19791 3.54
93	0 0.00	0 0.00	1433 0.26	1552 0.28	1610 0.29	1751 0.31	1796 0.32	1828 0.33	9970 1.79
94	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1610 0.29	1695 0.30	1787 0.32	1840 0.33	1876 0.34	8808 1.58
95	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1259 0.23	1352 0.24	1378 0.25	1400 0.25	5389 0.97
96	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1339 0.24	1389 0.25	1424 0.26	4152 0.74
97	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1292 0.23	1305 0.23	2597 0.47
98	0 0.00	1096 0.20	1096 0.20						
99	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
Total	69460 12.44	69838 12.51	69837 12.51	69837 12.51	69837 12.51	69838 12.51	69838 12.51	69838 12.51	558323 100.00

Frequency Missing = 381

A1.2 Frecuencias y porcentajes sobre el número total de casos para cada año del periodo 1991-1998, asociados a los valores de la variable "potencia del vehículo".

TABLE OF POTENCIA BY ANY

POTENCIA	ANY								Total
Frequency Percent	91	92	93	94	95	96	97	98	
0	84 0.02	66 0.01	62 0.01	54 0.01	50 0.01	43 0.01	41 0.01	39 0.01	439 0.08
1	39 0.01	31 0.01	21 0.00	22 0.00	21 0.00	21 0.00	20 0.00	20 0.00	195 0.03
3	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	6 0.00
5	5 0.00	5 0.00	4 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	29 0.01
6	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
7	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	12 0.00
8	19 0.00	17 0.00	14 0.00	12 0.00	12 0.00	11 0.00	10 0.00	10 0.00	105 0.02
9	14 0.00	14 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	10 0.00	10 0.00	96 0.02
10	32 0.01	27 0.00	24 0.00	21 0.00	19 0.00	20 0.00	19 0.00	18 0.00	180 0.03
11	23 0.00	17 0.00	14 0.00	12 0.00	11 0.00	11 0.00	11 0.00	11 0.00	110 0.02
12	92 0.02	84 0.02	64 0.01	59 0.01	54 0.01	51 0.01	50 0.01	49 0.01	503 0.09
13	15 0.00	12 0.00	12 0.00	11 0.00	10 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	87 0.02
14	9 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	8 0.00	8 0.00	70 0.01
15	8 0.00	8 0.00	8 0.00	9 0.00	8 0.00	8 0.00	8 0.00	8 0.00	65 0.01
16	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	10 0.00
17	3 0.00	24 0.00							
18	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	10 0.00
20	2 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	11 0.00
23	2	2	2	2	2	2	2	2	16

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
26	1 0.00	8 0.00							
28	1 0.00	8 0.00							
30	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00
32	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	6 0.00
34	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
35	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	6 0.00
36	1 0.00	8 0.00							
38	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	14 0.00
40	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00	6 0.00	6 0.00	21 0.00
42	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	8 0.00
43	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	5 0.00	4 0.00	17 0.00
45	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	5 0.00	10 0.00	20 0.00	24 0.00	63 0.01
46	1 0.00	8 0.00							
48	1 0.00	8 0.00							
49	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	9 0.00
50	14 0.00	13 0.00	11 0.00	11 0.00	12 0.00	13 0.00	12 0.00	14 0.00	100 0.02
52	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	7 0.00
53	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	5 0.00	11 0.00
54	1 0.00	3 0.00	5 0.00	7 0.00	9 0.00	9 0.00	13 0.00	16 0.00	63 0.01
55	1 0.00	5 0.00	7 0.00	13 0.00	17 0.00	21 0.00	32 0.01	39 0.01	135 0.02
57	1 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	4 0.00	5 0.00	4 0.00	4 0.00	24 0.00
58	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	6 0.00

59	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	3 0.00	5 0.00
60	1 0.00	2 0.00	8 0.00	14 0.00	20 0.00	32 0.01	52 0.01	65 0.01	194 0.03
61	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00
62	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	10 0.00
63	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	1 0.00	4 0.00	6 0.00	6 0.00	21 0.00
64	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	13 0.00
65	2 0.00	1 0.00	5 0.00	8 0.00	9 0.00	15 0.00	24 0.00	29 0.01	93 0.02
66	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	6 0.00	6 0.00	8 0.00	25 0.00
67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00	10 0.00
68	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00	8 0.00	12 0.00	31 0.01
69	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	3 0.00	4 0.00	3 0.00	4 0.00	18 0.00
70	1 0.00	1 0.00	4 0.00	3 0.00	5 0.00	8 0.00	11 0.00	16 0.00	49 0.01
71	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	10 0.00	11 0.00	26 0.00
72	0 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	6 0.00	8 0.00	10 0.00	17 0.00	48 0.01
73	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
75	1 0.00	1 0.00	5 0.00	5 0.00	8 0.00	18 0.00	31 0.01	44 0.01	113 0.02
76	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	12 0.00
78	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	6 0.00
79	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	4 0.00	5 0.00	11 0.00
80	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	6 0.00	10 0.00	15 0.00	17 0.00	54 0.01
82	2 0.00	3 0.00	3 0.00	5 0.00	6 0.00	9 0.00	17 0.00	21 0.00	66 0.01
83	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00	7 0.00	8 0.00	25 0.00
85	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00	7 0.00	16 0.00
86	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	13 0.00

87	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
88	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	5 0.00	16 0.00
90	1 0.00	3 0.00	7 0.00	9 0.00	14 0.00	28 0.01	47 0.01	65 0.01	174 0.03
92	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	4 0.00	5 0.00	13 0.00	17 0.00	41 0.01
93	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	8 0.00
94	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	11 0.00
95	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	2 0.00	3 0.00	5 0.00	17 0.00
96	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00
98	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	7 0.00
99	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
100	23 0.00	13 0.00	12 0.00	12 0.00	14 0.00	16 0.00	19 0.00	22 0.00	131 0.02
101	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
103	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	11 0.00
105	1 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	4 0.00	5 0.00	6 0.00	12 0.00	36 0.01
107	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	7 0.00
109	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00	5 0.00	11 0.00
110	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	9 0.00	11 0.00	32 0.01
111	1 0.00	8 0.00							
112	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00	7 0.00	9 0.00	26 0.00
113	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
114	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	3 0.00	8 0.00
115	1 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	7 0.00	10 0.00	13 0.00	15 0.00	53 0.01
117	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
120	2	4	2	2	2	3	6	10	31

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
122	4 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	41 0.01
123	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00
125	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	8 0.00
126	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00
130	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	8 0.00
132	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00
133	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
135	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	6 0.00
136	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00
140	1 0.00	8 0.00							
141	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
143	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
147	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
150	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
151	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00
154	1 0.00	8 0.00							
170	0 0.00	1 0.00	7 0.00						
173	0 0.00	1 0.00	1 0.00						
175	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
184	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00
185	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00
188	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
192	0 0.00	1 0.00	1 0.00						

200	7 0.00	5 0.00	42 0.01						
220	1 0.00	8 0.00							
221	1 0.00	0 0.00	7 0.00						
222	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	10 0.00
250	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00
300	4 0.00	4 0.00	4 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	4 0.00	4 0.00	35 0.01
500	13 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	11 0.00	11 0.00	10 0.00	10 0.00	91 0.02
550	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
555	1 0.00	8 0.00							
600	9 0.00	8 0.00	7 0.00	7 0.00	7 0.00	7 0.00	7 0.00	7 0.00	59 0.01
700	25 0.00	19 0.00	16 0.00	16 0.00	14 0.00	12 0.00	11 0.00	10 0.00	123 0.02
800	209 0.04	180 0.03	156 0.03	147 0.03	137 0.02	127 0.02	120 0.02	113 0.02	1189 0.21
860	1 0.00	8 0.00							
900	93 0.02	84 0.02	75 0.01	72 0.01	69 0.01	67 0.01	63 0.01	61 0.01	584 0.10
1000	349 0.06	294 0.05	273 0.05	257 0.05	242 0.04	230 0.04	219 0.04	204 0.04	2068 0.37
1021	1 0.00	8 0.00							
1073	1 0.00	8 0.00							
1100	222 0.04	196 0.04	177 0.03	165 0.03	148 0.03	140 0.03	132 0.02	128 0.02	1308 0.23
1111	14 0.00	11 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	12 0.00	97 0.02
1120	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	10 0.00
1159	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
1200	315 0.06	262 0.05	233 0.04	222 0.04	214 0.04	206 0.04	194 0.03	189 0.03	1835 0.33
1203	1 0.00	8 0.00							
1222	4 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	2 0.00	2 0.00	23 0.00

1247	1 0.00	8 0.00							
1250	1 0.00	8 0.00							
1254	1 0.00	8 0.00							
1294	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
1300	167 0.03	154 0.03	143 0.03	137 0.02	126 0.02	116 0.02	107 0.02	103 0.02	1053 0.19
1323	1 0.00	8 0.00							
1329	1 0.00	8 0.00							
1400	86 0.02	76 0.01	65 0.01	64 0.01	59 0.01	57 0.01	56 0.01	56 0.01	519 0.09
1500	113 0.02	84 0.02	79 0.01	73 0.01	69 0.01	66 0.01	64 0.01	61 0.01	609 0.11
1540	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
1547	2 0.00	1 0.00	9 0.00						
1600	81 0.01	76 0.01	79 0.01	83 0.01	66 0.01	63 0.01	61 0.01	59 0.01	568 0.10
1700	30 0.01	30 0.01	30 0.01	31 0.01	29 0.01	28 0.01	26 0.00	25 0.00	229 0.04
1800	36 0.01	32 0.01	31 0.01	29 0.01	28 0.01	28 0.01	28 0.01	22 0.00	234 0.04
1833	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
1900	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	22 0.00
2000	26 0.00	22 0.00	17 0.00	16 0.00	16 0.00	16 0.00	16 0.00	15 0.00	144 0.03
2100	1 0.00	8 0.00							
2112	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
2300	312 0.06	290 0.05	276 0.05	270 0.05	265 0.05	262 0.05	263 0.05	259 0.05	2197 0.39
2500	17 0.00	16 0.00	15 0.00	15 0.00	15 0.00	15 0.00	13 0.00	12 0.00	118 0.02
2600	5 0.00	4 0.00	3 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	18 0.00
3000	992 0.18	921 0.16	864 0.15	774 0.14	735 0.13	710 0.13	683 0.12	656 0.12	6335 1.13
3100	0	0	0	1	11	14	14	13	53

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3200	597 0.11	559 0.10	534 0.10	495 0.09	480 0.09	455 0.08	435 0.08	416 0.07	3971 0.71
3300	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	6 0.00
3400	69 0.01	75 0.01	75 0.01	112 0.02	113 0.02	113 0.02	113 0.02	107 0.02	777 0.14
3500	739 0.13	684 0.12	642 0.11	587 0.11	553 0.10	526 0.09	509 0.09	486 0.09	4726 0.85
3600	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	6 0.00
3700	114 0.02	99 0.02	83 0.01	74 0.01	70 0.01	67 0.01	66 0.01	65 0.01	638 0.11
3800	1818 0.33	1746 0.31	1690 0.30	1644 0.29	1614 0.29	1575 0.28	1538 0.28	1498 0.27	13123 2.35
3900	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	7 0.00	15 0.00
4000	1308 0.23	1246 0.22	1206 0.22	1178 0.21	1159 0.21	1133 0.20	1107 0.20	1082 0.19	9419 1.69
4100	116 0.02	115 0.02	119 0.02	152 0.03	161 0.03	167 0.03	172 0.03	176 0.03	1178 0.21
4200	862 0.15	810 0.14	774 0.14	731 0.13	689 0.12	655 0.12	629 0.11	606 0.11	5756 1.03
4300	3271 0.59	2850 0.51	2557 0.46	2286 0.41	2107 0.38	1944 0.35	1809 0.32	1716 0.31	18540 3.32
4400	197 0.04	202 0.04	197 0.04	196 0.04	192 0.03	189 0.03	186 0.03	187 0.03	1546 0.28
4500	10926 1.96	10302 1.84	9850 1.76	9825 1.76	9454 1.69	9114 1.63	8756 1.57	8487 1.52	76714 13.73
4600	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	17 0.00
4700	210 0.04	276 0.05	324 0.06	75 0.01	78 0.01	78 0.01	79 0.01	81 0.01	1201 0.21
4800	97 0.02	95 0.02	92 0.02	91 0.02	90 0.02	90 0.02	86 0.02	83 0.01	724 0.13
4900	217 0.04	223 0.04	230 0.04	475 0.09	466 0.08	470 0.08	454 0.08	452 0.08	2987 0.53
5000	709 0.13	679 0.12	699 0.13	858 0.15	917 0.16	951 0.17	951 0.17	948 0.17	6712 1.20
5100	0 0.00	0 0.00	1 0.00	4 0.00	10 0.00	11 0.00	11 0.00	14 0.00	51 0.01
5200	1726 0.31	1590 0.28	1455 0.26	1289 0.23	1187 0.21	1116 0.20	1040 0.19	985 0.18	10388 1.86
5260	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
5300	349 0.06	373 0.07	397 0.07	415 0.07	423 0.08	433 0.08	431 0.08	427 0.08	3248 0.58

5400	950 0.17	1005 0.18	1058 0.19	1019 0.18	1032 0.18	1029 0.18	1023 0.18	1024 0.18	8140 1.46
5500	4803 0.86	5195 0.93	5353 0.96	5011 0.90	5052 0.90	5026 0.90	4981 0.89	4919 0.88	40340 7.22
5600	131 0.02	127 0.02	124 0.02	121 0.02	122 0.02	125 0.02	119 0.02	117 0.02	986 0.18
5700	1094 0.20	1027 0.18	966 0.17	850 0.15	804 0.14	771 0.14	737 0.13	699 0.13	6948 1.24
5800	116 0.02	124 0.02	141 0.03	155 0.03	175 0.03	206 0.04	251 0.04	299 0.05	1467 0.26
5900	719 0.13	672 0.12	638 0.11	591 0.11	547 0.10	505 0.09	468 0.08	441 0.08	4581 0.82
6000	4540 0.81	4642 0.83	4786 0.86	5117 0.92	5347 0.96	5509 0.99	5809 1.04	6012 1.08	41762 7.47
6100	9 0.00	11 0.00	11 0.00	10 0.00	9 0.00	9 0.00	7 0.00	6 0.00	72 0.01
6200	69 0.01	66 0.01	64 0.01	78 0.01	78 0.01	78 0.01	73 0.01	70 0.01	576 0.10
6300	1555 0.28	1713 0.31	1773 0.32	1791 0.32	1787 0.32	1776 0.32	1784 0.32	1769 0.32	13948 2.50
6400	748 0.13	704 0.13	658 0.12	625 0.11	618 0.11	616 0.11	596 0.11	589 0.11	5154 0.92
6500	3381 0.61	3912 0.70	3822 0.68	3677 0.66	3593 0.64	3522 0.63	3438 0.62	3372 0.60	28717 5.14
6600	616 0.11	624 0.11	627 0.11	615 0.11	606 0.11	599 0.11	577 0.10	563 0.10	4827 0.86
6700	196 0.04	219 0.04	225 0.04	245 0.04	261 0.05	270 0.05	271 0.05	278 0.05	1965 0.35
6800	588 0.10	487 0.09	435 0.08	428 0.08	415 0.07	414 0.07	420 0.08	454 0.08	3621 0.65
6900	699 0.13	668 0.12	657 0.12	643 0.12	626 0.11	605 0.11	537 0.10	535 0.10	4970 0.89
7000	2588 0.46	2510 0.45	2444 0.44	2366 0.42	2308 0.41	2253 0.40	2215 0.40	2211 0.40	18895 3.38
7100	68 0.01	173 0.03	254 0.05	329 0.06	414 0.07	501 0.09	548 0.10	566 0.10	2853 0.51
7200	1964 0.35	1983 0.35	2001 0.36	2001 0.36	1976 0.35	1968 0.35	1948 0.35	1910 0.34	15751 2.82
7300	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00	7 0.00	7 0.00	8 0.00	35 0.01
7400	51 0.01	58 0.01	62 0.01	71 0.01	73 0.01	74 0.01	74 0.01	78 0.01	541 0.10
7500	2914 0.52	3030 0.54	3071 0.55	3178 0.57	3225 0.58	3259 0.58	3325 0.60	3376 0.60	25378 4.54
7600	304 0.05	303 0.05	285 0.05	174 0.03	175 0.03	169 0.03	158 0.03	154 0.03	1722 0.31
7700	113 0.02	103 0.02	96 0.02	139 0.02	130 0.02	121 0.02	118 0.02	112 0.02	932 0.17

7800	62 0.01	113 0.02	153 0.03	152 0.03	159 0.03	167 0.03	173 0.03	176 0.03	1155 0.21
7900	309 0.06	319 0.06	321 0.06	324 0.06	324 0.06	319 0.06	314 0.06	318 0.06	2548 0.46
8000	1424 0.25	1603 0.29	1728 0.31	1817 0.33	1889 0.34	1949 0.35	1966 0.35	1969 0.35	14345 2.57
8100	3 0.00	3 0.00	3 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	4 0.00	4 0.00	25 0.00
8200	613 0.11	708 0.13	805 0.14	891 0.16	942 0.17	1010 0.18	1088 0.19	1116 0.20	7173 1.28
8300	2084 0.37	2064 0.37	2015 0.36	1972 0.35	1906 0.34	1842 0.33	1793 0.32	1739 0.31	15415 2.76
8400	11 0.00	12 0.00	15 0.00	18 0.00	18 0.00	18 0.00	18 0.00	17 0.00	127 0.02
8500	803 0.14	819 0.15	837 0.15	847 0.15	853 0.15	863 0.15	863 0.15	856 0.15	6741 1.21
8600	43 0.01	56 0.01	71 0.01	58 0.01	57 0.01	62 0.01	73 0.01	83 0.01	503 0.09
8700	1 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	6 0.00	12 0.00	17 0.00	40 0.01
8800	257 0.05	263 0.05	260 0.05	271 0.05	273 0.05	268 0.05	260 0.05	258 0.05	2110 0.38
8900	5 0.00	5 0.00	11 0.00	126 0.02	134 0.02	140 0.03	152 0.03	158 0.03	731 0.13
9000	2864 0.51	3190 0.57	3443 0.62	3737 0.67	3933 0.70	4144 0.74	4323 0.77	4497 0.80	30131 5.39
9100	0 0.00	3 0.00	3 0.00	6 0.00	11 0.00	15 0.00	18 0.00	19 0.00	75 0.01
9200	374 0.07	475 0.09	528 0.09	457 0.08	502 0.09	552 0.10	611 0.11	645 0.12	4144 0.74
9300	48 0.01	46 0.01	49 0.01	47 0.01	47 0.01	49 0.01	49 0.01	49 0.01	384 0.07
9400	216 0.04	224 0.04	242 0.04	253 0.05	263 0.05	272 0.05	281 0.05	293 0.05	2044 0.37
9500	638 0.11	608 0.11	597 0.11	610 0.11	635 0.11	643 0.12	611 0.11	605 0.11	4947 0.89
9600	70 0.01	67 0.01	64 0.01	64 0.01	63 0.01	60 0.01	58 0.01	59 0.01	505 0.09
9700	0 0.00	0 0.00	0 0.00	8 0.00	7 0.00	9 0.00	11 0.00	8 0.00	43 0.01
9800	4 0.00	9 0.00	11 0.00	4 0.00	5 0.00	8 0.00	10 0.00	11 0.00	62 0.01
9900	0 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00	6 0.00	8 0.00	8 0.00	9 0.00	39 0.01
10000	410 0.07	456 0.08	520 0.09	575 0.10	608 0.11	632 0.11	685 0.12	743 0.13	4629 0.83
10100	9	12	11	12	12	12	12	14	94

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
10200	52 0.01	53 0.01	53 0.01	65 0.01	70 0.01	77 0.01	88 0.02	92 0.02	550 0.10
10300	132 0.02	133 0.02	156 0.03	175 0.03	192 0.03	211 0.04	223 0.04	224 0.04	1446 0.26
10400	5 0.00	4 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	6 0.00	6 0.00	6 0.00	44 0.01
10500	665 0.12	719 0.13	758 0.14	778 0.14	799 0.14	806 0.14	802 0.14	807 0.14	6134 1.10
10600	21 0.00	29 0.01	30 0.01	32 0.01	33 0.01	31 0.01	34 0.01	37 0.01	247 0.04
10700	46 0.01	207 0.04	224 0.04	244 0.04	245 0.04	248 0.04	250 0.04	254 0.05	1718 0.31
10800	18 0.00	23 0.00	27 0.00	27 0.00	27 0.00	27 0.00	23 0.00	24 0.00	196 0.04
10900	177 0.03	194 0.03	207 0.04	211 0.04	214 0.04	228 0.04	232 0.04	226 0.04	1689 0.30
11000	265 0.05	159 0.03	168 0.03	161 0.03	171 0.03	184 0.03	204 0.04	232 0.04	1544 0.26
11100	2 0.00	2 0.00	3 0.00	8 0.00	8 0.00	11 0.00	17 0.00	20 0.00	71 0.01
11111	8 0.00	7 0.00	57 0.01						
11200	259 0.05	289 0.05	302 0.05	319 0.06	338 0.06	351 0.06	362 0.06	368 0.07	2588 0.46
11300	47 0.01	48 0.01	47 0.01	42 0.01	41 0.01	36 0.01	36 0.01	35 0.01	332 0.06
11400	151 0.03	131 0.02	123 0.02	109 0.02	100 0.02	97 0.02	95 0.02	100 0.02	906 0.16
11500	413 0.07	510 0.09	596 0.11	702 0.13	757 0.14	803 0.14	839 0.15	854 0.15	5474 0.98
11600	11 0.00	23 0.00	26 0.00	36 0.01	44 0.01	47 0.01	51 0.01	53 0.01	291 0.05
11700	19 0.00	19 0.00	20 0.00	20 0.00	20 0.00	17 0.00	17 0.00	17 0.00	149 0.03
11800	72 0.01	67 0.01	62 0.01	60 0.01	63 0.01	62 0.01	60 0.01	55 0.01	501 0.09
11900	1 0.00	8 0.00							
12000	467 0.08	511 0.09	536 0.10	579 0.10	605 0.11	620 0.11	635 0.11	642 0.11	4595 0.82
12100	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00	8 0.00
12200	95 0.02	106 0.02	133 0.02	155 0.03	175 0.03	182 0.03	195 0.03	200 0.04	1241 0.22
12222	1 0.00	8 0.00							

12300	38 0.01	39 0.01	56 0.01	67 0.01	73 0.01	77 0.01	78 0.01	76 0.01	504 0.09
12400	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	12 0.00
12500	220 0.04	249 0.04	272 0.05	224 0.04	231 0.04	233 0.04	254 0.05	263 0.05	1946 0.35
12547	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
12600	0 0.00	1 0.00	7 0.00	12 0.00	19 0.00	19 0.00	19 0.00	19 0.00	96 0.02
12800	23 0.00	23 0.00	22 0.00	24 0.00	25 0.00	27 0.00	27 0.00	27 0.00	198 0.04
12900	54 0.01	67 0.01	76 0.01	85 0.02	90 0.02	89 0.02	94 0.02	95 0.02	650 0.12
13000	128 0.02	147 0.03	156 0.03	162 0.03	165 0.03	178 0.03	186 0.03	201 0.04	1323 0.24
13100	0 0.00	1 0.00	9 0.00	14 0.00	18 0.00	21 0.00	24 0.00	24 0.00	111 0.02
13200	3 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	36 0.01
13300	5 0.00	12 0.00	18 0.00	27 0.00	31 0.01	34 0.01	35 0.01	36 0.01	198 0.04
13500	9 0.00	8 0.00	9 0.00	9 0.00	11 0.00	13 0.00	11 0.00	13 0.00	83 0.01
13600	123 0.02	139 0.02	156 0.03	165 0.03	183 0.03	205 0.04	219 0.04	222 0.04	1412 0.25
13700	1 0.00	1 0.00	5 0.00	20 0.00	22 0.00	20 0.00	19 0.00	18 0.00	106 0.02
13800	44 0.01	46 0.01	45 0.01	49 0.01	49 0.01	51 0.01	53 0.01	56 0.01	393 0.07
13900	17 0.00	18 0.00	21 0.00	26 0.00	28 0.01	29 0.01	30 0.01	33 0.01	202 0.04
14000	38 0.01	50 0.01	55 0.01	45 0.01	46 0.01	53 0.01	59 0.01	59 0.01	405 0.07
14100	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
14200	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	13 0.00
14300	0 0.00	2 0.00	4 0.00	4 0.00	6 0.00	11 0.00	14 0.00	16 0.00	57 0.01
14400	2 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	6 0.00	37 0.01
14500	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	5 0.00	24 0.00
14600	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00
14700	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	2 0.00	4 0.00	16 0.00

14800	7 0.00	6 0.00	6 0.00	8 0.00	10 0.00	10 0.00	11 0.00	9 0.00	67 0.01
15000	34 0.01	43 0.01	53 0.01	72 0.01	85 0.02	93 0.02	104 0.02	110 0.02	594 0.11
15300	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	5 0.00
15500	3 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	5 0.00	5 0.00	6 0.00	7 0.00	43 0.01
15600	8 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	10 0.00	8 0.00	9 0.00	9 0.00	71 0.01
16000	22 0.00	23 0.00	26 0.00	25 0.00	24 0.00	25 0.00	25 0.00	26 0.00	196 0.04
16300	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	6 0.00
16500	2 0.00	3 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	4 0.00	3 0.00	3 0.00	30 0.01
16600	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	6 0.00	6 0.00	6 0.00	30 0.01
16800	2 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	15 0.00
17000	3 0.00	7 0.00	9 0.00	15 0.00	20 0.00	24 0.00	25 0.00	33 0.01	136 0.02
17100	4 0.00	4 0.00	5 0.00	7 0.00	8 0.00	10 0.00	10 0.00	11 0.00	59 0.01
17300	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	9 0.00
17400	2 0.00	6 0.00	7 0.00	7 0.00	8 0.00	8 0.00	9 0.00	9 0.00	56 0.01
17500	3 0.00	4 0.00	5 0.00	4 0.00	5 0.00	5 0.00	6 0.00	6 0.00	38 0.01
17700	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	5 0.00	4 0.00	5 0.00	25 0.00
18000	9 0.00	9 0.00	10 0.00	11 0.00	10 0.00	10 0.00	9 0.00	9 0.00	77 0.01
18200	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	27 0.00
18400	14 0.00	15 0.00	18 0.00	15 0.00	15 0.00	14 0.00	15 0.00	15 0.00	121 0.02
18500	38 0.01	37 0.01	38 0.01	39 0.01	39 0.01	38 0.01	37 0.01	39 0.01	305 0.05
18600	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	10 0.00
18800	1 0.00	2 0.00	2 0.00	6 0.00	7 0.00	9 0.00	11 0.00	11 0.00	49 0.01
19000	9 0.00	11 0.00	11 0.00	12 0.00	11 0.00	12 0.00	13 0.00	14 0.00	93 0.02
19200	1	2	4	17	18	20	23	22	107

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
19300	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00
19500	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	3 0.00	16 0.00
19700	5 0.00	5 0.00	6 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	26 0.00
20000	3 0.00	4 0.00	6 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	38 0.01
20300	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00	11 0.00
20400	3 0.00	4 0.00	4 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	7 0.00	6 0.00	6 0.00	39 0.01
20700	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
21321	1 0.00	8 0.00								
21500	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	5 0.00
21800	12 0.00	13 0.00	12 0.00	13 0.00	15 0.00	14 0.00	15 0.00	15 0.00	15 0.00	109 0.02
22000	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
22500	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	5 0.00
23100	6 0.00	8 0.00	9 0.00	9 0.00	9 0.00	11 0.00	11 0.00	11 0.00	11 0.00	74 0.01
24000	0 0.00	1 0.00	1 0.00							
24100	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00						
25000	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00						
27200	1 0.00	8 0.00								
28600	1 0.00	8 0.00								
30000	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	8 0.00
31500	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
34000	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
39400	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00
50000	2 0.00	16 0.00								

58000	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
65000	640 0.11	14 0.00	13 0.00	13 0.00	11 0.00	11 0.00	10 0.00	9 0.00	721 0.13
90000	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	10 0.00
Total	69838 12.50	558704 100.00							

A1.3 Frecuencias y porcentajes sobre el número total de casos para cada año del periodo 1991-1998, asociados a los valores de la variable "peso del vehículo".

TABLE OF PESO BY ANY

PESO	ANY								Total
Frequency Percent	91	92	93	94	95	96	97	98	
0	67772 12.13	67918 12.16	67948 12.16	67445 12.07	66810 11.96	66060 11.82	65359 11.70	64864 11.61	534176 95.61
56	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	4 0.00	4 0.00	4 0.00	3 0.00	16 0.00
60	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	7 0.00
64	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	5 0.00	6 0.00	7 0.00	9 0.00	28 0.01
66	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	2 0.00	6 0.00	7 0.00	8 0.00	26 0.00
67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00	12 0.00	16 0.00	16 0.00	17 0.00	67 0.01
68	0 0.00	0 0.00	2 0.00	12 0.00	20 0.00	37 0.01	52 0.01	57 0.01	180 0.03
69	0 0.00	0 0.00	0 0.00	15 0.00	23 0.00	29 0.01	38 0.01	43 0.01	148 0.03
70	0 0.00	0 0.00	0 0.00	10 0.00	28 0.01	46 0.01	62 0.01	70 0.01	216 0.04
71	0 0.00	0 0.00	3 0.00	12 0.00	25 0.00	46 0.01	48 0.01	52 0.01	186 0.03
72	0 0.00	0 0.00	1 0.00	8 0.00	19 0.00	25 0.00	38 0.01	44 0.01	135 0.02
73	0 0.00	0 0.00	2 0.00	9 0.00	15 0.00	22 0.00	32 0.01	43 0.01	123 0.02
74	0 0.00	0 0.00	4 0.00	15 0.00	25 0.00	45 0.01	54 0.01	68 0.01	211 0.04
75	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00	7 0.00	11 0.00	15 0.00	18 0.00	55 0.01
76	0	0	1	12	25	39	54	60	191

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
77	0 0.00	0 0.00	1 0.00	4 0.00	15 0.00	22 0.00	28 0.01	31 0.01	101 0.02
78	0 0.00	0 0.00	5 0.00	25 0.00	43 0.01	54 0.01	67 0.01	79 0.01	273 0.05
79	0 0.00	0 0.00	0 0.00	7 0.00	11 0.00	14 0.00	19 0.00	21 0.00	72 0.01
80	0 0.00	0 0.00	1 0.00	6 0.00	9 0.00	20 0.00	46 0.01	60 0.01	142 0.03
81	0 0.00	0 0.00	0 0.00	11 0.00	29 0.01	53 0.01	81 0.01	100 0.02	274 0.05
82	0 0.00	0 0.00	0 0.00	16 0.00	29 0.01	38 0.01	41 0.01	45 0.01	169 0.03
83	0 0.00	0 0.00	4 0.00	36 0.01	62 0.01	82 0.01	112 0.02	128 0.02	424 0.08
84	0 0.00	0 0.00	3 0.00	15 0.00	25 0.00	41 0.01	54 0.01	64 0.01	202 0.04
85	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00	10 0.00	15 0.00	21 0.00	27 0.00	78 0.01
86	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	7 0.00	13 0.00	19 0.00	30 0.01	71 0.01
87	0 0.00	0 0.00	0 0.00	22 0.00	41 0.01	57 0.01	79 0.01	91 0.02	290 0.05
88	0 0.00	0 0.00	5 0.00	24 0.00	50 0.01	74 0.01	103 0.02	126 0.02	382 0.07
89	0 0.00	0 0.00	2 0.00	13 0.00	43 0.01	77 0.01	92 0.02	105 0.02	332 0.06
90	0 0.00	0 0.00	8 0.00	22 0.00	42 0.01	64 0.01	80 0.01	88 0.02	304 0.05
91	0 0.00	0 0.00	3 0.00	17 0.00	30 0.01	48 0.01	62 0.01	74 0.01	234 0.04
92	0 0.00	0 0.00	0 0.00	13 0.00	29 0.01	50 0.01	73 0.01	91 0.02	256 0.05
93	0 0.00	0 0.00	2 0.00	11 0.00	25 0.00	50 0.01	67 0.01	72 0.01	227 0.04
94	0 0.00	0 0.00	5 0.00	28 0.01	50 0.01	87 0.02	110 0.02	120 0.02	400 0.07
95	0 0.00	0 0.00	3 0.00	25 0.00	49 0.01	73 0.01	93 0.02	109 0.02	352 0.06
96	0 0.00	0 0.00	3 0.00	26 0.00	49 0.01	51 0.01	57 0.01	57 0.01	243 0.04
97	0 0.00	0 0.00	3 0.00	16 0.00	26 0.00	38 0.01	46 0.01	55 0.01	184 0.03
98	0 0.00	0 0.00	2 0.00	9 0.00	17 0.00	25 0.00	29 0.01	31 0.01	113 0.02
99	0 0.00	0 0.00	1 0.00	15 0.00	25 0.00	38 0.01	44 0.01	44 0.01	167 0.03

100	19 0.00	19 0.00	18 0.00	27 0.00	42 0.01	53 0.01	62 0.01	80 0.01	320 0.06
101	0 0.00	0 0.00	1 0.00	6 0.00	12 0.00	24 0.00	44 0.01	52 0.01	139 0.02
102	0 0.00	0 0.00	0 0.00	21 0.00	59 0.01	72 0.01	94 0.02	100 0.02	346 0.06
103	0 0.00	0 0.00	1 0.00	26 0.00	51 0.01	87 0.02	108 0.02	118 0.02	391 0.07
104	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	6 0.00	10 0.00	12 0.00	14 0.00	45 0.01
105	0 0.00	0 0.00	1 0.00	8 0.00	12 0.00	28 0.01	40 0.01	53 0.01	142 0.03
106	0 0.00	0 0.00	1 0.00	10 0.00	25 0.00	42 0.01	54 0.01	64 0.01	196 0.04
107	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	5 0.00	9 0.00	14 0.00	15 0.00	44 0.01
108	0 0.00	0 0.00	1 0.00	22 0.00	43 0.01	59 0.01	81 0.01	96 0.02	302 0.05
109	0 0.00	0 0.00	2 0.00	14 0.00	23 0.00	39 0.01	53 0.01	63 0.01	194 0.03
110	0 0.00	0 0.00	3 0.00	20 0.00	35 0.01	69 0.01	94 0.02	105 0.02	326 0.06
111	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	6 0.00	20 0.00	31 0.01	38 0.01	97 0.02
112	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00	14 0.00	21 0.00	25 0.00	33 0.01	97 0.02
113	0 0.00	0 0.00	3 0.00	13 0.00	18 0.00	29 0.01	42 0.01	59 0.01	164 0.03
114	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	5 0.00	7 0.00	13 0.00	16 0.00	43 0.01
115	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	8 0.00	23 0.00	33 0.01	42 0.01	108 0.02
116	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	5 0.00	6 0.00	10 0.00	11 0.00	35 0.01
117	0 0.00	0 0.00	1 0.00	6 0.00	12 0.00	18 0.00	29 0.01	37 0.01	103 0.02
118	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00	6 0.00	8 0.00	11 0.00	33 0.01
119	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	6 0.00	11 0.00	24 0.00
120	0 0.00	0 0.00	3 0.00	6 0.00	7 0.00	15 0.00	27 0.00	32 0.01	90 0.02
121	0 0.00	0 0.00	1 0.00	5 0.00	13 0.00	16 0.00	20 0.00	21 0.00	76 0.01
122	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	5 0.00	5 0.00	8 0.00	20 0.00
123	0 0.00	0 0.00	1 0.00	5 0.00	5 0.00	7 0.00	12 0.00	14 0.00	44 0.01

124	0 0.00	0 0.00	1 0.00	10 0.00	17 0.00	23 0.00	35 0.01	42 0.01	128 0.02
125	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00	8 0.00	12 0.00	20 0.00	46 0.01
126	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	6 0.00	15 0.00
127	0 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00	10 0.00	12 0.00	16 0.00	18 0.00	62 0.01
128	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00	6 0.00	11 0.00	11 0.00	32 0.01
129	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	4 0.00	7 0.00	9 0.00	10 0.00	31 0.01
130	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	4 0.00	9 0.00	10 0.00	15 0.00	39 0.01
131	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00
132	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	5 0.00	7 0.00	7 0.00	24 0.00
133	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00	11 0.00	10 0.00	18 0.00	43 0.01
134	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	4 0.00	6 0.00	12 0.00
135	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	4 0.00	9 0.00	10 0.00	11 0.00	38 0.01
136	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	3 0.00
137	0 0.00	0 0.00	1 0.00	3 0.00	6 0.00	10 0.00	17 0.00	21 0.00	58 0.01
138	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00	9 0.00
139	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	6 0.00	16 0.00
140	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	5 0.00
141	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	7 0.00
142	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	4 0.00
143	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	4 0.00	6 0.00	12 0.00
144	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	9 0.00
145	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	3 0.00	4 0.00	5 0.00	14 0.00
146	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00
148	0	0	0	0	0	1	1	1	3

	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
149	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00	4 0.00	5 0.00	12 0.00	
150	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	6 0.00	6 0.00	7 0.00	20 0.00	
151	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	5 0.00	
155	0 0.00	1 0.00	1 0.00							
156	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	7 0.00	
157	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	
160	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	7 0.00	
165	0 0.00	1 0.00	1 0.00							
170	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	2 0.00	6 0.00	
184	0 0.00	1 0.00	1 0.00							
187	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00	2 0.00	4 0.00	
200	1 0.00	0 0.00	1 0.00							
201	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	3 0.00	
208	0 0.00	1 0.00	1 0.00							
300	6 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	5 0.00	4 0.00	4 0.00	39 0.01	
400	77 0.01	71 0.01	68 0.01	65 0.01	65 0.01	65 0.01	64 0.01	64 0.01	539 0.10	
450	4 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	14 0.00	
500	1955 0.35	1819 0.33	1706 0.31	1603 0.29	1537 0.28	1481 0.27	1448 0.26	1416 0.25	12965 2.32	
700	1 0.00	0 0.00	1 0.00							
826	1 0.00	8 0.00								
1100	1 0.00	8 0.00								
1400	1 0.00	8 0.00								
Total	69838 12.50	558704 100.00								

A1.4 Frecuencias y porcentajes sobre el número total de casos para cada año del periodo 1991-1998, asociados a los valores de la variable "valor del vehículo".

TABLE OF VVEH BY ANY

VVEH	ANY								Total
Frequency Percent	91	92	93	94	95	96	97	98	
0	68944 12.34	69080 12.36	69289 12.40	69468 12.43	69632 12.46	69737 12.48	69827 12.50	69838 12.50	555815 99.48
200	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
250	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
300	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
700	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
750	4 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	8 0.00
800	12 0.00	7 0.00	4 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	28 0.01
850	16 0.00	8 0.00	5 0.00	6 0.00	3 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	38 0.01
900	30 0.01	24 0.00	15 0.00	12 0.00	5 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	88 0.02
950	25 0.00	19 0.00	12 0.00	10 0.00	4 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	71 0.01
1000	26 0.00	16 0.00	11 0.00	7 0.00	5 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	67 0.01
1050	24 0.00	21 0.00	11 0.00	9 0.00	5 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	72 0.01
1100	22 0.00	20 0.00	12 0.00	5 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	62 0.01
1150	27 0.00	17 0.00	9 0.00	7 0.00	4 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	66 0.01
1200	37 0.01	26 0.00	20 0.00	10 0.00	3 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	96 0.02
1250	50 0.01	30 0.01	21 0.00	11 0.00	6 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	120 0.02
1300	40 0.01	32 0.01	23 0.00	15 0.00	12 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	126 0.02
1350	36 0.01	41 0.01	21 0.00	11 0.00	8 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	121 0.02
1400	44 0.01	31 0.01	33 0.01	23 0.00	13 0.00	8 0.00	0 0.00	0 0.00	152 0.03
1450	33	32	17	13	3	2	0	0	100

	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1500	26 0.00	31 0.01	17 0.00	14 0.00	9 0.00	7 0.00	0 0.00	0 0.00	104 0.02
1550	42 0.01	35 0.01	38 0.01	27 0.00	14 0.00	7 0.00	1 0.00	0 0.00	164 0.03
1600	42 0.01	30 0.01	15 0.00	13 0.00	6 0.00	3 0.00	0 0.00	0 0.00	109 0.02
1650	49 0.01	40 0.01	33 0.01	20 0.00	14 0.00	4 0.00	0 0.00	0 0.00	160 0.03
1700	46 0.01	38 0.01	28 0.01	9 0.00	4 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	126 0.02
1750	39 0.01	42 0.01	30 0.01	18 0.00	10 0.00	5 0.00	0 0.00	0 0.00	144 0.03
1800	14 0.00	20 0.00	23 0.00	10 0.00	6 0.00	4 0.00	2 0.00	0 0.00	79 0.01
1850	19 0.00	13 0.00	15 0.00	15 0.00	8 0.00	5 0.00	1 0.00	0 0.00	76 0.01
1900	17 0.00	18 0.00	13 0.00	5 0.00	6 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	61 0.01
1950	9 0.00	11 0.00	9 0.00	10 0.00	9 0.00	7 0.00	3 0.00	0 0.00	58 0.01
2000	9 0.00	7 0.00	5 0.00	8 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	30 0.01
2050	9 0.00	10 0.00	3 0.00	3 0.00	2 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	29 0.01
2100	5 0.00	5 0.00	3 0.00	7 0.00	4 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	26 0.00
2150	8 0.00	8 0.00	9 0.00	7 0.00	4 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	38 0.01
2200	16 0.00	11 0.00	9 0.00	5 0.00	5 0.00	3 0.00	0 0.00	0 0.00	49 0.01
2250	12 0.00	8 0.00	6 0.00	4 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	32 0.01
2300	8 0.00	5 0.00	4 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	17 0.00
2350	6 0.00	5 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	13 0.00
2400	3 0.00	6 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	15 0.00
2450	12 0.00	11 0.00	8 0.00	4 0.00	1 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	38 0.01
2500	7 0.00	8 0.00	7 0.00	8 0.00	3 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	35 0.01
2550	9 0.00	7 0.00	5 0.00	5 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	28 0.01
2600	7 0.00	6 0.00	3 0.00	2 0.00	3 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	25 0.00

2650	6 0.00	5 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	14 0.00
2700	2 0.00	3 0.00	4 0.00	5 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	16 0.00
2750	1 0.00	1 0.00	2 0.00	2 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	7 0.00
2800	5 0.00	6 0.00	1 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	13 0.00
2850	1 0.00	5 0.00	2 0.00	2 0.00	1 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	13 0.00
2900	2 0.00	1 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	7 0.00
2950	2 0.00	4 0.00	3 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	10 0.00
3000	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
3050	0 0.00	1 0.00	3 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
3100	1 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
3150	2 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
3200	0 0.00	2 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	9 0.00
3250	3 0.00	1 0.00	3 0.00	3 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	10 0.00
3300	1 0.00	4 0.00	3 0.00	3 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	14 0.00
3350	2 0.00	0 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
3400	1 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
3450	2 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
3500	3 0.00	2 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00
3550	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
3600	2 0.00	0 0.00	2 0.00						
3650	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	6 0.00
3700	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
3750	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
3800	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00

3850	2 0.00	0 0.00	2 0.00						
3900	0 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
3950	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
4000	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
4050	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 0.00
4150	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
4200	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	2 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
4250	2 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	7 0.00
4600	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
4650	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
4700	0 0.00	0 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	4 0.00
5000	1 0.00	2 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 0.00
5050	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
5150	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
5200	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
5950	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
7100	1 0.00	0 0.00	1 0.00						
7150	0 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.00
7400	1 0.00	1 0.00	1 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.00
Total	69838 12.50	558704 100.00							

ANEXO 2: Ejemplos de Sistemas Bonus-Malus utilizados por algunas aseguradoras españolas.

A2.1 Sistema Bonus-Malus de la Compañía 1

En la tabla A2.1 se presenta uno de los SBM utilizados en España. Al inicio de la relación contractual al asegurado se le asigna el nivel 100, marcado en negrita en la columna sombreada que indica el nivel de prima adquirido. Partiendo de este nivel de prima adquirido a la derecha de la tabla se muestran las bonificaciones alcanzadas según el número de años transcurridos sin declarar siniestros. Del mismo modo, a la izquierda del nivel de prima adquirido se muestran los recargos en función del número de siniestros con culpa declarados en una anualidad.

Tabla A2.1: SBM utilizado por la compañía 1.

RECARGOS ("MALUS")				NIVEL DE PRIMA ADQUIRIDO	BONIFICACIONES ("BONUS")								
NIVELES DE PRIMAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE SINIESTROS DECLARADOS EN UNA ANUALIDAD					NIVELES DE PRIMAS EN FUNCIÓN DE LAS ANUALIDADES CONSECUTIVAS SIN DECLARAR SINIESTROS								
4 ó MAS STROS	3 STROS	2 STROS	1 STROS		1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	6 AÑOS	7 AÑOS	8 AÑOS	9 AÑOS
	90	70	60	50	50								
	100	75	70	60	50								
	110	80	75	70	60	50							
	110	90	80	75	70	60	50						
	120	100	90	80	75	70	60	50					
	130	110	100	90	80	75	70	60	50				
	140	120	100	100	90	80	75	70	60	50			
	150	130	110	110	100	90	80	75	70	60	50		
	150	140	120	120	110	100	90	80	75	70	60	50	
		150	130	130	110	100	90	80	75	70	60	50	
			150	140	120	110	100	90	80	75	70	60	50
			150	150	130	110	100	90	80	75	70	60	50

A2.2 Sistema Bonus-Malus de la Compañía 2

En la tabla A2.2 se presenta el SBM utilizado por otra de las grandes compañías aseguradoras españolas. La principal característica que diferencia este SBM del resto es que establece distintos niveles de "malus" según si el siniestro es de modalidad

responsabilidad civil o modalidad daños. El SBM se aplicará de forma independiente en las dos modalidades (R.C. y Daños). Al contratar la póliza al asegurado se le asigna un nivel 10 y a cada vencimiento se le establecerá un nuevo nivel según el número de siniestros con culpa, declarados en el período de observación. La forma de establecer el nuevo nivel sigue las siguientes reglas:

- ✓ Si no existen siniestros computables y el nivel anterior es igual o inferior a 10 a cada vencimiento se descenderá un nivel.
- ✓ Si no existen siniestros computables y el nivel anterior es 11 o superior el primer año se descenderá un nivel y el segundo consecutivo se regresará a la zona neutra (nivel 10).
- ✓ Si existen siniestros computables y el nivel anterior es igual o inferior a 10 a cada vencimiento se ascenderá dos niveles por cada siniestro computable.
- ✓ Si existen siniestros computables y el nivel anterior es 11 o superior por cada siniestro computable se subirá 3 niveles por cada siniestro computable.
- ✓ Si existen siniestros computables el nivel precedente es 9 y el número de siniestros computables es uno, el nuevo nivel será 10.
- ✓ Cuando el período de observación es inferior a seis meses y no existen siniestros computables el nivel de escala permanece invariable.
- ✓ En siniestros de Daños Propios con importe inferior a 50.000 pesetas, cuando el asegurado esté en zona de "bonus" podrá abonarlo a la compañía tres meses antes del vencimiento para que este siniestro "recomprado" no se considere computable y el asegurado no sea penalizado.
- ✓ El SBM no se aplicará a pólizas de duración inferior al año que no sean renovables anualmente.

Tabla A2.2: SBM utilizado por la compañía 2.

ZONA MALUS									ZONA NEUTRA	ZONA BONUS								
Modalidad	Nivel 18	Nivel 17	Nivel 16	Nivel 15	Nivel 14	Nivel 13	Nivel 12	Nivel 11	Nivel 10	Nivel 9	Nivel 8	Nivel 7	Nivel 6	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
	R.C.	400	325	250	180	150	130	120	110	100	90	80	70	65	60	55	50	45
Daños	150	150	150	150	150	130	120	110	100	90	80	70	65	60	55	50	45	45

A2.3 Sistema Bonus-Malus de la Compañía 3

En la tabla A2.3 se presenta el SBM utilizado por la tercera compañía aseguradoras considerada. La escala del bonus-malus consta de 20 niveles con su correspondiente corrector de la prima. En este caso al contratar la póliza el asegurado se clasifica en un nivel inicial, en función del tipo de vehículo y de las características personales. A cada vencimiento se determina el nuevo nivel asignado al conductor en función de si ha habido o no siniestros con culpa. El modo de asignar este nuevo nivel es el siguiente:

- ✓ Si el conductor no ha tenido siniestros y el nivel precedente era igual o inferior a 11 a cada vencimiento descenderá un nivel.
- ✓ Si el conductor no ha tenido siniestros y el nivel precedente era 12 o superior el primer año descenderá un nivel y el segundo año consecutivo sin siniestros regresará al nivel 11 desde cualquier posición de la escala.
- ✓ No computan como anualidad las fracciones temporales previas al primer vencimiento.
- ✓ Si el conductor ha tenido y declarado algún siniestro durante la anualidad pasada o durante la fracción previa inicial, cada siniestro computable le hace ascender un nivel.

Tabla A2.3: SBM utilizado por la compañía 3.

ZONA MALUS									ZONA NEUTRA	ZONA BONUS									
Nivel 20	Nivel 19	Nivel 18	Nivel 17	Nivel 16	Nivel 15	Nivel 14	Nivel 13	Nivel 12	Nivel 11	Nivel 10	Nivel 9	Nivel 8	Nivel 7	Nivel 6	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
300	200	175	150	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50