



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PRIMA DE CREDIBILIDAD EN EL SEGURO
DE GASTOS MÉDICOS MAYORES
INDIVIDUAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A

GIOVANNI GUTIÉRREZ SIERRA

Tutor:

ACT. JOSÉ FABIÁN GONZÁLEZ FLORES

2012





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1.- Datos del alumno

Gutiérrez

Sierra

Giovanni

51163188

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

302276545

2.- Datos del Tutor

Actuario

José Fabián

González

Flores

3.- Sinodal 1

Actuario

Fernando Alonso

Pérez-Tejada

López

4.- Sinodal 2

Actuario

Guillermo

Miranda

Hernández

5.- Sinodal 3

Actuario

Ricardo

Villegas

Azcorra

6.- Sinodal 2

Actuario

Felipe

Zamora

Ramos

Título

Prima de credibilidad en el seguro de gastos médicos mayores individual.

89 páginas

Agradecimientos

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

Con mucho cariño principalmente a mis padres, Raúl Gutiérrez Martínez y Consuelo Sierra Pastor, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr los objetivos, por esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

A mi hermano Jonathan Gutiérrez Sierra por estar conmigo y apoyarme siempre.

A mis tías Elvira Gutiérrez y Graciela Gutiérrez por todo su apoyo.

Igualmente para expresar mi total agradecimiento al Act. José Fabián González Flores, ya que con su excelente dirección y apoyo ha hecho posible la realización de esta Tesis.

A Arleth Gutiérrez por su comprensión y constante estímulo durante este tiempo que le dedique a la Tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Ciencias que me dieron la oportunidad de formar parte de ellas.

¡Gracias!

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fabián', with a stylized flourish underneath.

Índice general

Índice de cuadros.....	I
Introducción	1
Capítulo 1. Seguros de gastos médicos mayores individual.....	4
1.1 Introducción	4
1.2 Marco regulatorio y normativo.....	5
1.3 Propósito	6
1.4 Coberturas.....	7
1.4.1 Extensión territorial de cobertura.....	9
1.5 Exclusiones	13
1.6 Prima	15
1.7 Siniestralidad procedente por causas	16
1.7.1 Frecuencia	21
1.7.2 Indemnizaciones	21
1.8 Proveedores de servicios médicos.....	23
Capítulo 2. Modelo de credibilidad	26
2.1 Introducción	26
2.2 Fundamentos Bayesianos.....	27
2.2.1 El Punto de Vista Bayesiano	28
2.3 Modelo de credibilidad	29
2.4 Factor de credibilidad.....	30
2.5 Método de Bühlmann	33
2.6 Método de Jerarquización de Jewell.....	37
2.6.1 Estimadores de credibilidad lineales.....	40
2.7 Modelo de Tarificación	44
2.7.1 La Interpretación Bayesiana del Modelo de Tarificación.....	46
2.7.2 La solución Bayesiana.....	48
2.7.3 La solución de Bühlmann	49
2.8 Variables y factores.....	51
2.9 Prima de credibilidad	57
Capítulo 3. Estimación de la prima de credibilidad.....	60
3.1 Introducción	60
3.2 Supuestos	61
3.3 Hipótesis.....	62
3.4 Ajuste sistemático	64
3.4.1 Heterogeneidad	64
3.4.2 Variabilidad	68
3.4.3 Factor de credibilidad	72
3.5 Prima de riesgo.....	76
3.6 Prima de tarifa.....	78
Conclusión.....	80

Bibliografía	82
Anexo CIE – 10	83

Índice de cuadros

Cuadro 1.1 Dependencias reguladoras de la actividad aseguradora.....	5
Cuadro 1.2 Leyes reguladoras y complementarias de la actividad aseguradora.....	6
Cuadro 1.3 Coberturas básicas del seguro de gastos médicos mayores individual.....	8
Cuadro 1.4 Diseño de un producto básico del seguro de gastos médicos mayores.....	11
Cuadro 1.5 Perspectivas razonables para el pago de reclamaciones	13
Cuadro 1.6 Diferenciación de las primas en función de su utilización.....	15
Cuadro 1.7 Padecimientos con mayor siniestralidad en el ramo de accidentes y enfermedad, 2011..	17
Cuadro 1.8 Padecimientos con mayor frecuencia en el ramo de accidentes y enfermedad, 2011.....	18
Cuadro 1.9 Padecimientos con mayor monto promedio en la cartera de gastos médicos, 2011.....	19
Cuadro 1.10 Padecimientos con mayor frecuencia en la cartera de gastos médicos, 2011.....	20
Cuadro 1.11 Procedimientos para determinar el monto indemnizable, según tipo de contrato	22
Cuadro 1.12 Operaciones Análogas	23
Cuadro 2.1 Análisis de sensibilidad de Z	33
Cuadro 2.2 Esperanzas Condicionadas Modelo Jerárquico de Jewell.....	41
Cuadro 2.3 Notación Estructural Modelo de Bühlmann.....	51
Cuadro 2.4 Notación Estructural Modelo Jerárquico de Jewell.....	54
Cuadro 3.1 Cálculo de estimador de heterogeneidad de padecimiento y hospitales	65
Cuadro 3.2 Cálculo de estimador de heterogeneidad de rangos de edad por padecimiento.....	67
Cuadro 3.3 Cálculo de estimador de varianza por padecimiento y hospital	69
Cuadro 3.4 Cálculo de estimador de varianza por rangos y padecimiento	71
Cuadro 3.5 Cálculo de factor de credibilidad Z	73
Cuadro 3.6 Factor de Credibilidad por rango y padecimiento.....	75
Cuadro 3.6 Factor de Credibilidad por rango y padecimiento.....	76
Cuadro 3.7 Prima de credibilidad para aseguradas por grupo de edad.....	77
Cuadro 3.10 Prima de Tarifa por rangos de edad y padecimiento	79

Introducción

El objetivo de esta tesis es presentar las coberturas y características del seguro de gastos médicos mayores individual y, a partir de una metodología de credibilidad, calcular la prima de riesgo como método alternativo de tarificación y ajuste sistemático de la siniestralidad de los padecimientos más catastróficos.

La salud juega un papel fundamental dentro de la vida del ser humano porque le permite, en todo momento, ser útil y cuidar a sus seres queridos, ofreciendo una sensación de tranquilidad y bienestar. Debido al riesgo constante al que está expuesta la salud, tanto de manera personal como familiar, así como los daños a consecuencia de un accidente o enfermedad, los cuales se traducen en un desequilibrio para la economía familiar propiciado, principalmente, por el creciente costo de la atención médica, es importante contar con un seguro de gastos médicos mayores individual, el cual permite enfrentar de manera satisfactoria los gastos derivados de atención y hospitalización médica necesaria para recuperar la salud -en el mejor de los casos-.

En esencia, una póliza de gastos médicos mayores permite transferir a la compañía de seguros, los gastos a consecuencia de un accidente ó enfermedad cubierto por la póliza, si como consecuencia, el asegurado incurriera en cualquiera de los gastos enumerados más adelante, la Compañía pagará o reembolsará el costo de los mismos hasta agotar la suma asegurada, ajustándolos previamente a las limitaciones consignadas en la carátula de la póliza por tipo de gasto, inicio de vigencia y periodo de cobertura, así como a las condiciones generales, endosos y cláusulas adicionales, siempre y cuando la póliza se encuentre en vigor para ese asegurado y el padecimiento se origine dentro de la fecha de cobertura.

En este ámbito y de acuerdo a un estudio realizado por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), en el ramo de gastos médicos mayores los padecimientos causantes de los siniestros más catastróficos y con base en el catálogo de la Clasificación Internacional de Enfermedades de la Organización Mundial de la Salud con acrónimo CIE-10, son: cáncer y tumores, enfermedades del sistema digestivo y padecimientos cardiovasculares. En específico, los cánceres y tumores, conjuntamente, con los accidentes, representaron el 9.5 y 7.0% del gasto total en siniestros catastróficos, respectivamente, en el año 2010. Los cánceres y tumores también representan la mayor frecuencia (1,563 casos). Por tanto, existe una heterogeneidad del número de casos asociados a los cánceres y tumores (frecuencia) en relación con los demás padecimientos; así como una variabilidad del gasto derivado de las reclamaciones (severidad).

Para hacer frente a los problemas a la heterogeneidad en las carteras, como en el seguro de gastos médicos mayores, los actuarios desarrollaron intuitivamente, metodologías propias, con el fin de hacer una tarificación más justa de los riesgos. Es bajo esta premisa que surge la Teoría de la

Credibilidad, la cual consiste en una serie de técnicas estadísticas dirigidas a calcular la prima de seguro según la experiencia individual de siniestralidad del producto y que se fundamenta en la tarificación *a posteriori*, la cual trata de disminuir la heterogeneidad dentro de cada factor de riesgo. En la actualidad, esta teoría ha dado lugar a los diferentes modelos de credibilidad, los cuales convergen en el mismo resultado, el cual se orienta a proponer que la prima a pagar por el asegurado combine tanto la experiencia individual (del grupo de asegurados) como la del producto en general, de manera que se logre una prima de riesgo suficiente para garantizar los principios de suficiencia y equidad.

El modelo que tradicionalmente usan las compañías aseguradoras es frecuentista, es decir, se calculan las primas mediante métodos de tarificación *a priori* y se determinan las tarifas de los grupos con un descuento, además de que no son muy necesarios los conocimientos actuariales y tampoco su automatización por el área de sistemas. En cambio, en los modelos de credibilidad de Bühlmann; Bühlmann-Straub y Jewell se considera la información histórica y se puede emitir un criterio de acuerdo a la siniestralidad. Al considerar esta experiencia se podrá obtener un mayor grado de equidad en las primas de los ejercicios posteriores, al compararla con la inicialmente cobrada.

El sector asegurador mexicano registra, año con año, un crecimiento de primas y activos gracias a un proceso de reconfiguración y mayor competencia. En 2010, la emisión de primas directas ascendió a 241.9 miles de millones de pesos; sin embargo, esto representó un decremento del -0.9% en términos reales respecto al mismo periodo de 2009. Este sector se conformó por 100 instituciones, de las cuales una se reportó como institución nacional, dos como sociedades mutualistas y el resto como instituciones de seguros privadas.

Por ramos, al cierre de diciembre de 2010, las operaciones vida y daños (sin autos) experimentaron decrecimientos reales anuales de -2.2 y -18.2%, en ese orden, mientras que la operación de accidentes y enfermedades creció de forma anual 3.6% en términos reales. Por lo que se refiere a los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social, se observó un crecimiento real anual al cierre del año 2010 de 73.4%.

Los principios técnicos del modelo de tarificación *a posteriori* que se propondrá en la presente tesis para el cálculo de la prima de riesgo en el seguro de gastos médicos mayores individual considerarán como punto de partida una tarifa inicial para cada unidad de riesgo que se modifica en los periodos subsecuentes de acuerdo con la experiencia individual o colectiva, de acuerdo a la evolución de la siniestralidad. Su justificación se basa en el hecho de que dentro de cada clase de riesgo existe una cierta heterogeneidad, debido a la influencia de ciertos factores de riesgo no considerados como los siniestros más representativos: cáncer y tumores, enfermedades del sistema digestivo y padecimientos cardiovasculares:

Las principales ventajas de utilizar estos modelos son: i) primas por conglomerados en mayor detalle que los métodos frecuentistas; ii) se considera la experiencia del actuario que elabora el análisis y la experiencia de la compañía; iii) se aplica mediante automatización, pueden obtenerse primas en un

periodo relativamente corto; iv) cumple con los criterios de equidad y suficiencia de las primas; y, v) aplica la heterogeneidad en un grado básico.

La tesis se presenta *grosso modo* en tres capítulos

El objetivo del primer capítulo es presentar un panorama general y marco normativo del seguro de gastos médicos mayores individual, así como algunas descripciones generales tales como: coberturas, exclusiones, primas y siniestralidad.

Por su parte, en el segundo capítulo se mostrarán los diferentes modelos de credibilidad - clásicos y bayesianos-; así como los supuestos, hipótesis, variables y factores del modelo de tarificación basado en el método de Bühlman y el modelo de jerarquización de Jewell.

Finalmente, en el tercer capítulo se estimará la prima de riesgo con base a la heterogeneidad y variabilidad de los siniestros más catastróficos derivados por cáncer y tumores cáncer y tumores, enfermedades del sistema digestivo y padecimientos cardiovasculares; y así obtener una prima justa y equitativa.

Capítulo 1. Seguros de gastos médicos mayores individual

1.1 Introducción

El seguro de gastos médicos mayores, a diferencia del seguro de accidentes personales en cualquiera de sus modalidades, ampara tanto la enfermedad del asegurado y/o sus dependientes económicos, como los gastos necesarios para la atención de un accidente a los mismos.

Por su complejidad y diversidad, es uno de los seguros más difíciles de manejar, al mismo tiempo el comportamiento de los elevados costos hacen que sea un negocio de alto riesgo. Además de los avances en la medicina son cada vez más trascendentales y constantes lo que provoca que los hospitales utilicen equipos más sofisticados y costosos.

El alto costo de los insumos médicos, medicamentos, reactivos necesarios en laboratorios, pruebas especiales de diagnóstico, renta de quirófanos y habitaciones para la hospitalización de una persona, entre otros, hacen que el seguro de gastos médicos mayores pueda ser la diferencia entre una adecuada atención médica y quirúrgica, o un lamentable desenlace por una falta de atención especializada.

La medicina pública, a cargo de instituciones de salud como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), los hospitales de la Secretaría de Salud (SSA), y los municipales a cargo de cada estado y Municipio, ofrecen cobertura a millones de personas, lo que en ocasiones hace difícil una adecuada atención médica. Por ello, aquellos que alguna vez han hecho uso de un seguro médico privado han comprobado sus bondades y seguramente han quedado convencidos de la importancia de contar con uno.

El seguro de gastos médicos mayores es una de las pólizas más importantes y solicitadas por los asegurados, lo que ha permitido una notable evolución en sus coberturas y condiciones de contratación, principalmente porque cubre los perjuicios económicos a consecuencia de una enfermedad o accidente y permite acceder a tratamientos destinados a recuperar la salud, por lo cual es muy dinámico, ya sea por las diversas formas de manifestación o por la magnitud del riesgo.

Los gastos de salud implican una erogación a la cual se debe hacer frente de manera paulatina o inmediata con el consecuente impacto en la economía de quien ha de solventar dicho gasto. Sin embargo, los costos aumentan en función al grado de especialización del tratamiento. De esto se deduce que los gastos de salud pueden tener desde un impacto menor (como el comprar aspirinas para un dolor de cabeza ocasional) hasta un impacto de mayor severidad (como el costo de una operación de emergencia y de alta complejidad). Es por esta razón que si estos gastos producen una situación de insolvencia o dificultad económica para hacerles frente, entonces son considerados como un gasto médico mayor. En caso contrario, son considerados como un gasto médico menor.

1.2 Marco regulatorio y normativo.

En México coexisten diversas Leyes y Reglamentos, así como Organismos encargados de inspeccionar y vigilar lo relativo a la actividad aseguradora. En este marco regulatorio, se define a la empresa aseguradora como una sociedad con fines lucrativos, constituida como persona moral, conforme a la legislación mexicana, para dar servicio de aseguramiento, tomando en cuenta la observación y cumplimiento de normas establecidas por el Gobierno Federal, a través de las Leyes que regulan la actividad por requerimiento específico y, por su parte, se define el seguro como un contrato de prestación especializada, de tipo civil y mercantil, que requiere también de una Ley específica que lo regule. En el cuadro 1.1 se describen a las instituciones que vigilan el correcto funcionamiento de la actividad aseguradora en el país

Cuadro 1.1 Dependencias reguladoras de la actividad aseguradora

Dependencia	Propósito	
	Órgano	Funciones normativa
Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Dirección General de Seguros y Valores.	Órgano de control y regulación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regular la actividad aseguradora 2. Interpretar, aplicar y resolver, para los efectos administrativos, lo relacionado con las Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. 3. Adoptar todas las medidas relativas a la creación, organización y funcionamiento de las Instituciones Nacionales de Seguros previa consulta al Banco de México y la CNSF. <p>Como ejemplos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Autorización para crear una nueva compañía de seguros b. Autorización para funcionar como compañía de seguros o mutualidad. c. Autorización de funcionarios de los dos primeros niveles en una de estas organizaciones. d. Autorización de un nuevo ramo.
Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.	Órgano de inspección y vigilancia de las Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros dependiente de la SHCP.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisar, vigilar y en su caso sancionar que la operación de los sectores asegurador y afianzador se apeguen al marco normativo. 2. Preservar la solvencia y estabilidad financiera de las Instituciones y así garantizar los intereses de los usuarios. <p>Ejemplos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Inspección y vigilancia de compañías de seguros y de los agentes de seguros. b. Solvencia y estabilidad de las compañías de seguros, margen de solvencia y sus reservas
Comisión	Un órgano de protección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover, asesorar, proteger y defender los derechos e

Dependencia	Propósito	
	Órgano	Funciones normativa
Nacional para la Defensa y Protección de los Usuarios de Servicios Financieros	de los Asegurados:	<p>intereses de las personas que utilizan o contratan un producto o servicio financiero ofrecido por las Instituciones Financieras que operan dentro del territorio nacional.</p> <p>2. Crear y fomentar entre los usuarios una cultura adecuada respecto de las operaciones y servicios financieros.</p>

No obstante, la amplitud de las Leyes, por la basta variedad de riesgos por cubrir, se necesita en ocasiones de la aplicación de las Leyes complementarias o supletorias, según la necesidad del caso, así como reglamentos de las propias Leyes específicas que implementan su aplicación, las cuales se describen en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 Leyes reguladoras y complementarias de la actividad aseguradora

Tipo	Leyes
Regulatoria	<ul style="list-style-type: none"> · Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros. · Ley Sobre el Contrato de Seguro. · Ley de Protección y Defensa de los Usuarios de los Servicios Financieros · Leyes y Códigos Fiscales, Mercantiles y de Comercio. · Reglamento del Seguro de Grupo para la Operación de Vida y del Seguro Colectivo para la Operación de Accidentes y Enfermedades · Estándares Actuariales y Contables.
Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> · Ley Orgánica del Banco de México · Ley General de Sociedades Mercantiles · Ley de Instituciones de Crédito · Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito · Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito · Ley del Mercado de Valores · Ley de Inversiones Extranjeras · Ley de Agrupaciones Financieras · Ley Fiscal Federal

1.3 Propósito

El propósito del seguro de gastos médicos mayores es el de cubrir una lesión o incapacidad que afecte la integridad personal o la salud del Asegurado, ocasionada por un accidente o enfermedad. En esta clase de seguros la Aseguradora, mediante el pago de la prima correspondiente, cubre los gastos hospitalarios, atención médica, intervenciones quirúrgicas, alimentos, medicamentos, análisis clínicos, rayos x, etc. a los asegurados y en su caso a los dependientes económicos cuando así quede convenido en la póliza del seguro.

Estas contingencias serán atendidas al momento que ocurran dependiendo de cuando se inicio la vigencia de la póliza, de acuerdo a sus condiciones, a su suma asegurada contratada y también estarán sujetas al deducible, porcentaje y tope de coaseguro que se haya fijado previamente.

En el momento en que se presenta un accidente una enfermedad, el costo del tratamiento médico puede ser muy elevado por lo que se realiza un gasto que afecta significativamente la economía del asegurado propiciando, en la mayoría de los casos, severos problemas financieros tanto al enfermo como a su familia, en caso extremo la enfermedad provoca la muerte del individuo, quién es el sostén económico.

En este sentido y derivado de estas eventualidades, este seguro cubre los gastos en que incurrió el asegurado en caso de accidente o enfermedad, entendiéndose a ésta como la alteración comprobada de la salud por un médico, ya sea en el funcionamiento de un órgano o parte del cuerpo, que provenga de alteraciones patológicas comprobables, o bien, como resultado de actos independientes a la voluntad del asegurado. Por ende, el seguro está diseñado para cubrir los gastos médicos originados por un accidente y/o enfermedad cubiertos en la póliza, una vez que el monto rebasa el deducible.

1.4 Coberturas

La compañía a cambio del pago de una prima, se obliga a cubrir al Asegurado las indemnizaciones correspondientes a los beneficios enunciados en la descripción de las coberturas, señaladas en la carátula de la póliza, a consecuencia de un accidente cubierto, fractura, diagnóstico de una enfermedad grave o por ser sometido a una intervención quirúrgica. De acuerdo con las condiciones de la póliza y las características del plan contratado, se determinan como procedentes, aclarando que el alcance de las coberturas será exclusivamente dentro de los términos y condiciones que se especifican para otorgar los beneficios como contraprestación de las obligaciones que para el Asegurado corresponden y que se detallan en las condiciones generales.

Los principales gastos cubiertos se derivan, substancialmente, por concepto de: consultas médicas dentro y fuera del hospital; medicamentos recetados por el médico dentro y fuera del hospital; honorarios por intervención quirúrgica; uso de sala de operaciones, de recuperación o de curaciones; honorarios del anestesista; uso de la unidad de terapia intensiva y unidad de coronarias; honorarios de la enfermera; estudios auxiliares de diagnóstico y tratamiento; gastos de alimentación y habitación del Asegurado en el hospital o sanatorio; transporte en ambulancia terrestre; transfusiones consumo de oxígeno, aplicación de sueros y de otras sustancias necesarias para la recuperación de la salud. Estos conceptos pueden variar de una aseguradora a otra, y el pago de las reclamaciones debe hacerse sobre la base de un costo razonable de estos para cada tratamiento en cuestión. Por esta razón, las aseguradoras contratan médicos que vigilan los costos; así como el motivo de su erogación y determinan los gastos que no son necesarios para el bienestar del asegurado; sin embargo, es difícil establecer montos para definir el rango de un costo razonable, debido a que la tarifa a cobrar por un

tratamiento en un hospital puede diferir significativamente de la tarifa para el mismo tratamiento en otro hospital. Es importante resaltar que la cobertura base puede variar de compañía en compañía.

En general, se maneja una misma cobertura en el actual mercado asegurador, la cual esta descrita en el cuadro 1.3

Cuadro 1.3 Coberturas básicas del seguro de gastos médicos mayores individual

Cobertura	Descripción
Gastos de Hospitalización y Médicos.	<p>Siempre que sean proporcionados por instituciones o por personas autorizadas legalmente para el ejercicio de su actividad, que no sean familiares del asegurado.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Honorarios quirúrgicos. La cantidad que se liquide por este concepto incluirá todas las atenciones prestadas al Asegurado por los cirujanos, ayudantes e instrumentistas, consultas postoperatorias, así como por visitas hospitalarias, con ciertos límites. · Honorarios por consultas médicas, con los límites establecidos. · Gastos dentro del Hospital. Representados por el costo de la habitación privada estándar con baño, alimentos, medicamentos, laboratorio, gabinete, y atención general de enfermeras, sala de operaciones o de curaciones y terapia intensiva. · Honorarios del Anestesta, hasta el límite establecido (generalmente es el 30% de los honorarios del cirujano). · Equipo de anestesia y material médico. · Costo de la cama extra para el acompañante, durante la estancia en el hospital. · Honorarios de enfermera. · Tratamientos como radioterapia, quimioterapia, hidroterapia y fisioterapia, entre otros. · Los honorarios médicos por atención hospitalaria hasta los límites establecidos. · Honorarios de médicos quiroprácticos con ciertas restricciones. · Cirugía reconstructiva a consecuencia de accidentes. · Consumo de oxígeno. · Transfusiones de sangre, aplicaciones del plasma, suero y otras sustancias semejantes. · Aparatos ortopédicos y prótesis. · Renta de equipo tipo hospital.
Medicamentos.	Medicamentos consumidos por el Asegurado en el hospital o sanatorio y los adquiridos fuera de éste, siempre que sean prescritos por el médico tratante, que estén relacionados con el padecimiento.
Estudios de Laboratorio y Gabinete	Análisis de laboratorio o estudios de rayos X, isótopos radioactivos, de electrocardiografía, encefalografía o de cualesquiera otros indispensables que hayan sido utilizados para el diagnóstico y/o tratamiento de una enfermedad o accidente cubierto.
Complicaciones	Las complicaciones del embarazo, del parto y del puerperio, de la cónyuge del Asegurado

Cobertura	Descripción
de embarazo, parto o puerperio	titular o la Asegurada titular, con sus restricciones y límites establecidos. En algunas ocasiones se cubre la operación cesárea, según lo establecido en las condiciones de la póliza y casi siempre con un periodo de espera.
Uso de Ambulancia	Ambulancia de traslado terrestre en la localidad hacia o desde el hospital.

En la mayoría de las compañías de seguros, se manejan algunas coberturas que, aunque forman parte de la cobertura base, se sujeta su aplicación al cumplimiento de un periodo de tiempo en que el asegurado debe tener cobertura de gastos médicos mayores a fin de poder cubrir ciertas enfermedades denominadas “padecimientos con periodo de espera”.

El hecho de que estos padecimientos estén sujetos al cumplimiento de cierto periodo de tiempo con cobertura, responde principalmente a que hay ciertos padecimientos cuyo tiempo de desarrollo no es breve, es decir, son padecimientos que por su naturaleza, tienen un periodo mediano o largo de desarrollo, impidiendo así el posible dolo por parte del asegurado, que al saberse poseedor de cierto padecimiento, contrata la cobertura con el fin de que su gasto en la atención de ese padecimiento le sea cubierto por el seguro, en contra de la esencia misma del seguro ya que se trataría de la cobertura de un evento seguro y no de un riesgo.

En general, el mercado de seguros maneja como padecimientos con periodo de espera a los siguientes: Los tratamientos por desmenuzamiento o fragmentación de un cálculo (Litotripsias); operación cesárea y las complicaciones del embarazo; padecimientos ginecológicos; insuficiencia venosa y várices de miembros inferiores y del piso perineal; nariz y/o senos paranasales por accidente; endometriosis; padecimientos de glándulas mamarias; hemorroides, fístulas y fisuras rectales o prolapso del recto; amigdalitis y adenoiditis; y, hernias (incluyendo las de disco).

1.4.1 Extensión territorial de cobertura

En un principio el seguro en cuestión sólo contemplaba los gastos erogados dentro del territorio nacional. Esto es, el beneficio básico cubría solamente padecimientos cuyos síntomas y/o signos se presentaban durante la residencia permanente del Asegurado en México, y sobre los cuales se realizaban gastos médicos dentro del país. Por otra parte, sólo cubría una serie de padecimientos o eventos especificados de antemano, sin tener la flexibilidad de cubrir aquellos eventos nuevos o modificaciones de los ya existentes ante los cambios cualitativos de la morbilidad en la población. Ante estas importantes limitaciones y el dinamismo que se presenta en el área médica, se han introducido diversas coberturas adicionales, con la finalidad de crear una mayor competitividad y abarcar un mayor porcentaje del mercado.

Algunos asegurados, al tener su póliza de gastos médicos mayores mostraron una preferencia por el uso de servicios médicos en otros países. Esta circunstancia obligó a las aseguradoras a establecer dos beneficios adicionales en función a la extensión territorial en la que opera la cobertura, los cuales causan un recargo en la prima, y que son: a) Beneficio de cobertura de emergencia en el extranjero, que cubre padecimientos cuyos síntomas y/o signos se manifiesten mientras el Asegurado se encuentre viajando en el extranjero y sobre los cuales, en función de su urgencia, se realicen gastos fuera del país; y, b) Beneficio de cobertura de atención médica en el extranjero, también conocida como beneficio de ampliación de la cobertura en el extranjero, y su finalidad es cubrir el tratamiento de padecimientos que desarrolle el Asegurado durante su residencia permanente en México, y para los cuales decida ir a atenderse a otro país.

En la práctica, las Aseguradoras notaron que, por razones económicas y geográficas, dicho fenómeno no tiene la misma intensidad en los lugares cercanos a la frontera con Estados Unidos de Norteamérica que en los lugares más lejanos dentro del país. Por ello, se hizo necesaria la vigilancia de la frecuencia y monto de las reclamaciones en relación a su ubicación física a nivel nacional, identificando de este modo, dentro del beneficio de cobertura de atención médica en el extranjero, tres segmentos de acuerdo a la zona geográfica de residencia del Asegurado dentro del propio territorio nacional (con su respectiva diferenciación de tarifas) y que son: i) Zona A, que comprende los primeros 20 a 75 Km. a partir de la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica y la Península de Yucatán -por el paso a la Florida-. En algunas aseguradoras esta zona está delimitada por ciudades perfectamente definidas; ii) Zona B, aquellos Estados fronterizos del norte (incluyendo Baja California Sur) excepto zona A; y, iii) Zona C, que comprende el resto del país.

Esta primera clasificación varía en cada aseguradora, cuando el Asegurado tiene la necesidad de atenderse en el extranjero se acostumbra que el reembolso del monto procedente en ningún caso se realiza en divisa extranjera, sino que se lleva a cabo con su equivalente en moneda nacional, al tipo de cambio a la venta vigente a la fecha en que el asegurado haya efectuado el pago de cada uno de los gastos.

En el cuadro 1.4 se presente una descripción de las coberturas amparadas de un producto básico de gastos médicos mayores individual.

Cuadro 1.4 Diseño de un producto básico del seguro de gastos médicos mayores

Tipo de Seguro: Individual							
Cobertura	Padecimiento	Exclusiones y observaciones	Suma asegurada	Tiempo máximo de pago	Hospitales	Reinstalación	Períodos de espera
Renta diaria por hospitalización	Enfermedades y accidentes cubiertos en GM, sin periodo de espera.	Aplican Exclusiones *	½ SMMGVDF **	30 días por padecimiento	Públicos y privados	Sí	30 días. En el caso de accidentes no aplica.
	Padecimientos: ginecológicos, columna vertebral, glándulas mamarias, adenoiditis, amigdalitis, hemorroides, fístulas y fisuras rectales (o prolapsos del recto), hernias y eventraciones, nariz y senos paranasales.	Aplican Exclusiones *	½ SMMGVDF **	30 días por padecimiento	Públicos y privados	Sí	12 meses
	Parto Normal	Aplican Exclusiones *Se cubren complicaciones del parto, máximo hasta 30 días.	½ SMMGVDF **	2 días.	Públicos y privados	Sí	12 meses
	Cesárea	Aplican Exclusiones *Se cubren complicaciones del parto, máximo hasta 30 días.	½ SMMGVDF **	2 días.	Públicos y privados	Sí	12 meses
	Complicaciones del recién nacido.	Aplican Exclusiones *	½ SMMGVDF **	30 días.	Públicos y privados	Sí	12 meses
Indemnización por enfermedades de alta frecuencia	Colecistectomía	Aplican Exclusiones *	5 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No***	3 meses
	Litotripsia	Aplican Exclusiones *	5 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No***	3 meses
	Apendicectomía	Aplican Exclusiones *	5 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No***	3 meses
	Fractura de Huesos	Excepto pies, manos y nariz.	1 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No***	No aplica
Indemnización por enfermedades de alta severidad	Cáncer	Cáncer de piel e insitu son excluidos.	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No***	3 meses
	Sida	Aplican Exclusiones *	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	4 años

Cuadro 1.4 Diseño de un producto básico del seguro de gastos médicos mayores

Tipo de Seguro: Individual							
Cobertura	Padecimiento	Exclusiones y observaciones	Suma asegurada	Tiempo máximo de pago	Hospitales	Reinstalación	Períodos de espera
	Infarto cardiaco agudo y cirugías de corazón.	Aplican Exclusiones *	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	3 meses
	Derrame o Infarto Cerebral.	Aplican Exclusiones *	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	3 meses
	Trasplante de órganos mayores.	Incluye únicamente: corazón, pulmón, páncreas, riñón, hígado y médula ósea.	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	3 meses
	Insuficiencia renal crónica.	Aplican Exclusiones *	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	3 meses
	Politraumatismos	Aplican Exclusiones *	20 SMMGVDF	No aplica	Públicos y privados	No ***	No aplica
Edades de Aceptación	La Compañía aceptará a personas desde el primer día de nacidas hasta los 64 años, renovación vitalicia.						
Forma de pago	Anual						
Periodo de gracia para pago de prima	30 días.						
Temporalidad del plan	Un año renovable.						
Conductos de venta	Por cualquiera de los autorizados (Agentes, bancos, etc.).						

* Contenidas en el numeral 5, de las Condiciones Generales de la Circular S-8.6

** Monto de indemnización por día

*** En el caso de Indemnización por enfermedades de alta frecuencia o alta severidad, únicamente se indemnizará una vez por padecimiento SMDGVDF Salario Mínimo Diario General Vigente en el Distrito Federal

Especificaciones Adicionales:

1. El Pago se efectúa al asegurado, no es reembolso ni pago directo de Gastos Médicos.
2. Para pago de la Cobertura se requiere Informe médico, radiografías, pruebas y constancias de hospitales.
3. Proceso de Reclamación y solicitud del seguro, homogéneos.
4. Para pago de indemnización diaria por hospitalización, se requiere factura hospitalaria y constancia de los días de hospitalización por parte del Hospital. En caso de institución hospitalaria pública, se solicitará constancia por parte del área de trabajo social.

Un principio de carácter general que se maneja en los textos de los contratos de seguros de gastos médicos mayores, es que el pago de toda reclamación debe efectuarse sobre la base del costo razonable que se requiera para cada tratamiento en cuestión, en el cuadro 1.5 se describen los principales gastos que se derivan de la atención médica desde una perspectiva razonable.

Cuadro 1.5 Perspectivas razonables para el pago de reclamaciones

Tipo de gasto	Descripción
Hospitalarios	Son los relativos al costo de cuarto y alimentos, los cuales son cubiertos de acuerdo a un límite que se fija previamente en el contrato de seguro.
Medicamentos	Corresponden a los medicamentos que sean indicados por el médico tratante, medicamentos externos, quimioterapia.
Honorarios Médicos	Corresponden a los costos establecidos por el médico-cirujano para remunerar su actividad profesional, así como la de sus ayudantes y los gastos de anestesia, que van en función de los honorarios por la intervención quirúrgica.
Estudios Auxiliares	Es el equipo externo, ambulancia, check up, laboratorio, gabinete, resonancias, tomografías
Otros	Es referible a las devoluciones de coaseguro y deducible, comisiones, indemnizaciones

1.5 Exclusiones

Las pólizas de gastos médicos mayores establecen la exclusión de algunos conceptos, ya sea por la frecuencia con la que se presentan, o bien, por la intervención de la voluntad, del asegurado en la agravación del riesgo; porque se trate de tratamientos no reconocidos por la práctica médico-científica ó porque se refieren a padecimientos preexistentes.

Entre los padecimientos excluidos por su alta incidencia y cuya cobertura representaría un recargo a la prima incosteable para el asegurado se pueden mencionar:

- Accidentes o enfermedades que se produzcan mientras el asegurado o dependiente afectado esté en servicio como miembro de cualquier cuerpo militar, de seguridad o vigilancia.
- Lesiones que se produzcan por la participación en una guerra, motín, rebelión o cualquier acto de insurrección civil o militar.

- Lesiones o enfermedades provocadas por radiación, reacción atómica o contaminación radioactiva y sus complicaciones, salvo las derivadas del tratamiento de una enfermedad o accidente amparado.
- Lesiones que se produzcan a consecuencia de delitos intencionales de los que sea responsable el asegurado o cualquiera de sus dependientes.
- Cualquier cuidado o tratamiento y sus complicaciones debido a lesiones auto infligidas, intento de suicidio o suicidio.
- Accidentes sufridos mientras el asegurado o cualquiera de sus dependientes viaje como piloto o pasajero en motocicletas, motonetas, u otros vehículos de motor similares; o bien, participe como piloto, copiloto, ayudante o pasajero en carreras, pruebas o concursos de seguridad, resistencia o velocidad en vehículos de cualquier tipo.
- Tratamientos contra el alcoholismo y otras toxicomanías y sus complicaciones.
- Enfermedades derivadas por la ingestión de bebidas alcohólicas o por el uso de estupefacientes o psicotrópicos.
- Lesiones del asegurado o de cualquiera de sus dependientes derivadas de accidentes al encontrarse bajo el efecto de estupefacientes o psicotrópicos, de los cuales él sea responsable.
- Tratamientos e intervenciones quirúrgicas para reducir o aumentar de peso y sus complicaciones.
- Tratamientos e intervenciones quirúrgicas para corregir o evitar la calvicie y sus complicaciones.
- Cualquier tipo de tratamiento relacionado con hormonas para el crecimiento, y sus complicaciones, independientemente de la causa de la prescripción.
- Tratamientos médicos o quirúrgicos para mejorar la apariencia mediante restauración plástica, corrección o eliminación de defectos de carácter estético y sus complicaciones.
- Cirugía para el cambio de sexo y sus complicaciones.
- Los tratamientos médicos o quirúrgicos contra la impotencia sexual salvo que sean consecuencia directa de una enfermedad amparada o accidente amparado.
- Tratamientos médicos o quirúrgicos para evitar o procurar la procreación y sus complicaciones.
- Curas de reposo, exámenes médicos generales, estudios de cualquier naturaleza para la comprobación del estado de salud, "check-ups", incluyendo exámenes rutinarios de la vista y oídos.
- Tratamientos y estudios psiquiátricos y psicológicos de cualquier tipo, así como los relacionados con trastornos del sueño, de la conducta o del aprendizaje y el síndrome de fatiga crónica.
- Tratamientos o medicamentos que no hayan sido aprobados por la autoridad competente en el lugar en que se hubieran prescrito o brindado y aquéllos que, por su naturaleza, se consideren experimentales.
- Tratamientos quiroprácticos y de acupuntura así como sus complicaciones.
- Cuidado pediátrico incluyendo cualquier tratamiento o cuidado médico relacionado con degeneraciones articulares de las falanges de los pies y sus complicaciones (Hallux Valgus).
- Compra o renta de zapatos ortopédicos, plantillas y similares.

- Reposición de aparatos ortopédicos y prótesis por descuido o mal uso, así como aquellos que ya se utilizaban antes de la fecha de contratación de la presente póliza.
- Tratamiento médico o quirúrgico para corregir cifosis, lordosis o escoliosis y sus complicaciones.
- Tratamientos médicos o quirúrgicos para corregir trastornos de refracción ocular y sus complicaciones.
- La adquisición de anteojos, lentes de contacto y aparatos auditivos externos.
- Tratamientos médicos o quirúrgicos de cualquier tipo si el paciente está infectado por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y sus complicaciones.
- Cualquier complicación derivada o que pueda surgir del tratamiento médico o quirúrgico de los padecimientos, lesiones, afecciones o intervenciones.
- Todas aquellas enfermedades o accidentes amparados cuyo total de gastos médicos procedentes no excedan al deducible estipulado en la carátula de la póliza.

En general se manejan las siguientes exclusiones, aunque por cuestiones de competencia o a veces por exigencia del cliente, se hacen algunas concesiones; convirtiéndose éstas en coberturas adicionales.

Dentro de los padecimientos o eventos excluidos existen algunos que se cubren después de cierto tiempo de estar asegurado de manera ininterrumpida con una misma aseguradora. A este lapso se le conoce como “período de espera”. Éstos dependen de la política de cada aseguradora y del padecimiento de que trate; por ejemplo, algunas compañías cubren los gastos del tratamiento por embarazo y maternidad después de un año de vigencia ininterrumpida del seguro. En el caso del SIDA, tiende a cubrirse después de 4 ó 5 años de estar asegurado sin períodos al descubierto. De esta manera, un padecimiento cuyo origen se encuentre durante vigencias anteriores, puede ser cubierto durante la vigencia actual, siempre y cuando el primer gasto se erogue una vez que termina el periodo de espera.

1.6 Prima

Es la cantidad que paga el Asegurado para tener derecho a la protección y sirve para que la Aseguradora pueda cubrir la contingencia o riesgo previsto en el contrato de seguro, así como los gastos de adquisición, administración y la utilidad esperada. En el siguiente cuadro se muestran algunos tipos de primas y su utilización

Cuadro 1.6 Diferenciación de las primas en función de su utilización

Tipo de prima	Descripción
Pura de riesgo	Es la prima que se obtiene en función de la probabilidad de que ocurra un siniestro y el monto de la pérdida que tendría el asegurado.
Anual	Es aquella que cubre al asegurado por doce meses.

Tipo de prima	Descripción
Tarifa	Es la que aplica la compañía aseguradora a un riesgo determinado y para una cobertura concreta
Nivelada	Es aquella que permanece invariable durante la vigencia del seguro.
Devengada	La que corresponde proporcionalmente a un periodo de riesgo ya ocurrido. Es el porcentaje de la prima que cobra la Aseguradora cuando se cancela el seguro.
Creciente:	Es aquella cuyo importe tiene un aumento sucesivo a medida que pasa el tiempo.
Decreciente	Es aquella que sufre una disminución en su importe a medida que pasa el tiempo.
Fraccionada	Es aquella que se calcula en periodos anuales y es liquidada mediante pagos periódicos más reducidos: Mensual, Trimestral o Semestral. En esta opción de pago, el Asegurado paga un recargo ¹

Para efectos de un contrato de seguro de gastos médicos mayores individual, la prima quedará determinada de acuerdo con el sexo y edad alcanzada de los asegurados, así como de acuerdo con la zona geográfica de atención hospitalaria, deducible, coaseguro y suma asegurada, y finalmente de acuerdo con el Plan contratado en la fecha de inicio de vigencia de la Póliza.

El incremento de primas en cada renovación será el que resulte de calcular y actualizar, con información suficiente, homogénea y confiable, los parámetros de la prima conforme a lo establecido para tales efectos en la nota técnica. La prima correspondiente a cada uno de los recibos, vencerá al término de cada periodo pactado, salvo el primer recibo, por el cual el Contratante dispondrá de 30 días naturales, a partir de la fecha de inicio de renovación de la vigencia, para efectuar el pago de la prima, plazo en el cual el seguro continuará en pleno vigor.

1.7 Siniestralidad procedente por causas

Las causas que originan la enfermedad repercuten sustancialmente en el precio de los tratamientos médicos, lo cual tiene una incidencia directa en el costo del seguro por lo que el asegurador debe limitar su cobertura sólo a cierto tipo de enfermedades, así como revisar y adecuar los niveles de la prima, el deducible y el coaseguro. En base de un estudio realizado por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), las enfermedades con mayor frecuencia y severidad, en el ramo de accidentes y enfermedades, se clasificaron en 25 categorías generales. De ellas, se encuentra el embarazo y parto en primer lugar con el 6.7% de los casos y sus respectivos montos pagados por

¹ Las razones por las cuales se aplica este recargo son: i) La pérdida de intereses sobre la parte de la prima no pagada; ii) Los gastos adicionales para efectuar la cobranza; y, iii) Los costos de movimientos extra a la contabilidad de la póliza.

ellos. El cuadro 1.7 muestra las distintas causas, así como su frecuencia y severidad respecto del total de estos siniestros.

Cuadro 1.7 Padecimientos con mayor siniestralidad en el ramo de accidentes y enfermedad, 2011

	Padecimiento	Frecuencia (casos)	Severidad (promedio)	(%)
1	Otros tumores malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y tejidos afines	136	377,249	11.6
2	Leucemia	107	247,017	7.6
3	Otros trastornos respiratorios originados en el periodo perinatal	172	170,848	5.3
4	Crecimiento fetal lento, desnutrición fetal y trastornos relacionados con la gestación corta y el bajo peso al nacer	229	141,002	4.4
5	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	1,669	140,257	4.3
6	Tumor maligno de la mama	277	120,772	3.7
7	Otras enfermedades isquémicas del corazón	553	119,049	3.7
8	Artrosis	383	105,076	3.2
9	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrales	1,693	104,148	3.2
10	Colelitiasis y colecistitis	937	85,719	2.6
11	Otras enfermedades del sistema nervioso	590	83,662	2.6
12	Enfermedad diverticular del intestino	591	79,343	2.4
13	Otras distopatías	551	77,986	2.4
14	Otras enfermedades cardíacas	1,625	77,021	2.4
15	Neumonía	806	76,463	2.4
16	Enfermedades del apéndice	631	71,809	2.2
17	Trastornos no inflamatorios del ovario, de la trompa de Falopio y del ligamento ancho	408	66,702	2.1
18	Trastornos de la mama	817	65,107	2.0
19	Otros trastornos de las articulaciones	1,140	63,318	2.0
20	Litiasis urinaria	696	62,959	1.9
21	Otras hernias	410	55,251	1.7
22	Otros síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	1,347	54,622	1.7
23	Leiomioma del útero	800	52,491	1.6
24	Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	531	52,007	1.6
25	Personas en contacto con los servicios de salud para investigación y exámenes	848	50,929	1.6
	Total	17,947	2,600,804	80

Fuente: Indicadores de padecimientos de gastos médicos mayores. AMIS. 2011 (segundo trimestre)

Cuadro 1.8 Padecimientos con mayor frecuencia en el ramo de accidentes y enfermedad, 2011

	Padecimiento	Frecuencia (casos)	Severidad (promedio)	(%)
1	Luxaciones, esguinces y desgarros de regiones especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	3,219	47,438	5.4
2	Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas y de múltiples regiones del cuerpo	2,792	41,166	4.7
3	Otras complicaciones del embarazo y del parto	2,218	24,012	3.7
4	Fracturas de otros huesos de los miembros	1,833	42,529	3.1
5	Trastornos de los discos cervicales y de otros discos intervertebrados	1,693	104,148	2.8
6	Otros tumores in situ y benignos, y tumores de comportamiento incierto y desconocido	1,669	140,257	2.8
7	Otras enfermedades de la nariz y de los senos nasales	1,653	31,543	2.8
8	Otras enfermedades cardíacas	1,625	77,021	2.7
9	Personas en contacto con los servicios de salud por otras razones	1,459	21,039	2.5
10	Otros síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	1,347	54,622	2.3
11	Diarrea y gastroenteritis de presunto de presunto origen infeccioso	1,231	30,111	2.1
12	Infarto agudo del miocardio	1,196	46,810	2.0
13	Otras enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	1,189	47,132	2.0
14	Otros trastornos de las articulaciones	1,140	63,318	1.9
15	Trastornos de los tejidos blandos	1,005	41,409	1.7
16	Colelitiasis y colecistitis	937	85,719	1.6
17	Otras enfermedades del sistema urinario	885	40,765	1.5
18	Personas en contacto con los servicios de salud para investigación y exámenes	848	50,929	1.4
19	Trastornos de la mama	817	65,107	1.4
20	Neumonía	806	76,463	1.4
21	Leiomioma del útero	800	52,491	1.3
22	Litiasis urinaria	696	62,959	1.2
23	Bronquitis aguda y bronquiolitis aguda	694	35,682	1.2
24	Otras enfermedades de los intestinos y del peritoneo	688	42,622	1.2
25	Enfermedades del apéndice	631	71,809	1.1
	Total	33,071	1,397,100	55.5

Fuente: Indicadores de padecimientos de gastos médicos mayores. AMIS. 2010.

En el caso de Allianz México, obteniendo la estadísticas del 2011 en el ramo individual, de acuerdo a la CIE-10², tomando en cuenta las 25 enfermedades con mayor severidad y las 25 con mayor frecuencia, donde las enfermedades de tumores son los de mayor monto pagado. El cuadro 1.9 muestra las principales causas, así como su frecuencia y severidad.

Cuadro 1.9 Padecimientos con mayor monto promedio en la cartera de gastos médicos, 2011.

	Padecimiento	Frecuencia (casos)	Severidad (promedio)	(%)
1	Ocupante de automóvil lesionado en accidente de transporte	11	869,185	6.0
2	Enfermedades musculares y de la unión neuromuscular	4	767,888	5.3
3	Tumores malignos de los huesos y de los cartílagos articulares	2	730,116	5.0
4	Tumores (neoplasias) malignos de sitios mal definidos, secundarios y de sitios no especificados	2	702,596	4.8
5	Tumores malignos de los órganos digestivos	29	591,635	4.1
6	Tumores malignos de los órganos respiratorios e intratorácicos	6	580,310	4.0
7	Tumores (neoplasias) malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines.	36	393,692	2.7
8	Tumores malignos del ojo, del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso central	6	376,573	2.6
9	Malformaciones congénitas del sistema circulatorio	10	330,347	2.3
10	Tumores malignos de los tejidos mesoteliales y de los tejidos blandos	10	300,852	2.1
11	Otras enfermedades de la pleura	4	296,208	2.0
12	Enfermedades cerebrovasculares	45	234,376	1.6
13	Polineuropatías y otros trastornos del sistema nervioso periférico	3	230,844	1.6
14	Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)	8	220,902	1.5
15	Otros trastornos del sistema nervioso	6	207,840	1.4
16	Enfermedades del hígado	14	198,667	1.4
17	Insuficiencia renal	11	179,996	1.2
18	Tumores malignos del labio, de la cavidad bucal y de la faringe	10	165,134	1.1
19	Tumor maligno de la mama	56	159,365	1.1
20	HelminCIAS	2	143,579	1.0
21	Enfermedades desmielinizantes del sistema nervioso central	13	138,368	1.0
22	Tumores (neoplasias) de comportamiento incierto o desconocido	81	133,742	0.9
23	Trastornos relacionados con la duración de la gestión y el crecimiento fetal	31	130,999	0.9
24	Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso central	6	129,901	0.9
25	Tumores malignos de los órganos genitales femeninos	13	129,299	0.9
	Total	419	8,342,415	57.3

Fuente: Elaboración propia a partir de estadística de Allianz, 2011.

² La CIE-10 es el acrónimo de la Clasificación internacional de enfermedades, décima versión correspondiente a la versión en español (ICD, por sus siglas en inglés de *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*) y determina la clasificación y codificación de las enfermedades y una amplia variedad de signos, síntomas, hallazgos anormales, denuncias, circunstancias sociales y causas externas de daños y/o enfermedad

Cuadro 1.10 Padecimientos con mayor frecuencia en la cartera de gastos médicos, 2011

	Padecimiento	Frecuencia (casos)	Severidad (promedio)	(%)
1	Parto	626	29,652	8.2
2	Traumatismos del tobillo y del pie	371	12,876	4.9
3	Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	304	33,034	4.0
4	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	283	24,082	3.7
5	Traumatismos de la cabeza	272	30,995	3.6
6	Traumatismo de la rodilla y de la pierna	255	29,894	3.3
7	Tumores (neoplasias) benignos	228	54,525	3.0
8	Otras dorsopatías	208	109,996	2.7
9	Enfermedades infecciosas intestinales	205	17,374	2.7
10	Traumatismos de la muñeca y de la mano	190	15,188	2.5
11	Enfermedades hipertensivas	181	17,297	2.4
12	Trastornos no inflamatorios de los órganos genitales femeninos	175	29,053	2.3
13	Enfermedades isquémicas del corazón	173	97,568	2.3
14	Otros trastornos articulares	173	64,482	2.3
15	Trastornos de la vesícula biliar, de las vías biliares y del páncreas	153	74,412	2.0
16	Hernia incluye hernia adquirida, congénita [excepto del diafragma o del hiato] y recurrente	137	38,524	1.8
17	Enfermedades de las venas y de los vasos y ganglios linfáticos, no clasificados en otra parte	136	32,995	1.8
18	Enfermedades del apéndice	129	113,217	1.7
19	Traumatismos del antebrazo y del codo	123	18,559	1.6
20	Otras enfermedades de los intestinos	116	42,204	1.5
21	Diabetes mellitus	111	25,839	1.5
22	Traumatismos del hombro y del brazo	106	40,793	1.4
23	Litiasis urinaria	95	60,180	1.2
24	Trastornos del cristalino	94	29,975	1.2
25	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	91	24,617	1.2
	Total	4,935	1,067,330	64.7

Fuente: Elaboración propia a partir de estadística de Allianz, 2011.

La cartera gastos médicos mayores individual se destaca como el ramo de mayor crecimiento dentro de las operaciones de esta compañía de seguros. El punto puede obedecer a tres importantes factores: i) renovaciones en dólares; ii) renovaciones con actualización de suma asegurada o por cambio de edad; y, iii) colocación de pólizas nuevas, en términos de mayor penetración del mercado. En todos los casos, el resultado es atribuible a los esfuerzos del sector.

El resultado de 12.96% de crecimiento en gastos médicos mayores individual es, a su vez, un indicador de confianza del público hacia este seguro; particularmente, si se toma en cuenta el entorno recesivo en que se ha venido desarrollando la colocación de las pólizas correspondientes.

1.7.1 Frecuencia

A menudo es difícil elegir la medida de frecuencia de siniestralidad más adecuada para un determinado tipo de seguro. La frecuencia de siniestralidad es el número de siniestros en un periodo determinado. Se suele medir con un porcentaje relacionando el número de siniestros en un año de cada 100 riesgos expuestos.

La severidad y la frecuencia en la ocurrencia de siniestros resulta una referencia importantísima a la hora de comprobar los beneficios de una póliza de gastos médicos. En específico, los seguros de gastos médicos mayores se derivan de una alta proporción de severidad del siniestro, lo cual se debe a que en la medida en que las necesidades de servicios de salud no previstos son mayores debido al grado de severidad con que afectan al individuo, el aprovechamiento del seguro es más amplio. No obstante, la experiencia de las instituciones de seguro en productos de gastos médicos mayores muestra que, en general, la frecuencia con la cual se presenta un siniestro, disminuye, en la medida de que su impacto económico es mayor.

Es posible observar que las enfermedades leves tienen un costo mínimo y una incidencia alta; por el contrario, las enfermedades calificadas como graves o que requieren de atención médica especializada, las cuales se presentan con menor frecuencia, pero cuando lo hacen, su impacto económico es muy alto. Son varios los factores que influyen en la frecuencia de siniestralidad, entre ellos se destacan: Edad, género, medio ambiente en cual vive y actúa el asegurado, profesión u ocupación, ingresos, solvencia moral, atractivo de la cobertura, deducible, coaseguro, periodo de espera, exclusiones del contrato.

1.7.2 Indemnizaciones

Contractualmente, la póliza de gastos médicos mayores individual establece como formas en que la aseguradora podrá indemnizarte son:

El primero se denomina *reembolso de gastos médicos* en el cual el asegurado paga al médico u hospital y después por medio de una reclamación presentada a la aseguradora, ésta paga al asegurado los gastos que hayan sobrepasado las cantidades del deducible y del coaseguro y los gastos incurridos por enfermedad o accidente cubierto son pagados por el propio asegurado y, posteriormente, la compañía de seguros, una vez aceptada la reclamación y aplicados los límites del contrato y participación del asegurado, reintegra dichos importes. Por su parte, la segunda modalidad se denomina *sistema de pago directo*, en el cual el asegurado solo paga el deducible y coaseguro y la aseguradora paga directamente al médico u hospital, una vez que haya sido aceptado la reclamación y aplicado los límites del contrato, liquida los gastos incurridos directamente al hospital y/o médico tratante, siempre y cuando se encuentren bajo convenio con dicha aseguradora. En todo momento el asegurado puede optar por una u otra opción; sin embargo, para el pago directo se requiere que no existan primas al descubierto.

Es un hecho demostrado que el número de reclamaciones de un monto bajo es más grande que el de reclamaciones de montos superiores. Por esta razón, las aseguradoras establecieron una cantidad a partir de la cual comienza el beneficio del seguro. Esta cantidad inicial de la reclamación se denomina deducible y es un monto o porcentaje fija para cada contrato, a partir de la cual empieza la responsabilidad de la aseguradora y que, por lo tanto, absorbe el Asegurado.

Puede aplicarse por evento individual, por reclamación, por familia, por año, etc. Es importante señalar que el deducible es una cantidad que el contratante estima que puede solventar sin que se comprometa su economía familiar. Por tal motivo, se considera que un gasto médico debe rebasar esta cantidad para ser considerado un gasto médico mayor.

Para lograr que dentro de los montos de reclamaciones que gozan del beneficio del seguro no existiese dolo al escoger lugares de un costo superior al normal, se establece un porcentaje del monto de la reclamación que debe ser absorbido por el asegurado. Una vez aplicado el deducible, un porcentaje del monto de cada siniestro (o de cada reclamación, según la política de cada compañía) queda a cargo del Asegurado. A este porcentaje se le conoce como coaseguro y puede aplicarse por evento, por reclamación, topado, etc.

En el caso de reclamaciones por accidente se ha establecido la regla (como práctica generalizada) de no aplicar el deducible ni el coaseguro. Esta participación hace que si el Asegurado opta por un deducible superior al básico, obtenga un descuento en la tarifa. Caso contrario, deberá pagar una tarifa incrementada. Lo mismo sucede con respecto al coaseguro.

Para el cálculo de la indemnización, existen dos criterios para determinar el monto indemnizable autorizado y que se denota como contratos tipo A y contratos tipo B. La diferencia entre ambos contratos radica en que los contratos Tipo A proporcionan una mayor cobertura a los asegurados, con respecto a los que son de Tipo B, debido a que estos últimos de antemano acotan la suma asegurada por el monto reclamado, y a partir de esa cantidad descuentan el deducible y el coaseguro. Esta situación se describe en el cuadro 1.11 que muestra los procedimientos para determinar el monto indemnizable.

Cuadro 1.11 Procedimientos para determinar el monto indemnizable, según tipo de contrato

Contrato Tipo "A"	Contrato Tipo "B"
1. Aplica los límites establecidos para cada concepto de la cobertura.	1. Aplica los límites establecidos para cada concepto de cobertura.
2. Descuenta deducible correspondiente.	2. Compara este resultado con la suma asegurada y toma la menor de ambas cantidades.
3. Aplica el coaseguro.	3. Descuenta el deducible correspondiente y
4. Compara la cifra resultante con la suma asegurada determinando el monto indemnizable como la mínima entre ambas cantidades.	4. Aplica el coaseguro y determina con la cantidad resultante el monto indemnizable.

Finalmente, es importante resaltar que, en términos del Artículo 66 de la Ley Sobre el Contrato de Seguro, se estipula lo siguiente: *Tan pronto como el Asegurado o el beneficiario, en su caso, tengan conocimiento de la realización del siniestro y del derecho constituido a su favor por el contrato de seguro, deberán ponerlo en conocimiento de la empresa aseguradora.”...”Salvo disposición en contrario de la presente ley, el Asegurado o el beneficiario gozarán de un plazo máximo de cinco días para el aviso que deberá ser por escrito si en el contrato no se estipula otra cosa.”*

Las indemnizaciones que resulten conforme al Contrato de Seguro serán liquidadas en el curso de los 30 días naturales siguientes a la fecha en que la Compañía reciba los documentos e información que le permitan conocer el fundamento de la reclamación.

1.8 Proveedores de servicios médicos

Los proveedores de servicios médicos son aquellos profesionales, instituciones y organismos encargados del control de la salud, en donde participan médicos, hospitales, farmacias, laboratorios clínicos, gabinetes, centros de diagnóstico y otros apoyos médicos, contratados, que trabajan en convenio con la compañía aseguradora.

Dentro de los proveedores de servicios médicos encontramos operaciones análogas de acuerdo a la información que se muestra en el cuadro 1.12.

Cuadro 1.12 Operaciones Análogas

Operación	Descripción
<p>1 Administración de Servicios Médicos.</p>	<p>Por administración de servicios médicos se considerará la operación que se contrate entre la institución de seguros y un contratante, en la cual, mediante el cobro de una contraprestación y sin que la institución de seguros asuma de manera directa o indirecta riesgo alguno, ésta se obliga a llevar a cabo la administración de servicios del contratante relacionados con los ramos de gastos médicos y salud, sin efectuar pago alguno por este concepto. El contratante deberá ser obligado a asumir el costo de los servicios de que se trate.</p> <p>La administración de servicios médicos se autoriza como operación análoga y conexas, siempre y cuando la institución de seguros cuente con la autorización respectiva para operar el ramo con el que se relacionen los servicios contratados y presente prima emitida en el mismo.</p>
<p>2 Administración de Pagos a Proveedores de Servicios Médicos.</p>	<p>Por administración de pagos a proveedores de servicios médicos se considerará la operación que se contrate entre la institución de seguros y un contratante, en la cual, mediante el cobro de una contraprestación y sin que la institución de seguros asuma de manera directa o indirecta riesgo alguno, ésta se obliga a cubrir el costo de los servicios médicos relacionados con los ramos de gastos médicos y salud, con recursos que provea el contratante para cada servicio prestado por el proveedor. El contratante deberá ser obligado a asumir el costo</p>

Operación	Descripción
	<p>de los servicios de que se trate.</p> <p>La administración de pagos a proveedores de servicios médicos se autoriza como operación análoga y conexas, siempre y cuando la institución de seguros cuente con la autorización respectiva para operar el ramo con el que se relacionen los servicios contratados y presente prima emitida en el mismo.</p>
<p>3 Prestación de Servicios de Salud.</p>	<p>Por prestación de servicios de salud se considerará la operación que se convenga entre la institución de seguros y un contratante o usuario de servicios de salud, en la cual, mediante el cobro de una contraprestación y sin que la institución de seguros asuma de manera directa o indirecta riesgo alguno, ésta se obligue a prestar servicios relacionados con el ramo de salud en instalaciones propiedad de la institución de seguros.</p> <p>La prestación de servicios de salud se autoriza como operación análoga y conexas, siempre y cuando la institución de seguros cuente con la autorización respectiva para operar el ramo con el que se relacionen los servicios contratados y presente prima emitida en el mismo.</p>

Dentro de Allianz México se ha diseñado un Seguro de Gastos Médicos Mayores, que entre otras ventajas brinda:

1. Atención garantizada las 24 horas, los 365 días del año;
2. Compromiso de Reembolso en un plazo no mayor a cinco días hábiles (DF, Guadalajara y Monterrey);
3. Pago directo a médicos y hospitales de la red establecida;
4. Atención médica en el extranjero;
5. Gastos dentro y fuera del hospital;
6. Tratamientos dentales en caso de accidente;
7. Cobertura de nariz por accidente y enfermedad > cobertura de daño psicológico;
8. Cobertura de padecimientos preexistentes. Siempre y cuando hayan transcurrido 3 años de periodo de espera y hayan sido declarados y aceptados por Allianz.;
9. Tratamiento contra VIH y Sida con periodo de espera de 4 años;
10. Segunda opinión médica;
11. Accidentes ocasionados por deportes o actividades peligrosas;
12. Programación de cirugías con el beneficio de pago directo
13. Red de médicos especialistas y hospitales de prestigio, entre los que destacan los siguientes hospitales que se muestran en la Figura 1.1

Figura 1.1 Principales Hospitales dentro de la red de Allianz



Capítulo 2. Modelo de credibilidad

2.1 Introducción

La Teoría de la Credibilidad como disciplina matemática, toma sus métodos de diversos campos de las matemáticas: la estadística Bayesiana, el análisis funcional, las técnicas de mínimos cuadrados, la modelización sobre el espacio de estados, etc. partiendo de las ideas originales de Whitney y Mowbray autores contemporáneos como Bailey, Longley-cook, Mayerson, Bühlmann, Straub y Jewel se han encargado de proporcionar a esta teoría una fundamentación matemática rigurosa, convirtiéndola en una de las ramas más atractivas y estudiadas de la ciencia actuarial.

Definir qué es la Teoría de Credibilidad resulta una tarea difícil, como se desprende del hecho de que distintos tratadistas no hayan dado propiamente una definición de la misma. Así por ejemplo, Hickman, J. (1975), pp. 181 define la Teoría de Credibilidad del siguiente modo:

“La Teoría de Credibilidad es una colección de ideas concernientes al ajuste sistemático de las primas de seguros a medida que se obtiene la experiencia de reclamaciones.”

Norberg, R. (1979), pp. 181, considérea que :

“La Teoría de Credibilidad investiga ciertos principios y métodos para ajustar las primas a medida que la experiencia de las reclamaciones es obtenida.”

Ambas definiciones son parecidas y permiten aproximarse al concepto de la Teoría de Credibilidad, el cual se irá afianzando a medida que se estudie la evolución que ha experimentado la misma desde sus orígenes.

Whitney, A. (1918) fue uno de los primeros autores que se ocupó del tema y estableció que en los seguros de compensación obrera, en los seguros de grupo, en algunos seguros de responsabilidad, y posiblemente en otros tipos de seguros, el riesgo asegurado proporciona una experiencia de sí mismo, esto es, las contingencias aseguradas ocurren con suficiente frecuencia como para proporcionar información útil. Para él, el problema fundamental residía en la obtención de un criterio que permitiese dar, a cada uno de los dos tipos de experiencia, su peso adecuado en la determinación de la prima a pagar por cada individuo.

El modelo de credibilidad presentado por Bühlmann, H. ha sido el punto de partida de la moderna Teoría de la Credibilidad, y a partir de éste han aparecido una serie de modelos credibilísticos cada vez más desarrollados y perfeccionados.

Por tanto, la Teoría de la Credibilidad es un conjunto de técnicas que permiten al asegurador ajustar de modo sistemático las primas de los seguros en función de la experiencia de siniestralidad, donde entran en juego los dos conceptos clásicos de riesgo individual y riesgo colectivo, y se resuelve de modo riguroso el problema de cómo analizar la información obtenida de estas dos fuentes para llegar a la prima de seguros y obtener una tarifa justa.

2.2 Fundamentos Bayesianos

Uno de los objetivos de la matemática actuarial es la elaboración de sistemas de tarificación que garanticen la solvencia de la entidad aseguradora (principio de suficiencia) pero que simultáneamente resulten lo más justos posible (principio de equidad). Los sistemas de tarificación *a posteriori* se caracterizan porque la prima de riesgo individual depende de la evolución de la siniestralidad de ese mismo riesgo individual. Una solución a este problema viene dada por los Modelos de Credibilidad, los cuales buscan la estimación de la prima del seguro en colectivos, más o menos heterogéneos, combinando la información global disponible con la individual, frecuentemente ésta última de carácter más limitado.

A principios de siglo, y como consecuencia de que las técnicas estadísticas en uso no permitían resolver los problemas actuariales, los actuarios desarrollaron sus propios métodos de forma aislada a la corriente estadística de la época, caracterizada porque todo conocimiento *a priori* carecía de valor estadístico. Hasta entonces, apenas existían situaciones en las que se demandaba la utilización de información de naturaleza diferente a la procedente de observaciones puramente empíricas, para ser incorporada a los análisis. En relación con esto, Arthur Bailey escribía en 1950:

“Parece ser que solo en el campo actuarial ha habido una rebelión organizada en contra, rechazando los conocimientos previos, cuando la estimación se ha adquirido recientemente...”

Así fue como los actuarios de la época introdujeron, intuitivamente, un factor Z , denominado factor de credibilidad o simplemente credibilidad, para ponderar su conocimiento a priori B , con los datos estadísticos actuales A que se encontraban disponibles, dando lugar con ello a la denominada fórmula de credibilidad:

$$C = ZA + (1 - Z)B$$

Sin embargo, el cálculo de Z , se realizaba sobre una base empírica difícil de justificar matemáticamente.

Paralelamente, en los años 50, comienza a emerger una corriente estadística que cuestiona algunos de los presupuestos de la escuela ortodoxa, tales como la relevancia de las diversas fuentes de

información estadística y la interpretación del concepto de probabilidad. Esta tendencia, que va reinstalando el uso de información inicial en la inferencia estadística, se ha ido asentando con el tiempo y caracteriza a un enfoque de la estadística, hoy conocido como escuela bayesiana.

La relación entre el Teorema de Bayes y la Credibilidad ya fue señalada por Arthur Bailey que demostró que la fórmula anterior puede ser obtenida desde el Teorema de Bayes en determinados casos. Esta nueva visión, más amplia, enriqueció la metodología actuarial, proporcionando una fundamentación, si bien parcial, de la que se carecía hasta ese momento en problemas típicamente actuariales como la tarificación a posteriori.

2.2.1 El Punto de Vista Bayesiano

La metodología estadística Bayesiana se apoya en el Teorema de Bayes, el cual fusiona la información inicial, expresada mediante una distribución de probabilidad conocida como distribución inicial o *a priori*, con las observaciones estadísticas, para producir una distribución final o *a posteriori*, la cual sintetiza ambas fuentes de información y es la base para extraer conclusiones y tomar decisiones.

Esta distribución posterior constituye la solución bayesiana al problema de inferencia y ofrece una descripción completa en términos de probabilidad sobre lo que es conocido en relación con el verdadero valor del parámetro a lo largo del espacio paramétrico.

El Teorema de Bayes requiere, para poder ser aplicado, la especificación de la distribución inicial; por lo que su uso como procedimiento inferencial implica la condición de variable aleatoria para el parámetro a estimar y una visión del concepto de probabilidad en términos de grados de creencia, personales o subjetivos, e inevitablemente condicionados a la información de la que se dispone.

Por otro lado, el uso de distribuciones iniciales, en mayor o menor medida subjetivas, puede resultar extremadamente útil en el campo del seguro, como ocurre en el caso de riesgos nuevos sobre los que no existen datos disponibles, o cuando no es posible asignar las características del riesgo a un colectivo establecido. En tales casos, el actuario se verá obligado a hacer un establecimiento inicial del riesgo, basado, al menos parcialmente, en consideraciones no empíricas sobre las posibles fuentes de siniestralidad; y entonces, la única solución posible al problema de tarificación es la proporcionada por la escuela bayesiana, al ser esta la única capaz de procesar tal tipo de información.

En este sentido, Bühlmann señala:

“Hemos encontrado - en caso de duda -, que nuestras decisiones tienen más éxito, si expresamos nuestros sentimientos subjetivos acerca de esta incertidumbre en lugar de abstenerse de cualquier juicio acerca de los elementos de la incertidumbre.”

En todo caso, la posibilidad de obtener conclusiones inferenciales diferentes, consecuencia del carácter personal, subjetivo, de la información inicial, pierde importancia cuando el tamaño muestral es suficientemente grande, ya que la distribución inicial apenas tendrá incidencia sobre la distribución final.

Por último, cabe señalar que la Teoría de la Utilidad proporciona una justificación formal, de carácter axiomático, del enfoque bayesiano. De estos axiomas se deriva la inevitabilidad de sus métodos para la toma de decisiones, y de ahí el papel crucial que la Teoría de la Decisión juega en este enfoque estadístico.

Si, además, el problema de la inferencia se considera, en si mismo, como un problema de decisión, entonces el enfoque bayesiano es capaz de ofrecer un tratamiento unificado y general, en el que caben todos los problemas estadísticos.

2.3 Modelo de credibilidad

La Teoría de Credibilidad constituye uno de los campos más atractivos y más desarrollados de la estadística actuarial, y dada su utilidad práctica, es posible encontrarse con modelos de credibilidad en otros terrenos científicos.

Bajo esta teoría, y en el marco actuarial se propone que la prima que se debe pagar por parte del asegurado incluya tanto la experiencia individual del propio asegurado como la del colectivo al que pertenece, la cartera de seguros. Así, el estimador de la prima se calcularía como una combinación lineal convexa de la prima del colectivo y de la experiencia del asegurado, escrito en términos de una expresión que recibe el nombre de fórmula de credibilidad. Cuando ocurre esto, se dice entonces que la fórmula de credibilidad es exacta. Sin embargo, hoy en día se habla de credibilidad en términos mucho más generales, incluyéndose en esta teoría aquellos estimadores de las primas que paga su cálculo, hagan uso de la experiencia individual y de cualquier información colateral disponible.

La incorporación de estas dos fuentes de información, la muestral y la colateral, parece predisponer el asunto a ser estudiado bajo la óptica bayesiana. De esta manera, y a partir de la utilización de esta metodología, es cuando la teoría de la credibilidad ha tenido un despegue que hace de ella una de las disciplinas más estudiadas de la ciencia actuarial.

El objetivo de esta teoría, fue el establecer un balance entre la prima individual de cada riesgo o póliza y la prima de la cartera; por lo que, se estableció la siguiente fórmula:

$$C = ZA + (1 - Z)B$$

De la cual:

C : Establece el balance entre A y B.

B : Prima de la cartera o prima teórica.

A : Prima propia correspondiente a los siniestros en los últimos t periodos

Z : Factor de credibilidad

En el apartado subsecuente se mostrará la importancia e interpretación del factor de credibilidad.

2.4 Factor de credibilidad

En la fórmula de credibilidad aparece el parámetro Z denominado *Factor de Credibilidad* o simplemente credibilidad, que es un número comprendido entre 0 y 1, ambos contenidos, y que resulta ser una síntesis de varios elementos.

A continuación se muestra el análisis de sensibilidad del factor de credibilidad Z .

Caso 1 $Z \rightarrow 0\%$

$$\text{Si } Z = 0 \Rightarrow C = (0)A + (1-0)B = B \quad \therefore C = B$$

Cuando $z = 0$ se tiene credibilidad total, es decir, se utiliza la prima teórica.

Caso 2 $Z \rightarrow 100\%$

$$\text{Si } Z = 1 \Rightarrow C = (1)A + (1-1)B = A \quad \therefore C = A$$

En el caso en el que $Z = 1$, también se tiene credibilidad total, pero la prima propia es la más adecuada, siendo necesario tener experiencia para que dicha prima sea válida.

Si $0 < Z < 1$, entonces se dice que existe credibilidad parcial, pues esta variable expresa el peso asignado a la experiencia propia.

Por ello, Bühlmann propuso la siguiente expresión para el factor de credibilidad Z

$$Z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Donde las variables que intervienen son:

t : Período de observación $t \in N$ (número de años de experiencia)

s : Grado de heterogeneidad (medición de la disparidad o similaridad del riesgo)

a : Variabilidad de las reclamaciones.

Caso 1. Variación de t

$$\text{Si } t \rightarrow \infty \Rightarrow Z = 1 \quad (Z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a infinito, se tiene que:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} z = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = 1$$

Esto significa que a medida que tenemos mayor información sobre el riesgo, mayor es la ponderación relativa dada a su experiencia individual. En el caso de poseer experiencia completa, es obvio, que tengamos una total confianza en la prima de riesgo individual.

$$\text{Si } t \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a cero, se observa que:

$$\lim_{t \rightarrow 0} z = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{t}{t + \frac{s^2}{a}} = 0$$

En este caso se concluye que, mientras mayor sea la experiencia, se da mayor credibilidad a las primas de riesgo; si por el contrario, la experiencia es nula, se otorga mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Caso 2. Variación de a

$$\text{Si } a \rightarrow \infty \Rightarrow z = 1 \quad (z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando a tiende a infinito, se tiene que:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} z = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = 1$$

El factor de credibilidad tiende a la unidad, ya que nos está indicando que el colectivo es extremadamente heterogéneo, por lo que las diferencias observadas entre las reclamaciones registradas de un riesgo a otro son importantes

$$\text{Si } a \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando t tiende a cero, se observa que:

$$\lim_{a \rightarrow 0} z = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = 0$$

El factor de credibilidad es nulo. Anteriormente se expuso que a es un indicador de la heterogeneidad existente dentro de la cartera, en este caso al ser nulo, no hay heterogeneidad.

En este caso, se observa que a mayor heterogeneidad, se otorga mayor credibilidad a las primas de riesgo, en cambio, mientras la cartera sea homogénea, se otorga mayor credibilidad a las primas de la experiencia de la cartera.

Caso 3. Variación de s^2

$$\text{Si } s^2 \rightarrow \infty \Rightarrow Z = 0 \quad (Z \rightarrow 0)$$

Calculando el límite de z cuando s^2 tiende a infinito, se tiene que:

$$\lim_{s^2 \rightarrow \infty} z = \lim_{s^2 \rightarrow \infty} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = 0$$

El factor de credibilidad tiende a cero. Esto es, si existe mucha varianza en la siniestralidad individual el mejor estimador para la prima de riesgo individual es la colectiva.

$$\text{Si } s^2 \rightarrow 0 \Rightarrow Z = 1 \quad (Z \rightarrow 1)$$

Calculando el límite de z cuando s^2 tiende a cero, se determina que:

$$\lim_{s^2 \rightarrow 0} z = \lim_{s^2 \rightarrow 0} \frac{a}{a + \frac{s^2}{t}} = 1$$

Del tercer caso se concluye que, si la variabilidad entre los siniestros es amplia se la da mayor credibilidad a la prima de la experiencia de la cartera; en el caso de la variabilidad sea nula se toma como base la prima de los siniestros.

Cuadro 2.1 Análisis de sensibilidad de Z

	Experiencia	Heterogeneidad	Variabilidad
Credibilidad a primas de riesgo	Mayor	Mayor	Menor
Credibilidad a primas de la cartera	Menor	Menor	Mayor

Fuente: Elaboración propia a partir de CNSF. Moreno Ma. Teresa, Ramos Luis; Aplicación de Modelos de Credibilidad para el cálculo de Primas en el seguro de Automóviles; 2003.

2.5 Método de Bühlmann

El objetivo del modelo de Bühlmann consiste en calcular la mejor prima lineal.

$$H[\mu(\theta_j)X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jn}],$$

Dependiendo de los datos observados, mediante el método de los mínimos cuadrados. Para ello se establece la siguiente notación previa, en la que se prescinde del subíndice j :

- $\mu(\theta) = E[X | \theta]$: Prima de riesgo individual
- $m = E_{TOTAL}[X] = E[\mu(\theta)]$: Prima de riesgo colectiva. Valor esperado de todas las primas de riesgo individuales.
- $a = Var[E(X | \theta)] = Var[\mu(\theta)]$: Varianza de las primas de riesgo individuales, indicador de la heterogeneidad de la cartera
- $s^2 = E[Var(X | \theta)]$: Medida global de la dispersión de la siniestralidad individual.

Se supone también que $X_1 | \theta, X_2 | \theta, \dots, X_n | \theta$ son variables aleatorias idénticamente distribuidas con media y varianza comunes $\mu(\theta)$ y $\sigma^2(\theta)$, respectivamente.

Antes de comenzar con el modelo de Bühlmann se revisará el siguiente resultado.

Proposición 2.1. Si X y Y son variables aleatorias con distribución conjunta dependiente de la variable aleatoria Θ se verifica:

$$E(X) = E_{\Theta}[E_X(X | \Theta)]$$

$$Cov(X, Y) = E[Cov(X, Y | \Theta)] + Cov[E(X | \Theta), E(Y | \Theta)] \quad (2.5)$$

Demostración: La primera relación es bien conocida. En cuanto a la segunda se tiene:

$$\begin{aligned} Cov(X, Y) &= E\{[X - E(X)][Y - E(Y)]\} \\ &= E\{[X - E(X | \Theta) + E(X | \Theta) - E(X)] \times [Y - E(Y | \Theta) + E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &= E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[X - E(X | \Theta)][Y - E(Y | \Theta)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[X - E(X | \Theta)][E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[E(X | \Theta) - E(X)][Y - E(Y | \Theta)]\} \\ &\quad + E_{\Theta} E_{X, Y | \Theta} \{[E(X | \Theta) - E(X)][E(Y | \Theta) - E(Y)]\} \\ &= E[Cov(X, Y | \Theta)] + 0 + 0 + Cov[E(X | \Theta), E(Y | \Theta)] \end{aligned}$$

Obsérvese que de (2.5) se deduce:

$$Var[X] = E[Var(X | \Theta)] + Var[E(X | \Theta)] \quad (2.6)$$

Haciendo $X = Y$.

Ahora se procederá a demostrar el resultado clásico de Bühlmann (1967).

Teorema 2.1. *La mejor aproximación lineal a $H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n]$ es:*

$$a + b \bar{X} = a + b \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

donde:

$$a = (1 - b)m,$$

$$b = \frac{n}{n + k},$$

$$k = \frac{E[\sigma^2(\theta)]}{Var[\mu(\theta)]}$$

Demostración. Se desea encontrar la mejor estimación de la prima neta de riesgo que dependa linealmente de los datos observados, esto es:

$$H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n] = c_0 + \sum_{s=1}^n c_s X_s$$

Para ello, se hace mínima la esperanza del cuadrado de la desviación de la prima de riesgo individual respecto a $H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n]$. Esto es:

$$\min_{c_i} E \left[\left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right)^2 \right]$$

Calculando las correspondientes derivadas parciales e igualando a cero se obtiene el sistema de ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} E \left[\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right] &= 0, \\ E \left[X_r \left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s \right) \right] &= 0, r = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \right\}$$

Multiplicando la primera ecuación por $E[X_r]$ y restándosela a la segunda se obtiene:

$$Cov[\mu(\theta), X_r] = \sum_{s=1}^n c_s Cov(X_r, X_s), r = 1, 2, \dots, n. \quad (2.7)$$

Teniendo en cuenta ahora que:

$$Cov(X_r, X_s) = E[Cov(X_r, X_s | \theta)] + Cov[E[X_r | \theta], E[X_s | \theta]] = s^2 + a, \quad r \neq s$$

$$Cov(X_r, X_s) = Cov[\mu(\theta), \mu(\theta)] = Var[\mu(\theta)] = a, \quad r \neq s$$

El sistema (2.7) puede describirse como:

$$\left. \begin{aligned} s^2 c_r + \sum_{s=1}^t c_s a &= a, \\ c_0 &= m - m \sum_{s=1}^n c_s, \end{aligned} \right\}$$

Donde se ha tenido en cuenta que $E\left[\mu(\theta) - c_0 - \sum_{s=1}^n c_s X_s\right] = 0$,

y por lo tanto:

$$c_0 = E[\mu(\theta)] - \sum_{s=1}^n c_s E[X_s] = m - m \sum_{s=1}^n c_s$$

Debido a la simetría del sistema resulta que $c_1 = \dots = c_n$, :

$$\left. \begin{aligned} s^2 c + atc &= a, \\ c_0 + mtc &= m, \end{aligned} \right\}$$

Finalmente se deduce:

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{a}{s^2 + at}, \\ c_0 &= m(1 - nt) = m\left(1 - \frac{ta}{s^2 + at}\right) = m \frac{s^2}{s^2 + at} \end{aligned} \right\}$$

Por tanto,

$$H[\mu(\theta) | X_1, \dots, X_n] = c_0 + \sum_{s=1}^n c_s X_s = m \frac{s^2}{s^2 + at} + ct \bar{X},$$

con:

$$Z = \frac{at}{at + s^2} = \frac{Var[\mu(\theta)]}{Var[\mu(\theta)] + E[\sigma^2(\theta)]} \quad (2.8)$$

Obsérvese que el resultado no depende de la distribución de probabilidad de X ni de la distribución de probabilidad de θ , de ahí el termino de distribución libre. Las cantidades:

$$a = \text{Var}[\mu(\theta)]$$

$$s^2 = E[\sigma^2(\theta)]$$

$$m = \bar{X}$$

con

$$\bar{X} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t X_i \quad (2.9)$$

En resumen, algunas de las ventajas que ofrece el método de Bühlmann son las siguientes:

- Se obtienen primas por conglomerados en mayor detalle que los métodos frecuentistas;
- Toma en cuenta la experiencia del actuario que elabora el análisis y la experiencia de la compañía;
- Si se aplica mediante automatización, pueden obtenerse primas en un periodo relativamente corto;
- Cumple con los criterios de equidad y suficiencia de las primas; y,
- Aplica la heterogeneidad en un grado básico.

2.6 Método de Jerarquización de Jewell

Paralelamente a la aparición del Modelo de Regresión de Hachemeister; Jewell, W. (1975), presentó su modelo conocido con el nombre **Modelo Jerárquico de Jewell**, tratándose de otra generalización del Modelo de Bühlmann-Straub, pero en otra dirección, siendo a su vez el precursor de otra de las vertientes en la cual se ha desarrollado la Teoría de la Credibilidad desde la aparición del Modelo de Bühlmann.

Jewell, W. asumió que cada cartera puede estar dividida en un cierto número de subcarteras, donde cada una de ellas está caracterizada por un parámetro de riesgo desconocido que describe como una subcartera defiere de las otras, es decir, consideró un modelo jerárquico con parámetros aleatorios a dos niveles: en el nivel de las pólizas y en el nivel de las subcarteras.

Para ello, imagínese una compañía de seguros en la cual cada riesgo individual es una póliza de seguro individual, y el colectivo es la cartera de coberturas similares dentro de nuestra compañía. Está claro que las coberturas pueden cambiar de una compañía a otra, y que la cartera puede ser mejor o peor que la media nacional.

El universo de colectivos corresponde a la unión de todos los posibles contratos de riesgo de este tipo en la nación, esto es, está formado por los colectivos o carteras parecidas de todas las compañías

del país, para las cuales, como indica Jewell, W., podemos asumir que disponemos de estadísticos adecuados.

Revísese el siguiente resultado relativo a la familia de distribuciones exponencial.

Teorema 2.2 *Dados un riesgo X con una función de densidad $f(x | \theta)$, y la distribución a priori del parámetro conjugada para esa verosimilitud, entonces el estimador de Bühlmann de la prima neta y el estimador Bayesiano (la prima neta Bayes) coinciden cuando ambas distribuciones pertenecen a la familia exponencial.*

Demostración: La demostración se realizará considerando la familia exponencial continua. El caso discreto es similar. Así, dada la familia exponencial con función de densidad,

$$f(x | \theta) = \frac{a(x)e^{-\theta x}}{c(\theta)}, \quad \theta \in \Theta \quad (2.10)$$

En la que $c(\theta)$ es la constante de normalización. La distribución *a priori* conjugada natural para esta verosimilitud es:

$$\pi(\theta) = \frac{[c(\theta)]^{-n_0} e^{-\theta x_0}}{d(n_0, x_0)}, \quad (2.11)$$

Donde $d(n_0, x_0)$ es de nuevo una constante de normalización y n_0 y x_0 dos parámetros de la que depende. La distribución *a posteriori* es de nuevo del tipo (2.10), pero con los parámetros actualizados:

$$n_0 \rightarrow n_0 + n,$$

$$x_0 \rightarrow x_0 + \sum_{i=1}^n X_i.$$

La prima neta de riesgo y la varianza de X vienen dadas por:

$$P(\theta) = \mu(\theta) = -\frac{c'(\theta)}{c(\theta)},$$

$$Var[X | \theta] = \frac{c''(\theta)c(\theta) - c'(\theta)^2}{c(\theta)^2} = -\frac{d}{d\theta}[P(\theta)]$$

Derivando (2.10) con respecto a θ se obtiene:

$$\begin{aligned}
\pi'(\theta) &= \frac{1}{d(n_0, x_0)} \left\{ -n_0 [c(\theta)]^{-n_0-1} c'(\theta) e^{-\theta x_0} - x_0 e^{-\theta x_0} [c(\theta)]^{-n_0} \right\} \\
&= \pi(\theta) \left[\frac{-n_0 c'(\theta)}{c(\theta)} - x_0 \right] = \pi(\theta) [n_0 \mu(\theta) - x_0].
\end{aligned} \tag{2.12}$$

Integrando ahora (2.11) sobre Θ se tiene:

$$\pi(\theta)|_{\Theta} = n_0 \int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta) d\theta - x_0,$$

Y suponiendo que $\pi(\theta)$ se anula en los extremos de Θ resulta:

$$\int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta) d\theta = \frac{x_0}{n_0} = m.$$

Entonces:

$$\int_{\Theta} \mu(\theta) \pi(\theta | X_1, \dots, X_n) d\theta = \frac{x_0 + \sum_{i=1}^n X_i}{n_0 + n} = [1 - Z]m + Z\bar{X},$$

Con factor de credibilidad:

$$Z = \frac{n}{n_0 + n}.$$

Derivando (2.11) con respecto a θ queda:

$$\begin{aligned}
\pi''(\theta) &= \pi'(\theta) [n_0 \mu(\theta) - x_0] + \pi(\theta) n_0 \frac{-c''(\theta)c(\theta) + c'(\theta)^2}{c(\theta)^2} \\
&= \pi(\theta) [n_0 \mu(\theta) - x_0]^2 - \pi(\theta) n_0 \text{Var}(X | \theta).
\end{aligned} \tag{2.13}$$

Finalmente, integrando (2.12) con respecto a Θ resulta:

$$\int_{\Theta} \pi''(\theta) d\theta = \int_{\Theta} [n_0(\mu(\theta) - m)]^2 \pi(\theta) d\theta - n_0 E[Var(X | \theta)]$$

$$= n_0 \{n_0 Var[\mu(\theta)] - E[Var(X | \theta)]\}.$$

Teniendo en cuenta que si $\pi(\theta)$ se anula en los extremos de Θ , también lo hará su derivada, se concluye que:

$$n_0 = \frac{E[Var(X | \theta)]}{Var[E(X | \theta)]} = \frac{s^2}{a},$$

Y, por tanto, el factor de credibilidad de Z es igual al de Bühlmann.

En este modelo, se considera que la cartera existente puede ser dividida en un cierto número, p , de subcarteras o sectores, donde cada una de ellas está caracterizada por un parámetro de riesgo, que describe las diferencias existentes entre las distintas subcarteras, ya que cada subcartera, esta formada por un cierto número de pólizas poseen determinadas características básicas comunes. Sin embargo cada póliza posee unas características específicas que la diferencian de las demás pólizas dentro de la subcartera, características específicas que vienen cuantificadas por otro parámetro de riesgo.

Se trata, por lo tanto, de un *Modelo Jerárquico a dos niveles*, donde cada póliza tiene asociados dos parámetros de riesgo, uno en el nivel de pólizas y otro en el nivel de las subcarteras.

El objetivo de este modelo sigue siendo hallar los mejores estimadores de credibilidad lineales para las primas de riesgo individuales utilizando el procedimiento de los mínimos cuadrados; sin embargo, en este caso al haber estructurado la cartera en dos niveles, su obtención esta ligada a la de los estimadores de credibilidad para las primas de riesgo de cada subcartera.

2.6.1 Estimadores de credibilidad lineales

El modelo Jerárquico de Jewell proporciona, en última instancia, estimadores de credibilidad lineales para $\mu(\theta_p)$, en el nivel de las subcarteras, y para $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$, en el nivel de las pólizas. Gráficamente se podría indicar las esperanzas condicionadas para el modelo jerárquico como se muestra en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Esperanzas Condicionadas Modelo Jerárquico de Jewell

Subcarteras	1	.....	p	.....	P
Pólizas	$(p,1)$	.....	(p,j)	.....	(p,k_p)
Variables Estructurales	θ_{p1}		θ_p θ_{p2}		θ_{pk_p}
Esperanzas de las subcarteras	$\mu(\theta_p) = E[X_{pjs} / \theta_p] = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]$				
Esperanzas de las pólizas	$\mu(\theta_p, \theta_{p1})$	.....	$\mu(\theta_p, \theta_{pj})$	.....	$\mu(\theta_p, \theta_{pk_p})$

Antes de obtener los estimadores de credibilidad defínase los parámetros estructurales que aparecen en este modelo, que son los siguientes:

- $m_p = \mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p] = E[X_{pjs} / \theta_p]$

Es el valor esperado para las pólizas de la subcartera p , con $p = 1, 2, \dots, P$

- $m = E[\mu(\theta_p)] = E_{TOTAL}[\mu(\theta_p, \theta_{pj})] = E_{TOTAL}[X_{pjs}]$

Es la esperanza conjunta para la cartera en su totalidad.

- $s^2 = E[\sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})]$

Mide la heterogeneidad esperada en el tiempo de la experiencia de reclamaciones.

- $a = E[Var[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]]$

Mide ahora el grado de variabilidad esperado dentro de las subcarteras, o la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras.

- $b = Var[\mu(\theta_p)]$

Mide la heterogeneidad entre las distintas subcarteras, siendo por lo tanto, una novedad en este modelo.

Por otro lado la notación que se va a utilizar es:

- $$w_p = \sum_{j=1}^{k_p} w_{pj} = \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs}$$

- Z_{pj} : Es el factor de credibilidad en el nivel de los contratos, con $p = 1, 2, \dots, P$ y $j = 1, 2, \dots, k_p$ siendo igual:

$$Z_{pj} = \frac{aw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

- Z_p : Es el factor de credibilidad pero en el nivel de las subcarteras con $p = 1, 2, \dots, P$, que viene definido de la siguiente manera:

$$Z_p = \frac{bZ_p}{a + bZ_p} = \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj}$$

Además vamos a introducir las siguientes medias ponderas:

$$X_{pjw} = \sum_{s=1}^{t_{pj}} \frac{w_{pjs} X_{pjs}}{w_{pj}}$$

$$X_{pzw} = \sum_{j=1}^{k_p} \frac{Z_{pj} X_{pjw}}{Z_p}$$

$$X_{zzw} = \sum_{p=1}^P \frac{Z_p X_{pzw}}{Z}$$

Siendo:

$$Z = \sum_{p=1}^P Z_p$$

Ahora es necesario tomar en cuenta algunas relaciones de covarianza, que serán importantes para determinar tanto los estimadores de credibilidad:

- $Cov[\mu(\theta_p, \theta_{pj}), X_{qis}] = \delta_{pq} (\delta_{ij} a + b)$
- $Cov[\mu(\theta_p), X_{qjw}] = \delta_{pq} b$

- $Cov[X_{pjs}, X_{pjs'}] = \frac{\delta_{ss'} s^2}{w_{pjs}} + a + b$
- $Cov[X_{pjs}, X_{qj's'}] = 0 \quad p \neq q$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pj'w}] = Cov[X_{pj'w}, X_{pj'w}] = b + \delta_{jj'} \frac{a}{Z_{pj}}$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pjs'}] = \frac{\delta_{ss'} s^2}{w_{pjs}} + a + b$
- $Cov[X_{pjs}, X_{pj'w}] = Cov[X_{pj'w}, X_{pj'w}] = b + \delta_{jj'} \frac{a}{Z_{pj}}$
- $Cov[X_{pj'w}, X_{pz'w}] = Cov[X_{pz'w}, X_{pz'w}] = \frac{b}{Z_p} = b \frac{a}{Z_{pj}}$
- $Cov[X_{pz'w}, X_{zz'w}] = Cov[X_{zz'w}, X_{zz'w}] = \frac{b}{z}$

Considerando lo siguiente:

$$Min E \left[\left[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) - c_0 - \sum_{i=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pi}} c_{pis} X_{pis} \right]^2 / \theta_p \right] \quad (2.14)$$

Se resuelve la minimización para obtener las primas correspondientes, pero para la subcartera p que está determinada por la siguiente relación:

$$\hat{\mu}(\theta_p, \theta_{pj}) = Z_{pj} X_{pj'w} + [1 - Z_{pj}] \mu(\theta_p) \quad (2.15)$$

Donde:

Z_{pj} : Es el factor de credibilidad para la póliza j -ésima perteneciente a la subcartera p siendo:

$$Z_{pj} = \frac{aw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

X_{pjw} : Es el estimador individual $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$, dentro de la subcartera p , siendo:

$$X_{pjw} = \sum_{s=1}^{l_{pj}} \frac{w_{pjs} X_{pjs}}{w_{pj}}$$

$m_p = \mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p]$: Es el valor esperado para todas las pólizas de la subcartera p , o dicho de otra manera, es el estimador colectivo $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$.

Los resultados obtenidos permiten observar la prima estimada para el riesgo j , y la correspondiente a la subcartera p , las cuales se obtienen como una combinación de la prima total que se cobra $m = m_p$ y la prima que les correspondería si únicamente se tomara en cuenta su propia experiencia individual determinada por sus particulares condiciones.

En el caso de los subportafolios, la prima que se obtendría con base en su propia experiencia estaría dada por X_{pjw} , que corresponde a la suma ponderada de las reclamaciones correspondientes (observaciones), independientemente de la clase de contratos de que se trate, obteniéndose así a partir de las primas a cada una de las clases de contratos X_{pjs} . Puede observarse el cálculo de las primas que deberían cobrarse, pero es necesario conocer la prima total que se cobra a toda la cartera m y los distintos factores de credibilidad para la obtención de los estimadores.

2.7 Modelo de Tarificación

En el modelo usual de seguros no vida, cada miembro de un colectivo heterogéneo viene caracterizado por un parámetro de riesgo θ , desconocido e inobservable, que toma algún valor dentro de un cierto espacio paramétrico, Θ , que se supondrá continuo. Dado θ , la siniestralidad o riesgo del contrato en un período cualquiera $t = 1, 2, \dots$ es una variable aleatoria condicional (continua o discreta) ξ_t , con realizaciones observables gobernadas por una función de probabilidad (densidad o cuantía) $p_t(x_t | \theta)$ definida sobre $x_t \in X$.

En el caso más sencillo se supone homogeneidad en el tiempo de estas variables condicionales:

$$p_t(x_t | \theta) = p_{t'}(x_{t'} | \theta) \forall t, t',$$

esto es,

$$\xi_t \sim p(x_t | \theta), \forall t,$$

e independencia, lo que implica que la siniestralidad de un contrato en un periodo no afecta a los siguientes:

$$p(x_t, x_{t'} | \theta) = p(x_t | \theta)p(x_{t'} | \theta) \forall t, t'.$$

Así para un riesgo individual con parámetro $\theta \in \Theta$, la prima pura (desconocida) correspondiente al periodo t es:

$$\mu(\theta) = E\{\xi_t | \theta\} = \int_x x_t p(x_t | \theta) dx_t,$$

siendo la varianza del riesgo:

$$v(\theta) = Var\{\xi_t | \theta\}.$$

Los parámetros de riesgo se distribuyen según la densidad: $\theta \sim u(\theta)$. La función de distribución $U(\theta)$, $U'(\theta) = u(\theta)$, es habitualmente referida en la literatura como función de estructura de la cartera.

El riesgo o siniestralidad del colectivo para un periodo cualquiera t es expresado a través de la función de densidad compuesta: $p(x_t) = E\{p(x_t | \theta)\} = \int_{\Theta} p(x_t | \theta) u(\theta) d(\theta)$, o sencillamente $p(x)$,

con lo que la prima pura colectiva, esto es, a pagar por un asegurado cualquiera escogido al azar de entre los que integran la cartera, resulta ser $m = E\{\xi_t\} = E(\xi_t)$, y la varianza colectiva

$$v = s^2 + a,$$

Siendo

$$a = Var\{E(\xi_t | \theta)\} = Var\{\mu(\theta)\}$$

Y

$$s^2 = E\{Var(\xi_t | \theta)\} = E\{v(\theta)\}.$$

Obviamente la prima colectiva asegura el principio de suficiencia, al garantizar el equilibrio entre ingresos por contratos y siniestralidad esperada.

El problema principal, como ha sido señalado, consistirá en estimar la prima pura de un riesgo individual, a partir de la información colectiva y de la experiencia individual observada en n periodos, recogida en la muestra aleatoria $\bar{x} = (\xi_t = x_t; t = 1, 2, \dots, n)$, esto es, estimar:³

$$\mu(\theta) = E\{\xi_{n+1} | \theta\} = \int_{\mathcal{X}} x_{n+1} p(x_{n+1} | \theta) dx_{n+1}$$

Basándose en argumentos heurísticos, los actuarios americanos de principios del siglo propusieron una formula de credibilidad con la forma:

$$(1 - z)m + Z \left(\sum_{t=1}^n x_t / n \right); \quad Z = \frac{n}{n + n_0}$$

en la que n era determinado experimentalmente.

Posteriormente, en 1967, Bühlmann demostraría que la combinación lineal anterior resultaba ser el estimador insesgado de mínimos cuadrados, si:

$$n_0 = E\{Var\{\xi_{n+1} | \theta\}\} / Var\{E\{\xi_{n+1} | \theta\}\} = s^2 / a$$

lo que proporcionó a la Teoría de la credibilidad los fundamentos teóricos de los que carecía hasta ese momento.

2.7.1 La Interpretación Bayesiana del Modelo de Tarificación

El problema de estimación de la prima individual puede, no obstante, ser planteado en términos Bayesianos, como un típico problema de estimación puntual. Ello, desde luego, parece justificado si tenemos en cuenta que por hipótesis la cartera es heterogénea, lo que equivale a considerar el parámetro de riesgo como una variable aleatoria (argumento Bayesiano).

³ El que esta distribución común $p(x)$ se ajuste a un modelo probabilístico determinado puede ser indicativo de heterogeneidad en la cartera con lo que quedarían justificadas la consideración de variable aleatoria del parámetro de riesgo y las técnicas de tarificación a posteriori.

Sin embargo, en el seno de la estructura Bayesiana, todos los elementos descritos hasta ahora adquieren una nueva interpretación. La densidad de estructura $u(\theta)$, que admitía una clara interpretación en términos de frecuencias relativas, es usada ahora para describir nuestros grados de creencia sobre el valor del parámetro (y con ello de la prima) de un contrato del que todavía no se dispone de información individualizada sobre su siniestralidad. Así pues, $u(\theta)$, será en lenguaje Bayesiano, la distribución a priori o inicial de un contrato nuevo que se incorpora al colectivo en un periodo cualquiera t .

Análogamente, la densidad colectiva de la siniestralidad $p(x) = E\{p(x|\theta)\}$ recibe ahora el nombre de densidad predictiva, ya que puede interpretarse como nuestra previsión (en términos de grados de creencia) para la siniestralidad de un contrato del que no se dispone de más información que la descrita por $u(\theta)$.

Para un contrato del que se disponga de información sobre la evolución de su siniestralidad, recogida en la muestra aleatoria $\bar{x} = (\xi_t = x_t; t = 1, 2, \dots, n)$, la densidad de θ , posterior a esos datos, toma en virtud del Teorema de Bayes (Procedimiento inferencial Bayesiano) la forma:

$$u(\theta | \bar{x}) = \frac{\prod_{t=1}^n p(x_t, \theta) u(\theta)}{\int_{\Theta} \prod_{t=1}^n p(x_t | \theta) u(\theta) d\theta}$$

La densidad $u(\theta | \bar{x})$ (establecimiento inferencial bayesiano) describe completamente lo que es conocido sobre el valor del parámetro de riesgo θ del asegurado en cuestión (y por tanto sobre su prima de riesgo $\mu(\theta)$), a partir de la información inicial recogida en $u(\theta)$ y la información muestral \bar{x} ; informándonos de cómo establecemos nuestras creencias sobre el verdadero valor del parámetro a lo largo del espacio Θ .

En consecuencia, nuestras predicciones actuales, para este contrato de siniestralidad observada \bar{x} , sobre el valor de su siniestralidad para el próximo periodo, vendrán ahora representadas por la densidad predictiva:

$$p(x_{n+1} | \bar{x}) = \frac{\int p(x_{n+1} | \theta) \prod_{t=1}^n p(x_t | \theta) u(\theta) d\theta}{\int_{\Theta} \prod_{t=1}^n p(x_t | \theta) u(\theta) d\theta}$$

La cual recoge la incertidumbre sobre el valor de θ , descrita por $u(\theta | \bar{x})$, y la incertidumbre intrínseca de ξ_{n+1} .

2.7.2 La solución Bayesiana

La solución Bayesiana al problema de estimación puntual, como es sabido, es diferente dependiendo de la función de pérdida empleada. Si como suele ser habitual, se elige una función de pérdida cuadrática $L(\mu(\theta), g(\bar{x})) = (\mu(\theta) - g(\bar{x}))^2$ para la estimación de la prima individual, el estimador de Bayes para cualquier valor de los datos \bar{x} será, razonando desde la forma extendida del análisis, la función $g^*(\bar{x})$ que minimice la pérdida esperada (para cualquier distribución de probabilidad de θ). Esto es:⁴

$$\begin{aligned} \min_{g(\bar{x})} \left\{ E \left\{ (\mu(\theta) - g(\bar{x}))^2 \mid \bar{x} \right\} \right\} &= \min_{g(\bar{x})} \left\{ \int_{\Theta} (\mu(\theta) - g(\bar{x}))^2 u(\theta | \bar{x}) d\theta \right\} \\ &= \min_{g(\bar{x})} \left\{ \text{Var} \{ \mu(\theta) \mid \bar{x} \} + (E \{ \mu(\theta) \mid \bar{x} \} - g(\bar{x}))^2 \right\} \end{aligned}$$

la cual, claramente, se hace mínima eligiendo: $g^*(\bar{x}) = E \{ \mu(\theta) \mid \bar{x} \}$, lo que da lugar en tal caso a una pérdida esperada igual a $E \left\{ (\mu(\theta) - g^*(\bar{x}))^2 \mid \bar{x} \right\} = \text{Var} \{ \mu(\theta) \mid \bar{x} \}$, es decir, la varianza con posterioridad a los datos de la prima de riesgo individual $\mu(\theta)$.

En definitiva, el estimador de Bayes para la prima de riesgo individual es la esperanza condicional:

$$E \{ \mu(\theta) \mid \bar{x} \} = \frac{\int_{\Theta} \mu(\theta) \prod_{t=1}^n p(x_t | \theta) u(\theta) d\theta}{\int_{\Theta} \prod_{t=1}^n p(x_t | \theta) u(\theta) d\theta}$$

⁴ Aunque en principio nada impediría utilizar funciones de pérdida de otro tipo que darían lugar a otros estimadores de Bayes como la mediana o moda, existen razones que parecen justificar, en virtud del principio de suficiencia de la prima, el empleo de la media.

con la interpretación inmediata de estimación *a posteriori*, o con posterioridad a la observación de los datos $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, de la prima de riesgo de un contrato de parámetro θ .⁵

En nuestro contexto, este estimador de Bayes es conocido, entre otros nombres, cómo fórmula de credibilidad exacta, pudiendo también ser expresada como $E\{\xi_{n+1} | \bar{x}\}$ ya que:

$$\int_X x_{n+1} p(x_{n+1} | \bar{x}) dx_{n+1} = \int_X \int_{\Theta} x_{n+1} p(x_{n+1} | \theta) u(\theta | \bar{x}) d\theta dx_{n+1} = \int_{\Theta} \mu(\theta) u(\theta | \bar{x}) d\theta$$

En este sentido, es claro que la solución Bayesiana al problema de estimación de la prima individual puede ser vista como la esperanza de la siniestralidad prevista del contrato para el periodo $n + 1$.

En particular, cuando todavía no se dispone de ningún dato, como es el caso de un contrato nuevo que se incorpore en el periodo $n + 1$, el estimador de Bayes de la prima de riesgo será la esperanza a priori de la prima individual, esto es, $E\{\mu(\theta)\}$, y que no es sino la prima de riesgo colectiva

$$nm = E\{\xi\},$$

Ya que

$$\int_X \int_{\Theta} x_{n+1} p(x_{n+1} | \theta) u(\theta) d\theta dx_{n+1} = \int_X xp(x) dx.$$

En todo caso, y como una consecuencia directa del Teorema de Bayes en el que se basa el estimador de Bayes, la fórmula de credibilidad exacta requerirá ineludiblemente disponer de $u(\theta)$ y de $p(x_i | \theta)$, lo que en la práctica, en general, no será posible; y aunque aun disponiendo de ellas, los cálculos derivados de la fórmula exacta puede resultar complicados, pudiendo ser necesario hacer uso de técnicas de integración numérica.

2.7.3 La solución de Bühlmann

La fórmula lineal de credibilidad que, intuitivamente, los actuarios de principios de siglo emplearon, y que posteriormente Bühlmann justificaría matemáticamente en base al criterio de mínimos cuadrados, puede verse ahora como una aproximación de tipo lineal al problema de calcular la prima de credibilidad exacta, como también se le denomina, prima óptima:

$$E\{\xi_{n+1} / \bar{x}\} \approx (1 - Z)m + Z \left(\sum_{i=1}^n x_i / n \right) ; Z = \frac{n}{n + n_0} = \frac{at}{at + s^2}$$

⁵ Obsérvese que la esperanza condicional $E\{\mu(\theta) | \bar{x}\}$ puede ser también interpretada como la función de regresión de $\mu(\theta)$ sobre x_1, x_2, \dots, x_n .

Su aplicación presenta la gran ventaja de que no requiere conocer la función de estructura $U(\theta)$ ni la verosimilitud $p(x_t | \theta)$, por lo que es conocida como fórmula de distribución libre. De hecho, esta prima de credibilidad de distribución libre constituye la mejor aproximación lineal a la fórmula Bayesiana exacta. En efecto, en el contexto del problema de estimación puntual planteado anteriormente, si se restringe la clase de funciones g a las del tipo lineal, esto es,

$$g(\bar{x}) = c_0 + \sum_{t=1}^n c_t x_t,$$

El problema toma la forma:

$$\min_{g(\bar{x})} \left\{ E \left\{ \left(\mu(\theta) - g(\bar{x}) \right)^2 \mid \bar{x} \right\} \right\} = \min_{c_0, c_1, \dots, c_n} \left\{ E \left\{ \left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{t=1}^n c_t x_t \right)^2 \mid \bar{x} \right\} \right\}$$

Y bajo las hipótesis habituales de equidistribución e independencia de las variables muestrales, el problema de minimización conduce al sistema de $n + 1$ ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} E \left\{ \mu(\theta) - c_0 - \sum_{t=1}^n c_t x_t \mid \bar{x} \right\} &= 0 \\ E \left\{ x_r \left(\mu(\theta) - c_0 - \sum_{t=1}^n c_t x_t \mid \bar{x} \right) \right\} &= 0, r = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

El cual, una vez resuelto, lleva a que,

$$E \left\{ \xi_{n+1} \mid \bar{x} \right\} \approx c_0 + \sum_{t=1}^n c_t x_t = (1 - Z)m + Z \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n}, \text{ con } m = E \left\{ \mu(\theta) \right\} \text{ y}$$

$$Z = \frac{n}{n + n_0} = \frac{at}{at + s^2},$$

Que no es sino el resultado mencionado de Bühlmann.

Esta fórmula puede ser deducida a partir de técnicas de inferencia Bayesiana cuando se trabaja con familias de distribuciones conjugadas respecto a una amplia clase de modelos de probabilidad conocida como clase exponencial. En tales casos, la fórmula de credibilidad de distribución libre resulta ser la fórmula de credibilidad exacta; tal circunstancia es conocida en la literatura como Credibilidad Exacta.

2.8 Variables y factores

En el contexto de la estadística actuarial y el análisis de riesgos, un riesgo equivale a una variable aleatoria. En lo que sigue denotamos por X la variable aleatoria número de reclamaciones, cantidad reclamada (severidad) o bien una combinación de ambas.

Las compañías de seguros aceptan riesgos de sus clientes, los asegurados, frente a un cierto precio denominado prima. La teoría de la credibilidad se basa en agrupar pólizas referentes a un mismo riesgo con una serie de características comunes en un colectivo, al cual le corresponde como tal una determinada *prima colectiva*. Pero cada póliza, a su vez, tiene un conjunto de características específicas que la diferencia de las demás pólizas. Estas características, en la mayoría de los casos, son inobservables o difíciles de cuantificar, pero obviamente han de tenerse en cuenta para calcular las *primas de riesgo individuales*. La teoría de la credibilidad estima dichas primas basándose en la información pasada de la experiencia de la siniestralidad y las fórmulas obtenidas son, en muchas ocasiones, una suma ponderada de la prima colectiva del riesgo y la media empírica de las indemnizaciones pagadas. El factor de ponderación utilizado se conoce con el nombre de *factor de credibilidad*.

Hasta hace poco, se intentaba determinar la prima para el colectivo sin preocuparse excesivamente por la heterogeneidad de la cartera. Sin embargo, la tendencia actual y futura parece considerar también las características particulares de cada riesgo.

El modelo de Bühlmann muestra la notación estructural de acuerdo a la información plasmadas en el Cuadro 2.3

Cuadro 2.3 Notación Estructural Modelo de Bühlmann

Símbolo	Nombre	Descripción
θ_j	Parámetro de riesgo	Es el parámetro de riesgo para la póliza j -ésima. Es una variable estructural, que describe las características de riesgo del contrato j -ésimo, con $j = 1, 2, \dots, n$, siendo n el número total de pólizas de la cartera. En la mayoría de los casos este parámetro es desconocido o inobservable, de ahí, que estos parámetros sean considerados como variables aleatorias desconocidas.
X_{js}	Monto de la reclamación en el j -ésimo año	Variable que indica la experiencia de reclamaciones para la póliza j -ésima en el periodo s -ésimo, donde $j = 1, 2, \dots, n$ y $s = 1, 2, \dots, t$, siendo t el número de periodos observados para cada póliza. Es también una variable aleatoria, pero con realizaciones observables. En ocasiones se suele interpretar como el importe medio de las indemnizaciones por siniestro

Un esquema clarificador puede ser el siguiente:

Cartera		1	2	.....	j	.....	k
Variable estructural		θ_1	θ_2	.....	θ_j	.....	θ_k
Periodo de observación	1	X_{11}	X_{21}		X_{j1}	.....	X_{k1}
	2	X_{12}	X_{22}	.....	X_{j2}	.....	X_{k2}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T	X_{1t}	X_{2t}		X_{jt}		X_{kt}

Al grupo j , le corresponde un vector aleatorio $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jt})$, donde x_{jt} representa la reclamación del j -ésimo grupo en el momento t con parámetro de riesgo θ .

Partiendo del supuesto de que los k grupos son independientes e idénticamente distribuidos, que conocido el parámetro θ_j . Las variables $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jt}$ son condicionalmente independientes e idénticamente distribuidas.

Puede notarse que la cartera no es homogénea dados los diferentes parámetros de riesgo a los que se encuentran expuestos los riesgos. Como se desconoce la distribución del parámetro de riesgo, será necesario estimar cada uno de los parámetros que definen las ecuaciones (2.8), (2.9) y en consecuencia, la mejor aproximación lineal para:

$$E[\mu(\theta_j / X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jt})]$$

o lo que es lo mismo, el estimador ajustado de credibilidad para $\mu(\theta_j)$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_j) = c_{j0} + \sum_{s=1}^t c_{js} (X_{js}) = c_{j0} + c \sum_{s=1}^t X_{js}$$

Sustituyendo c_{j0} y c dados anteriormente, resulta que:

$$\hat{\mu}(\theta_j) = [1 - Z]m + Z\bar{X} \tag{2.15}$$

Donde:

$$Z = \frac{at}{s^2 + at}$$

$$\bar{X} = \sum_{s=1}^t \frac{X_{js}}{t}$$

Bühlmann no abordó el problema de la estimación de los parámetros estructurales, sólo planteó el modelo y obtuvo el estimador ajustado de credibilidad, $\hat{\mu}(\theta_j)$ que es resultado del proceso de minimización, indicando que el problema de la estimación de los parámetros aún no había sido abordado. Teniendo los parámetros estructurales que queremos estimar:

$$m = E[X_{js}] = E[\mu(\theta_j)]$$

$$a = \text{Var}[E[X_{js} / \theta_j]] = \text{Var}[\mu(\theta_j)]$$

$$s^2 = E[\text{Var}[X_{js} / \theta_j]] = E[\sigma^2(\theta_j)]$$

Un estimador obvio para la media poblacional m es el valor medio observado:

$$M_{\Theta} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k M_j = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{s=1}^t \frac{X_{js}}{t} \quad (2.16)$$

Obsérvese que M_{Θ} da la misma importancia a todas las medias individuales, esto es, presupone que se trata de un colectivo homogéneo, aunque no lo sea.

El parámetro estructural s^2 indica el valor esperado de la dispersión total de los datos en tiempo. Un estimador \hat{s}^2 para es el valor medio de k las varianzas individuales empíricas, siendo su expresión:

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \frac{1}{t-1} \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (2.17)$$

Donde:

$$s_j^2 = \frac{1}{t-1} \sum_{s=1}^t (X_{js} - M_j)^2 \quad (2.18)$$

Que es la varianza individual empírica dentro del riesgo j -ésimo.

El parámetro a expresa la variación de la prima pura verdadera individual entre los riesgos en la población.

Un estimador para dicho parámetro podría ser la varianza empírica de la prima pura observada \hat{a}_b , definida como sigue:

$$a_b = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - M_\Theta)^2 \quad (2.19)$$

Si $m = \sum_{i=1}^t x_i / t$

estuviese perfectamente estimado por $\hat{\mu}(\theta_j)$, entonces \hat{a}_b sería un estimador insesgado de a . Sin embargo $\hat{\mu}(\theta_j)$, fluctúa más ampliamente que $\mu(\theta_j)$, ya que está afectado por la variación accidental dentro del riesgo de un periodo a otro, siendo el estimador ajustado correctamente de a :

$$\hat{a} = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (M_j - M_\Theta)^2 - \frac{1}{t} s^2 \quad (2.20)$$

Los tres estimadores que acabamos de ver son insesgados y consistentes, esto es:

$$\begin{aligned} - E[\hat{M}_\Theta] &= m \\ - E[s^2] &= E[\sigma^2(\theta_j)] \\ - E[\hat{a}] &= Var[\mu(\theta_j)] \end{aligned}$$

Dentro del *Modelo Jerárquico de Jewell* se encuentra la siguiente notación estructural de acuerdo al Cuadro 2.4

Cuadro 2.4 Notación Estructural Modelo Jerárquico de Jewell

Símbolo	Nombre	Descripción
θ_p	Parámetro de riesgo de la subcartera p	Es una variable estructural, que se introduce en este modelo. Es el parámetro de riesgo que caracteriza a la subcartera p , con $p = 1, 2, \dots, P$, siendo P el número de subcarteras en las que se ha dividido la cartera. Al tratarse de un parámetro de riesgo, es una variable aleatoria

Símbolo	Nombre	Descripción
		inobservable.
θ_{pj}	Parámetro de riesgo en el j -ésimo año	Es el parámetro de riesgo que describe las características de la póliza j -ésima perteneciente a la subcartera p , donde $j = 1, 2, \dots, k_p$ y siendo k_p , el número de pólizas que constituyen la subcartera p .
X_{pjs}	Monto de la reclamación en el j -ésimo año de la subcartera p	Es la variable aleatoria observable que nos indica la experiencia de reclamaciones para la póliza j -ésima, perteneciente a la subcartera p , en el periodo s -ésimo, con $p = 1, 2, \dots, P$; $j = 1, 2, \dots, k_p$ y $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, siendo t_{pj} el número de periodos observados para la póliza j -ésima, perteneciente a la subcartera p .
w_{pjs}	Ponderaciones	Son las ponderaciones o pesos naturales de las variables observables X_{pjs} . Son números positivos conocidos.

En este modelo la subcartera p viene caracterizada por el siguiente conjunto de variables:

$$(\theta_p, \theta_{pj}, X_{pjs}) \quad j = 1, 2, \dots, k_p; s = 1, 2, \dots, t_{pj}$$

Y el contrato p_j por:

$$(\theta_{pj}, X_{pjs}) \quad s = 1, 2, \dots, t_{pj}$$

Un esquema representativo, puede ser el siguiente:

	$p = 1$	.....	.....	$p = P$	.....
Subcartera	θ_1	.....	.....	θ_p	.....
Variable estructural	θ_{11} θ_{12}	.....	.....	θ_{p1} θ_{p2}	.....
Periodo de observación (ponderaciones naturales)	X_{111} X_{121} (w_{111}) (w_{121})	.....	.....	X_{p11} X_{p21} (w_{p11}) (w_{p21})	.....
	X_{112} X_{122} (w_{112}) (w_{122})	.....	.....	X_{p12} X_{p22} (w_{p12}) (w_{p22})	.....
	\vdots \vdots	\vdots \vdots

	$p = 1$		.....	.....	$p = P$		.....
Subcartera	θ_1		.....	.....	θ_p		.....
Contratos	11	12	.....	.....	P1	P2	.....

Como ya hemos visto, el estimador de credibilidad lineal no-homogéneo, para la prima de riesgo individual $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_p, \theta_{pj}) = Z_{pj} X_{pjw} + [1 - Z_{pj}] \left[\frac{am + b \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} X_{pjw}}{a + bZ_p} \right]$$

Siendo:

m : La esperanza conjunta de la cartera en su totalidad

$$Z_{pj} = \frac{bw_{pj}}{s^2 + aw_{pj}}$$

Por otro lado, el estimador ajustado de credibilidad líneas que hemos obtenido para $\mu(\theta_p)$ es:

$$\hat{\mu}(\theta_p) = N_p^a = [1 - Z_p]m + Z_p X_{pzw}$$

Siendo:

$$Z_p = \frac{bZ_p}{a + bZ_p}$$

Para poder aplicar ambos estimadores es preciso que estimemos previamente los parámetros estructurales que aparecen en los mismos m, s^2, a y b .

Los estimadores insesgados propuestos para estos parámetros son los siguientes:

- $\hat{m} = N_0 = X_{zzw}$ para la esperanza conjunta de la cartera en su totalidad, siendo:

$$\hat{m} = \sum_{p=1}^P \frac{Z_p X_{pzw}}{Z}$$

- \hat{s}^2 para s^2 , que mide la heterogeneidad esperada de la experiencia de reclamaciones en el tiempo:

$$\hat{s}^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

- \hat{a} para a , que mide la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras:

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } k_p \geq 2$$

- \hat{b} para b , que mide la heterogeneidad entre las distintas subcarteras:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{p=1}^P Z_p [X_{pzw} - X_{zzw}]^2}{(P - 1)}$$

2.9 Prima de credibilidad

El cálculo de la prima requiere que la distribución del riesgo X bajo consideración sea conocida (o al menos ciertos momentos). Nosotros consideraremos, como es usual en teoría de la credibilidad, el caso en el que la distribución de X está especificada salvo un parámetro desconocido.

Sean X_1, X_2, \dots, X_t variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con valores en $x \subseteq \mathfrak{R}$. Estas variables representan las reclamaciones de un asegurado en los últimos t años de vigencia de la póliza o asegurado.

Sea la distribución de X_i , $i = 1, \dots, t$ dada por $f(x|\theta)$, dependientemente de un parámetro $\theta \in \Theta \subseteq \mathfrak{R}$, y denominado en términos actuariales parámetro de riesgo.

Un principio de cálculo de prima P asigna a cada parámetro de riesgo θ una prima $P(\theta)$ que se denomina prima de riesgo. En el supuesto de utilizar el principio de prima neta, la función P viene dada por:

$$P(\theta) = \int_x x f(x|\theta) dx \quad (2.21)$$

Obsérvese que esta prima no está expresada en términos monetarios. En la práctica, para calcular la prima monetaria se asume una indemnización fija por siniestro, c , de aquí que la prima que la compañía cobraría al asegurado sería $cP(\theta)$.

Uno de los principales tópicos en teoría de la credibilidad, es precisamente la incertidumbre del parámetro de riesgo. ⁶ Si el actuario conoce de qué manera los valores del parámetro de riesgo θ se distribuye dentro del colectivo de la compañía de seguros a la que pertenezca el asegurado, la prima de riesgo se podrá estimar mediante la denominada prima colectiva.

Denotando por $\pi_0(\theta)$ la distribución de dicho parámetro, la prima colectiva, $P_{\pi_0}^*$, se calcula como:

$$P_{\pi_0}^* = \int_E P(\theta) \pi_0(\theta) d\theta \quad (2.22)$$

En la literatura bayesiana $\pi_0(\theta)$ es la distribución *a priori*; función estructura en la literatura actuarial, pues describe la estructura del riesgo al que pertenece el asegurado. Sin embargo una mejor estimación de la prima de riesgo puede obtenerse mediante el cálculo de la *prima bayesiana*. Para ello el actuario tomaría una muestra x_1, x_2, \dots, x_t de las variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_t , y que no es más que la información sobre las reclamaciones del asegurado en los últimos t años. Considerando la información muestral con la distribución *a priori* podemos obtener, vía teorema de Bayes, la distribución a posteriori de la forma:

$$\pi_0(\theta | x_1, x_2, \dots, x_t) = \frac{f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta) \pi_0(\theta)}{p(x_1, x_2, \dots, x_t | \pi_0)}$$

⁶ (Freifelder, 1974; Herzog, 1996; Klugman et al., 1998, Gómez et al., 1999; entre otros).

Donde $f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta)$ es la verosimilitud de la muestra y $p(x_1, x_2, \dots, x_n | \pi_0)$, la distribución marginal de la muestra dada $\pi_0(\theta)$, viene dada por

$$p(x_1, x_2, \dots, x_n | \pi_0) = \int_{\Theta} f(x_1, x_2, \dots, x_t | \theta) \pi_0(\theta) d\theta.$$

Ahora, la prima bayesiana se calcula como:

$$P_{\pi_0}^*(m) \equiv P_{\pi_0}^*(x_1, x_2, \dots, x_t) = \int_E P(\theta) \pi_0(\theta | x_1, x_2, \dots, x_t) d\theta, \quad (2.23)$$

Donde ahora en adelante denotamos por:

$$m = \sum_{i=1}^t x_i / t$$

La información muestral, dada por la media muestral.

Capítulo 3. Estimación de la prima de credibilidad

3.1 Introducción

En el desarrollo del presente capítulo se obtendrá una estimación de la prima de credibilidad, en base a rangos de edad por enfermedad de los diez proveedores de servicios médicos de mayor ocurrencia en la cartera, mediante el *modelo Jerárquico de Jewell* basado en la Teoría de la Credibilidad establecido en el capítulo anterior, con la información de Allianz México, S.A de C.V., durante los periodos 2006-2011 para el ramo de gastos médicos mayores individual.

Así, se propondrá que la prima que se tiene que pagar incluya tanto la experiencia individual, como la del colectivo al que pertenece dicha cartera de seguros, de tal suerte que se logre obtener una prima justa tanto para el asegurador como para el asegurado.

En la actualidad las empresas que operan en México el ramo de gastos médicos mayores miden su siniestralidad sobre siniestros ocurridos. En ocasiones a falta de información se mide sobre siniestros pagados. No es constante a través del tiempo. El resultado del costo medio del siniestro está ligado al diseño de plan, al riesgo, mediante el cual pueden analizarse por cobertura o por tamaño del siniestro.

Para estimar el monto total de los siniestros se puede utilizar el promedio del monto de las reclamaciones, cuando las variables en cuestión tienen la misma distribución y son independientes entre si combinando la experiencia de un asegurado en específico con la experiencia de toda la cartera de la empresa.

El objetivo es establecer un balance entre la prima individual de cada riesgo o póliza y la prima de la cartera a través de la siguiente fórmula:

$$C = ZA + (1 - Z)B$$

De la cual:

C : Establece el balance entre A y B.

B : Prima de la cartera o prima teórica.

A : Prima propia correspondiente a los siniestros en los últimos t periodos

Z : Factor de credibilidad

Los componentes del factor de credibilidad son determinantes en el desarrollo del modelo:

- Años de experiencia
- Heterogeneidad de la cartera
- Variación de reclamaciones

De acuerdo al desarrollo del capítulo anterior, se presenta *credibilidad total* cuando el factor de credibilidad Z es igual a uno o a cero, esto significa que se considera totalmente la prima teórica o totalmente la experiencia de siniestros (coberturas) de la póliza. Se presenta credibilidad parcial si el factor Z se encuentra dentro del intervalo abierto $(0,1)$, cuando se pondera con un peso determinado la prima teórica con la experiencia de siniestros. [Moreno, Ramos, 2003]

3.2 Supuestos

Los modelos de credibilidad a niveles jerárquicos permiten particionar la información de siniestros y encontrar las primas de credibilidad incorporando información adicional por rangos de edad, género, enfermedad y hospital. La aportación de este modelo permite analizar la cartera en varios niveles. Se debe considerar el nivel del detalle de la información que se tiene disponible sobre los siniestros ocurridos de la cartera para obtener el factor de credibilidad Z y así encontrar la prima de credibilidad por el Método Jerárquico de Jewel.

Debe tenerse en cuenta que la aportación central del capítulo 2 consistió en mostrar y determinar los mejores estimadores insesgados para obtener el factor de credibilidad “ Z ”, de esta manera se aplican los modelos teóricos de credibilidad a la resolución real del problema de tarificación.

Los grupos de riesgo sujetos a un mismo parámetro de riesgo, (θ_j) se subdividen en clases dentro de cada concepto, es decir, hospitalización, honorarios, medicamentos, estudios auxiliares y otros. Lo anterior implica que la cartera dividida ahora en subcarteras está formada por grupos de riesgo.

El objetivo es hallar los mejores estimadores de credibilidad para las primas que se deberán cobrar a cada rango de edad a los hospitales y finalmente a la cartera total. Para obtener los resultados en el marco de los modelos de credibilidad y de esta manera poder obtener las primas.

Se procede a determinar los estimadores de las primas correspondientes a cada rango de edad, hospital y la prima de la cartera total. La construcción y subdivisión del modelo y la homogeneidad proporcionada por esta división permitirá estimar la prima.

Bajo los supuestos de un seguro de gastos médicos mayores individual en un plan nacional, el cual proporciona al asegurado la posibilidad de recibir atención médica en cualquier hospital de la zona

contratada. Con un esquema de suma asegurada sin limite, deducible de \$6,000 y un coaseguro del 10%.

Con los siguientes beneficios:

- Gastos de hospitalización y médicos.
- Medicamentos
- Estudios de laboratorio y gabinete.
- Cobertura de recién nacido.
- Complicaciones de embarazo, parto o puerperio.
- Uso de ambulancia.
- Daño psicológico

Gastos cubiertos con periodo de espera.

- Tratamientos por desmenuzamiento o fragmentación de un cálculo (Litotripsias).
- Operación cesárea y las complicaciones del embarazo.
- Padecimientos ginecológicos.
- Insuficiencia venosa y várices de miembros inferiores y del piso perineal.
- Nariz y/o senos paranasales por accidente.
- Endometriosis.
- Padecimientos de glándulas mamarias.
- Hemorroides, fístulas y fisuras rectales o prolapsos del recto.
- Amigdalitis y adenoiditis.
- Hernias (incluyendo las de disco)
- Entre otros.

3.3 Hipótesis

La hipótesis que se deben considerar, para hallar los estimadores ajustados de credibilidad para las primas de riesgo individuales de las enfermedades que integran la cartera en estudio, es la homogeneidad en el tiempo.

Dentro de la compañía, cada riesgo individual es una póliza de seguro de gastos médicos mayores individual, y el colectivo es la cartera de coberturas similares dentro de nuestra compañía. Está claro que las carteras pueden variar de una compañía a otra, y que la cartera –en estudio- puede ser mejor o peor que la media nacional.

El universo de colectivos corresponde a la unión de todos los posibles contratos de riesgo de este tipo, esto es, está formado por los colectivos o carteras similares, para las cuales, como indica Jewell, podemos asumir que disponemos de estadísticos adecuados.

En este caso se va a considerar que la cartera se halla dividida en un cierto número de subcarteras, de manera que cada enfermedad tiene asociados dos parámetros de riesgo, uno para cada nivel, y al mismo tiempo, que las observaciones esperadas son homogéneas en el tiempo. En líneas generales, es lo mismo que decir que vamos a aplicar el Modelo Jerárquico de Jewell, cuya hipótesis son las siguientes:

- Las subcarteras (hospitales) $p = 1, 2, \dots, P$ son independientes, es decir, los pares $(\theta_p, \theta_{pj}, X_{pjs})$, con $j = 1, 2, \dots, k_p$ y $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, son independientes.
- Para cada p y para cada θ_p dado, los contratos $pj = p1, p2, \dots, pk_p$, es decir, los pares (θ_{pj}, X_{pjs}) , con $s = 1, 2, \dots, t_{pj}$, son condicionalmente independientes.
- Para cada $p = 1, 2, \dots, P$; $j = 1, 2, \dots, k_p$ y cada (θ_p, θ_{pj}) dado, las observaciones condicionales: $X_{pj1} / \theta_p, \theta_{pj}$; $X_{pj2} / \theta_p, \theta_{pj}$; \dots ; $X_{pj t_{pj}} / \theta_p, \theta_{pj}$ son independientes.
- Todos los pares de variables (θ_p, θ_{pj}) , con $p = 1, 2, \dots, P$ y $j = 1, 2, \dots, k_p$ están idénticamente distribuidos.
- Para todo p, j , y s :
 - a) $E[X_{pjs} / \theta_p, \theta_{pj}] = \mu(\theta_p, \theta_{pj})$
 - b) $Var[X_{pjs} / \theta_p, \theta_{pj}] = \frac{1}{w_{pjs}} \sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})$

Donde $\mu(\theta_p, \theta_{pj})$ y $\sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})$ no dependen de los subíndices p, j , y s .

En este modelo las observaciones esperadas son homogéneas en el tiempo, mientras que la varianza depende del periodo considerado vía los pesos naturales.

Vamos a definir $\mu(\theta_p)$ como:

$$\mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pj}) / \theta_p] = E[X_{pjs} / \theta_p]$$

Que no es más que el valor esperado para todos los elementos de la subcartera p , con $p=1, 2, \dots, P$.

3.4 Ajuste sistemático

Al tratarse de un modelo en el cual se considera que la cartera está estructurada en dos niveles, no solo debemos calcular el estimador de credibilidad para cada rango de edad, sino que un paso previo es estimar la prima de riesgo para cada subcartera (en este caso por cada hospital) considerada, $\mu(\theta_p)$ con $p = 1, 2, \dots, P$ cuya definición es la siguiente:

$$\mu(\theta_p) = E[\mu(\theta_p, \theta_{pi}) / \theta_p] = E[X_{pis} / \theta_p]$$

El propósito es estimar la prima de riesgo a pagar el próximo año para cada uno de los rangos de edad, que en este caso están divididos en un cierto número de subcarteras (hospitales). Para ello, se deben asumir las hipótesis de este modelo para los próximos periodos, el importe de los estimadores de credibilidad son los valores previstos para las primas de riesgo individuales, sin necesidad de hacer ningún otro cálculo.

3.4.1 Heterogeneidad

$a = E[Var[\mu(\theta_p, \theta_{pi}) / \theta_p]]$ mide la heterogeneidad esperada en el tiempo de la experiencia de reclamaciones.

En el cuadro 3.3 se muestra el estimador de heterogeneidad de padecimiento y hospital

Cuadro 3.1 Cálculo de estimador de heterogeneidad de padecimiento y hospitales

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } k_p \geq 2$$

Padecimiento	Oca Hospital	Christus Mugerza	Español, D.F.	ABC Observatorio	Hospital Ángeles Pedregal
1	45,210,962	6,473,734	21,613,765	99,899,669	11,868,501
2	93,490,366	1,827,086,015	152,071,125	1,351,050,595	624,754,956
3	11,362,492	3,911,281	0	1,341,985	7,810,094,162
4	4,364,732	2,046,215	712,018	23,876,837	11,524,735
5	0	1,512,786	37,624,651	0	0
6	14,585,762	94,887,514	2,859,521	30,002,024	35,006,317
7	884,085	493,075	6,293,959	810,697	4,067,624
8	1,172,720	297,490	414,264	79,481,534	1,783,927
9	151,689,642	195,142,078	42,262,597	150,222,412	206,773,025
10	100,755,383	28,722,659	12,874,895	2,233,043	13,019,842
11	45,128,915	38,834,771	20,389,897	85,551,782	201,476,785
12	773,660	445,378	2,156,568	737,777	2,655,599
13	68,782,113	89,829,075	12,278,561	36,042,847	247,872,010
14	19,188,478	14,503,131	11,527,095	27,987,365	45,497,683
15	9,675,556	1,017,847	12,406,556	21,439,656	26,042,926
16	0	0	0	0	0
17	108,779,329	10,091,665	14,762,091	30,280,504	22,941,086
18	1,034,749	370,744	1,877,449	73,765,226	159,272,407
19	25,171,564	103,635,211	134,463,875	70,109,722	100,415,460
20	2,840,781	21,543,936	2,770,528	8,210,096	450,948,849
21	0	0	758,319	156,210	90,036

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.1 Cálculo de estimador de heterogeneidad de padecimiento y hospitales
(continuación)

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Padecimiento	Hospital Angeles Queretaro	Hospital San Jose Tec. Monterrey	Medica Sur, D.F.	Puerta de Hierro	Hospital San Javier Guadalajara
1	1,373,239	67,497,914	54,790,468	2,207,725	22,470,079
2	51,183,222	230,865,185	1,231,011,918	53,578,398	1,472,533,677
3	120,573	58,021,975	0	0	0
4	1,336,318	5,016,580	8,043,315	1,536,310	1,137,076
5	0	0	311,437	0	0
6	902,760	24,302,034	176,130,226	4,310,060	19,954,073
7	0	1,567,723	1,018,822	2,678,135	574,120
8	52,235	162,266	985,791	558,248	570,314
9	97,168,094	71,119,403	237,091,408	41,738,555	48,255,734
10	8,109,930	73,309,682	30,394,808	9,211,552	49,396,308
11	121,739,311	238,741,752	64,268,389	311,751,593	24,858,002
12	265,633	1,718,315	9,551,760	103,180	1,499,801
13	85,461,592	16,188,594	65,129,386	105,521,474	56,094,585
14	8,597,710	13,225,332	26,286,636	17,263,953	6,000,261
15	8,182,945	8,947,064	16,363,926	12,591,913	15,446,627
16	0	0	0	0	0
17	2,718,885	81,675,555	57,512,501	0	38,092,648
18	3,687	1,737,486	298,459	130,368	1,582,336
19	36,878,240	18,996,757	87,872,014	11,472,336	22,156,133
20	37,036,415	6,142,672	2,243,308,086	28,881,350	4,590,670
21	2,631	0	11,645,459	0	69,341

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

En los siguientes cuadros se presenta la información del estimador de heterogeneidad de rangos por padecimientos.

Cuadro 3.2 Cálculo de estimador de heterogeneidad de rangos de edad por padecimiento

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Rangos de edad	I	II	III	IV	V	VI	VII
0 – 4	41,618,101	213,710,098	82,232,626	5,021,909	3,025,573	130,282,067	368,615
5 – 9	11,151,534	882,325,728	7,802,559	1,325,485	0	21,594,948	104,213
10 – 14	13,301,311	232,368,434	25,924,853	16,307,747	0	37,919,473	355,407
15 – 19	3,028,224	817,009,263	0	770,798	0	37,208,798	1,613,498
20 – 24	5,475,128	31,709,385	0	497,001	0	243,867,418	1,246,303
25 – 29	3,705,307	41,543,458	1,774,118	1,863,620	0	4,426,608	2,244,910
30 – 34	26,998,193	104,824,262	1,929,458	2,825,237	0	5,330,250	1,385,474
35 – 39	6,615,136	204,897,209	29,160,051	753,095	23,344	11,910,861	873,402
40 – 44	1,049,308	301,294,716	25,320,265	1,189,714	0	48,019,829	800,729
45 – 49	55,888,232	759,902,839	75,980,153	5,154,729	0	26,541,772	1,273,901
50 – 54	47,610,122	1,085,061,691	14,774,606	8,137,226	0	5,026,451	1,158,754
55 – 59	8,128,041	1,398,242,957	0	7,444,181	0	46,284	5,221,451
60 – 64	269,338,514	474,463,067	0	41,927,918	0	8,195,371	3,098,868
65 – 69	23,245,251	3,083,056,526	35,879,140	16,578,328	0	1,114,027	11,764,022

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Rangos de edad	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
0 – 4	40,404,393	8,580,299	170,374,711	20,380,432	548,600	1,603,246	18,661,043
5 – 9	737,020	7,364,540	17,566,810	27,689,721	2,059,190	1,698,963	9,615,492
10 – 14	1,816,666	546,834	13,098,229	9,976,334	2,500,279	131,503,289	6,325,376
15 – 19	0	5,351,225	8,966,282	41,144,678	295,701	18,956,221	8,206,838
20 – 24	62,953	946,740	5,580,718	20,808,127	2,046,140	37,720,633	15,504,810
25 – 29	556,786	18,071,583	7,391,795	49,885,768	120,612	29,779,535	30,639,778
30 – 34	424,226	16,462,177	10,146,682	47,335,252	191,556	48,341,345	25,231,088
35 – 39	1,260,774	18,856,739	6,280,386	441,056,092	482,608	103,713,737	17,557,316
40 – 44	855,237	84,443,782	8,241,873	53,546,529	1,667,586	72,652,797	34,963,796
45 – 49	1,644,216	219,977,107	5,707,294	556,591,637	728,819	75,750,382	26,517,457
50 – 54	236,668	201,747,921	130,020,402	85,842,421	1,848,049	112,321,674	17,535,886
55 – 59	78,212	176,794,437	9,137,532	50,938,868	900,542	148,133,916	19,442,896
60 – 64	561,182	543,391,732	10,021,390	196,057,006	24,521,607	128,897,493	11,408,469
65 – 69	181,308	286,013,603	89,345,653	12,584,815	0	532,903,785	26,201,766

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.2 Cálculo de estimador de heterogeneidad de rangos de edad por padecimiento
(continuación)

$$\hat{a} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} Z_{pj} [X_{pjw} - X_{pzw}]^2}{\sum_{p=1}^P (k_p - 1)}$$

Rangos de edad	XV	XVI	XVII	XVII	XIX	XX	XXI
0 – 4	0	1,217,661,002	87,474,178	491,136	7,371,559	28,116,001	0
5 – 9	0	0	5,756,448	208,208	197,042,160	504,769	0
10 – 14	0	0	19,070,738	1,869,364	69,323,355	1,647,851	0
15 – 19	287,848	0	639,287	971,990	35,276,698	23,095,664	0
20 – 24	2,031,214	0	187,507	910,115	202,629,719	2,346,965,779	51,463
25 – 29	18,007,497	0	14,383	637,849	21,378,601	31,801,347	766,109
30 – 34	32,304,737	0	0	2,569,925	28,599,695	5,252,283	3,737,939
35 – 39	15,816,778	0	0	334,210	66,147,259	25,266,263	124,342
40 – 44	2,973,504	0	0	1,417,069	80,670,569	33,966,078	7,411,154
45 – 49	486,175	0	0	173,563	44,601,245	19,673,672	4,768,356
50 – 54	0	0	0	930,025,017	59,309,070	44,141	8,270,277
55 – 59	0	0	0	7,745,282	11,971,544	0	591,333
60 – 64	0	0	0	1,725,314	23,306,970	0	62,291
65 - 69	0	0	0	89,856,684	6,439,754	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

3.4.2 Variabilidad

$s^2 = E[\sigma^2(\theta_p, \theta_{pj})]$ mide ahora el grado de variabilidad esperado dentro de las subcarteras, o la heterogeneidad esperada dentro de las subcarteras.

Cuadro 3.3 Cálculo de estimador de varianza por padecimiento y hospital

$$\hat{s}^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Padecimiento	Oca Hospital	Christus Mugerza	Español, D.F.	ABC Observatorio	Hospital Angeles Pedregal
1	33,161,919	2,967,049	4,632,972	28,626,614	1,692,078
2	76,379,807	607,852,400	94,299,608	878,468,124	348,780,480
3	61,274,718	2,277,571	3,154,875	685,745,336	2,759,823,969
4	1,607,160	2,020,420	27,116,467	7,126,820	6,871,571
5	0	184,533	35,659,016	0	30,203
6	7,328,915	49,702,842	4,047,731	17,653,485	25,407,640
7	482,238	443,294	1,082,300	1,042,898	1,975,472
8	377,587	1,567,808	512,610	17,493,137	353,985
9	87,120,994	107,400,467	17,259,361	43,498,092	84,416,809
10	288,712,759	23,781,845	13,011,747	1,487,092	15,977,789
11	31,998,598	9,079,843	10,849,687	37,777,147	118,400,351
12	325,591	1,238,259	389,386	350,220	628,172
13	50,920,774	30,344,704	13,095,243	24,207,395	137,035,112
14	23,852,009	2,405,952	11,468,175	7,304,866	40,088,333
15	72,568,044	2,282,226	58,331,726	7,199,803	111,260,464
16	0	0	0	0	0
17	25,831,641	9,642,004	3,417,395	2,167,530	8,231,074
18	343,177	295,988	440,400	30,995,811	63,153,209
19	13,261,298	30,292,573	36,570,536	16,927,767	38,668,038
20	4,537,279	5,830,653	15,026,541	1,107,928	88,022,542
21	0	53,864	69,795	216,571	44,525

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.3 Cálculo de estimador de varianza por padecimiento y hospital

$$s^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Padecimiento	Hospital Angeles Queretaro	Hospital San Jose Tec. Monterrey	Medica Sur, D.F.	Puerta de Hierro	Hospital San Javier Guadalajara
1	374,220	16,570,324	11,527,505	457,499	8,887,939
2	261,523,061	50,075,033	304,936,908	24,789,207	691,826,274
3	261,093	11,724,876	0	0	489,270
4	431,834	2,861,366	14,058,791	338,789	255,027
5	98,046	0	15,122	11,804	0
6	19,071,444	4,272,652	454,926,019	814,534	22,816,630
7	16,253	507,026	535,925	3,693,068	38,100
8	273,387	122,419	220,655	46,096	51,910
9	51,935,028	45,108,904	89,282,097	44,829,336	14,821,191
10	2,491,021	36,655,527	18,360,371	4,499,652	16,972,223
11	27,211,810	44,492,464	37,636,426	54,894,830	7,586,226
12	4,249	715,962	1,991,313	18,079	1,011,540
13	21,090,364	6,283,173	17,425,428	29,307,986	18,264,464
14	1,784,193	3,385,638	6,595,162	7,823,690	1,325,628
15	19,444,633	26,935,526	99,686,374	18,134,691	21,136,056
16	0	0	0	0	0
17	736,524	27,016,889	15,066,991	0	9,564,021
18	44,812	424,600	81,222	71,058	939,344
19	6,562,792	7,861,622	29,441,965	7,941,928	4,843,741
20	7,075,005	2,795,434	544,286,828	5,315,101	875,160
21	7,611	0	10,676,460	63	25,519

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

En los siguientes cuadros se presenta la información del estimador de variabilidad de rangos de edad por padecimientos.

Cuadro 3.4 Cálculo de estimador de varianza por rangos y padecimiento

$$\hat{s}^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Rangos de edad	I	II	III	IV	V	VI	VII
0 – 4	35,660,801	81,745,711	14,602,116	2,091,016	236,212	66,792,043	336,280
5 – 9	19,369,968	489,557,749	678,518	1,905,361	2,665	21,316,970	171,711
10 – 14	2,384,219	76,531,695	2,797,676	10,909,487	0	15,706,211	156,063
15 – 19	2,433,642	323,204,578	0	5,504,706	154,458	13,216,199	328,768
20 – 24	1,708,199	26,863,353	0	214,213	0	49,292,141	936,951
25 – 29	1,913,413	18,813,804	445,105	37,683,469	0	2,375,022	2,566,785
30 – 34	10,174,981	73,832,539	4,336,345	2,875,792	0	1,746,489	581,533
35 – 39	4,569,357	177,047,750	8,439,160	161,282	11,986	4,983,662	411,437
40 – 44	194,578	162,555,736	3,790,387	1,387,118	0	9,269,692	812,365
45 – 49	14,270,250	876,050,898	88,405,092	537,744	0	30,669,279	832,676
50 – 54	7,240,476	472,183,566	8,940,048	2,068,338	0	4,902,213	2,186,527
55 – 59	1,530,488	862,136,767	0	1,420,481	144,464	33,633,443	1,483,740
60 – 64	59,050,269	185,659,149	0	11,618,717	0	23,365,189	3,272,642
65 – 69	2,775,542	983,899,815	6,163,710	56,836,305	0	1,503,422,613	3,826,691

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Rangos de edad	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
0 – 4	16,572,752	1,679,011	338,980,264	12,582,405	281,089	2,375,828	7,310,317
5 – 9	2,605,198	22,891,223	34,083,742	10,544,238	437,685	1,926,752	3,770,064
10 – 14	607,877	25,065,746	5,405,559	5,445,997	562,080	46,133,382	726,159
15 – 19	235,117	21,837,148	6,438,535	18,869,085	299,171	11,379,804	1,575,876
20 – 24	214,806	1,047,609	6,332,322	13,933,219	413,028	7,728,690	3,617,070
25 – 29	68,597	9,074,028	4,500,237	68,743,702	263,327	17,552,282	12,279,961
30 – 34	546,487	6,701,993	4,836,680	59,475,743	131,570	18,860,257	27,599,513
35 – 39	438,454	5,371,334	2,433,033	84,919,130	70,351	51,842,817	14,040,167
40 – 44	315,756	19,275,192	2,398,974	43,284,110	385,069	22,796,072	21,054,346
45 – 49	704,361	47,605,899	3,429,424	151,223,680	1,017,391	20,426,188	31,148,686
50 – 54	130,436	63,506,555	34,701,244	75,888,154	241,518	121,026,263	10,935,587
55 – 59	739,524	72,217,140	2,477,666	56,034,753	3,441,060	67,832,600	8,297,059
60 – 64	412,502	135,546,116	2,760,567	47,954,866	3,025,489	81,346,249	11,782,118
65 – 69	3,446,316	70,981,863	25,593,502	7,489,551	0	10,504	4,808,943

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.4 Cálculo de estimador de varianza por rangos y padecimiento

(Continuación)

$$\hat{s}^2 = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} \sum_{s=1}^{t_{pj}} w_{pjs} [X_{pjs} - X_{pjw}]^2}{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{k_p} (t_{pj} - 1)} \quad \text{con } t_{pj} \geq 2$$

Rangos de edad	XV	XVI	XVII	XVII	XIX	XX	XXI
0 – 4	10,290,787	438,005,910	10,286,663	232,467	7,552,814	5,311,498	0
5 – 9	0	0	5,196,256	812,277	49,511,824	420,474	0
10 – 14	0	0	3,718,260	434,342	29,641,377	482,244	151,689
15 – 19	102,109	0	21,255,082	330,349	22,309,392	7,184,687	0
20 – 24	6,491,458	0	44,380	213,331	52,236,464	605,220,933	17,401
25 – 29	32,498,732	0	358,900	193,559	16,984,920	23,145,830	152,741
30 – 34	71,041,397	0	468,262	1,418,777	14,930,006	1,126,911	313,504
35 – 39	33,643,080	0	0	94,605	25,587,800	7,289,385	44,469
40 – 44	1,743,151	0	0	406,484	34,214,627	8,710,368	1,660,986
45 – 49	1,136,001	0	0	112,307	38,217,845	3,471,867	1,176,046
50 – 54	0	0	0	149,052,738	26,435,711	49,333	2,556,489
55 – 59	0	0	0	1,355,487	6,104,642	23,753,364	200,904
60 – 64	0	0	0	779,571	3,798,378	12,381,298	353,587
65 – 69	0	0	0	46,200,739	6,098,318	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

3.4.3 Factor de credibilidad

La utilidad práctica de los modelos de credibilidad se puede sintetizar de la siguiente manera: permiten cobrar la prima justa, es decir, se cobra al cliente según la medida de su riesgo, premian el buen comportamiento de las pólizas, esto es primas bajas para riesgos con baja siniestralidad (buenos riesgos), permiten medir el grado de heterogeneidad de la cartera.

Una vez obtenidos los estimadores insesgados, se procederá a calcular el factor de credibilidad Z y la prima de credibilidad para cada rango de edad y genero.

En el cuadro 3.5 se muestran los factores de credibilidad calculados para cada rango de edad y padecimiento en cifras totales.

Cuadro 3.5 Cálculo de factor de credibilidad Z

$$z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Padecimiento	Oca Hospital	Christus Muguerza	Español, D.F.	ABC Observatorio	Hospital Angeles Pedregal
1	81%	73%	56%	63%	46%
2	83%	67%	79%	80%	77%
3	97%	78%	98%	98%	68%
4	69%	86%	98%	64%	78%
5	0%	42%	85%	0%	98%
6	75%	76%	89%	78%	81%
7	77%	84%	51%	89%	74%
8	66%	97%	88%	57%	54%
9	78%	77%	71%	63%	71%
10	95%	83%	86%	80%	88%
11	81%	58%	76%	73%	78%
12	72%	94%	52%	74%	59%
13	82%	67%	86%	80%	77%
14	88%	50%	86%	61%	84%
15	98%	93%	97%	67%	96%
16	0%	0%	0%	0%	0%
17	59%	85%	58%	30%	68%
18	67%	83%	58%	72%	70%
19	76%	64%	62%	59%	70%
20	91%	62%	97%	45%	54%
21	0%	98%	36%	89%	75%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.5 Cálculo de factor de credibilidad Z

(continuación)

$$z = \frac{at}{s^2 + at}$$

Padecimiento	Hospital Ángeles Querétaro	Hospital San Jose Tec. Monterrey	Medica Sur, D.F.	Puerta de Hierro	Hospital San Javier Guadalajara
1	62%	60%	56%	55%	70%
2	97%	57%	60%	74%	74%
3	93%	55%	0%	0%	98%
4	66%	77%	91%	57%	57%
5	98%	0%	23%	98%	0%
6	99%	51%	94%	53%	87%
7	98%	66%	76%	89%	28%
8	97%	82%	57%	33%	35%
9	76%	79%	69%	87%	65%
10	65%	75%	78%	75%	67%
11	57%	53%	78%	51%	65%
12	9%	71%	56%	51%	80%
13	60%	70%	62%	62%	66%
14	55%	61%	60%	73%	57%
15	93%	95%	97%	90%	89%
16	0%	0%	0%	0%	0%
17	62%	66%	61%	0%	60%
18	99%	59%	62%	77%	78%
19	52%	71%	67%	81%	57%
20	53%	73%	59%	52%	53%
21	95%	0%	85%	98%	69%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.6 Factor de Credibilidad por rango y padecimiento

Rangos de edad	I	II	III	IV	V	VI	VII
0 – 4	84%	70%	52%	71%	32%	75%	85%
5 – 9	91%	77%	34%	90%	98%	86%	91%
10 – 14	52%	66%	39%	80%	0%	71%	72%
15 – 19	83%	70%	0%	98%	98%	68%	55%
20 – 24	65%	84%	0%	72%	0%	55%	82%
25 – 29	76%	73%	60%	99%	0%	76%	87%
30 – 34	69%	81%	93%	86%	0%	66%	72%
35 – 39	81%	84%	63%	56%	75%	72%	74%
40 – 44	53%	76%	47%	87%	0%	54%	86%
45 – 49	61%	87%	87%	38%	0%	87%	80%
50 – 54	48%	72%	78%	60%	0%	85%	92%
55 – 59	53%	79%	0%	53%	98%	100%	63%
60 – 64	57%	70%	0%	62%	0%	94%	86%
65 - 69	42%	66%	51%	95%	0%	100%	66%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Rangos de edad	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
0 – 4	71%	54%	92%	79%	75%	90%	70%
5 – 9	95%	95%	92%	70%	56%	87%	70%
10 – 14	67%	100%	71%	77%	57%	68%	41%
15 – 19	98%	96%	81%	73%	86%	78%	54%
20 – 24	95%	87%	87%	80%	55%	55%	58%
25 – 29	43%	75%	79%	89%	93%	78%	71%
30 – 34	89%	71%	74%	88%	80%	70%	87%
35 – 39	68%	63%	70%	54%	47%	75%	83%
40 – 44	69%	58%	64%	83%	58%	65%	78%
45 – 49	72%	56%	78%	62%	89%	62%	88%
50 – 54	77%	65%	62%	84%	44%	87%	79%
55 – 59	98%	71%	62%	87%	96%	73%	72%
60 – 64	82%	60%	62%	59%	43%	79%	86%
65 - 69	99%	60%	63%	78%	0%	0%	52%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Cuadro 3.6 Factor de Credibilidad por rango y padecimiento

(continuación)

Rangos de edad	XV	XVI	XVII	XVII	XIX	XX	XXI
0 – 4	98%	68%	41%	74%	86%	53%	0%
5 – 9	0%	0%	84%	96%	60%	83%	0%
10 – 14	0%	0%	54%	58%	72%	64%	98%
15 – 19	68%	0%	100%	67%	79%	65%	0%
20 – 24	95%	0%	59%	58%	61%	61%	67%
25 – 29	92%	0%	99%	65%	83%	81%	54%
30 – 34	93%	0%	98%	77%	76%	56%	33%
35 – 39	93%	0%	0%	63%	70%	63%	68%
40 – 44	78%	0%	0%	63%	72%	61%	57%
45 – 49	93%	0%	0%	80%	84%	51%	60%
50 – 54	0%	0%	0%	49%	73%	87%	65%
55 – 59	0%	0%	0%	51%	75%	98%	67%
60 – 64	0%	0%	0%	73%	49%	98%	97%
65 - 69	0%	0%	0%	76%	85%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

3.5 Prima de riesgo

Para el cálculo del factor de credibilidad Z , es necesario estimar previamente la prima de riesgo.

La prima de riesgo Π se calcula, tradicionalmente, de la siguiente manera:

$$\Pi = f * \bar{S}$$

Donde f se define como la frecuencia del siniestro y \bar{S} está definida como siniestro medio.

En el cálculo de la frecuencia y el siniestro medio se utilizarán 3 variables:

n_i = Número de asegurados

m_i = Número de siniestros

M_i = Monto de siniestros

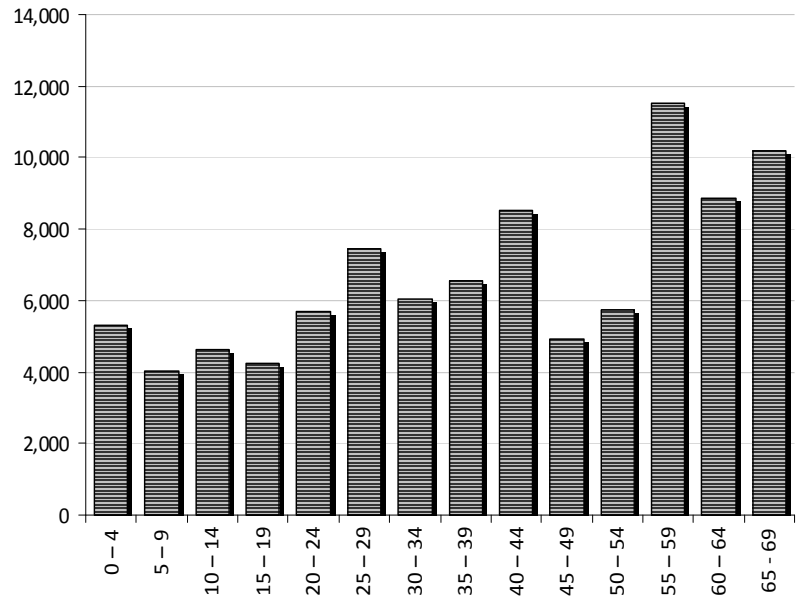
De donde obtenemos:

$$f = \frac{m_i}{n_i} \quad \text{y} \quad \bar{S}_i = \frac{M_i}{n_i}$$

Cuadro 3.7 Prima de credibilidad para aseguradas por grupo de edad

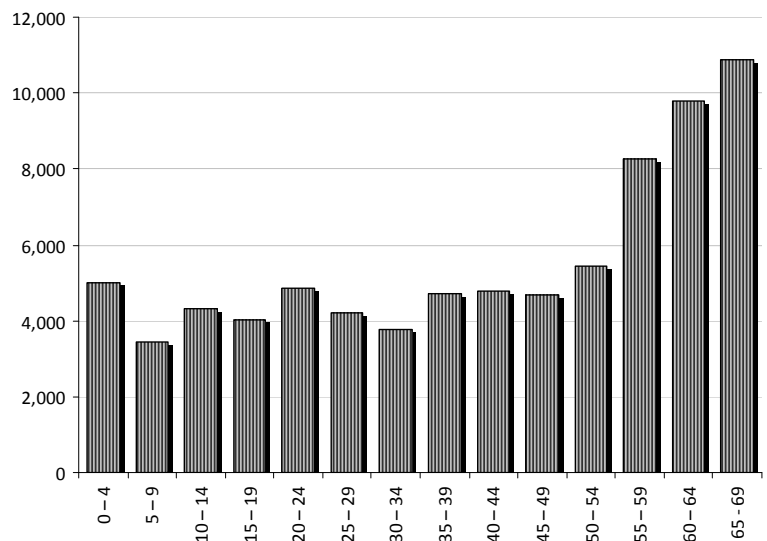
Mujeres

Rangos de edad	Prima de Riesgo (pesos)
0 - 4	5,290
5 - 9	4,034
10 - 14	4,641
15 - 19	4,259
20 - 24	5,677
25 - 29	7,461
30 - 34	6,057
35 - 39	6,543
40 - 44	8,509
45 - 49	4,939
50 - 54	5,726
55 - 59	11,537
60 - 64	8,865
65 - 69	10,205



Hombres

Rangos de edad	Prima de Riesgo (pesos)
0 - 4	5,012
5 - 9	3,458
10 - 14	4,306
15 - 19	4,034
20 - 24	4,866
25 - 29	4,209
30 - 34	3,759
35 - 39	4,711
40 - 44	4,800
45 - 49	4,679
50 - 54	5,425
55 - 59	8,283
60 - 64	9,782
65 - 69	10,885



Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

3.6 Prima de tarifa

Una vez obtenido nuestra prima de riesgo, podemos deducir la prima de tarifa de acuerdo a la siguiente formula:

$$PR = PT[1 - (\%GAdm + \%CAcq + \%Ut)]$$

Donde:

PR : Prima de Riesgo

PT : Prima de Tarifa

%GAdm : Porcentaje de los gastos de administración

%CAcq : Porcentaje de los costos de adquisición.

%Ut : Porcentaje de la Utilidad

Entonces para obtener la prima de tarifa despejamos *PT* y se tiene:

$$PT = \frac{PR}{[1 - (\%GAdm + \%CAcq + \%Ut)]}$$

Para el caso de Allianz, en base al producto de gastos médicos mayores, los porcentajes son de:

%GAdm : 8%

%CAcq : 21%

%Ut : 4%

De esta manera nuestra prima de tarifa queda de la siguiente forma:

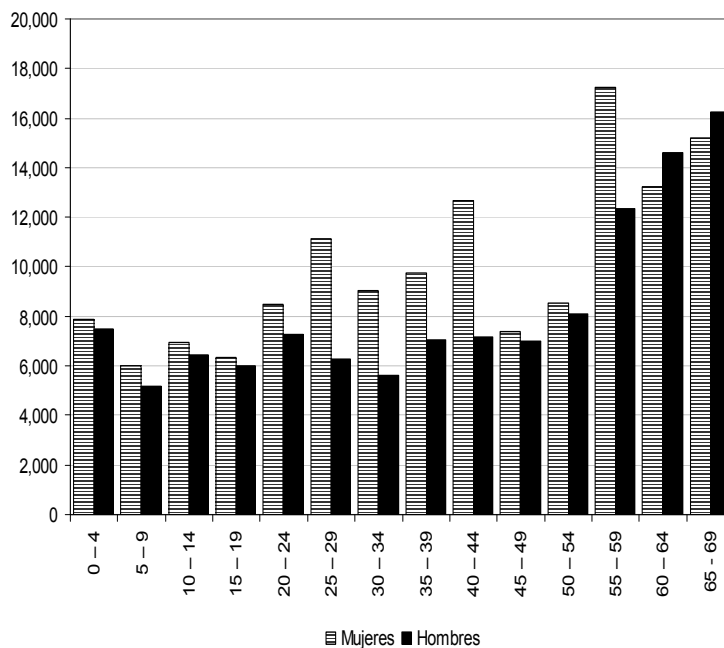
$$PT = \frac{PR}{[1 - (8\% + 21\% + 4\%)]}$$

Los resultados de la prima de tarifa están enfocados a los rangos de edad por género como se muestran en el cuadro 3.10.

Cuadro 3.10 Prima de Tarifa por rangos de edad y padecimiento

$$PT = \frac{PR}{[1 - (8\% + 21\% + 4\%)]}$$

Rangos de edad	Mujeres (pesos)	Hombres (pesos)
0 - 4	7,896	7,480
5 - 9	6,021	5,161
10 - 14	6,927	6,427
15 - 19	6,356	6,022
20 - 24	8,474	7,263
25 - 29	11,135	6,281
30 - 34	9,040	5,611
35 - 39	9,766	7,032
40 - 44	12,699	7,164
45 - 49	7,372	6,984
50 - 54	8,546	8,096
55 - 59	17,219	12,363
60 - 64	13,231	14,600
65 - 69	15,231	16,247



Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de Allianz

Conclusión

La teoría de la credibilidad puede ser fundamentada desde la metodología estadística propia del enfoque bayesiano. Este enfoque presenta la ventaja de poder procesar la información inicial, de carácter objetivo o no, lo que resulta extremadamente útil en el campo del seguro.

En el desarrollo de la tesis se aplicó el modelo de credibilidad, el cual genera las primas de riesgo mediante la ponderación, por una parte, de la prima calculada por la experiencia de la cartera (prima teórica), con un factor de credibilidad Z y, por otro lado, de la experiencia de siniestros observada con un factor $1 - Z$. Para su aplicación, se obtuvo información confiable, homogénea y suficiente del segmento de gastos médicos mayores Individual durante los años 2006-2011.

Los resultados obtenidos indican que se obtiene una reducción significativa de la prima de riesgo. Esta aproximación permite ofrecer resultados más flexibles, lo que puede ser aprovechado por Allianz México, para resolver los problemas de competitividad, acaparando mayor cuota de mercado.

Es necesario que las compañías aseguradoras tomen medidas, para que sus primas sean suficientes, justas y competitivas.

En la actualidad los servicios médico-hospitalarios y de salud, representan un gran reto para la sociedad. El crecimiento de la población trae como consecuencia la saturación en los servicios públicos, afectando sensiblemente la calidad que ofrecen a sus usuarios.

Esto ha originado un crecimiento y una demanda muy importante del sector privado, pero acceder a estos servicios es difícil por sus altos costos.

Gracias a las Pólizas de Gastos Médicos Mayores Individual, las cuales nos ofrecen una gran variedad de planes y coberturas, podemos acceder a los servicios de la medicina privada, para recuperar nuestra salud y mantener nuestra economía sin sobresaltos.

Actualmente Allianz maneja varios ramos, siendo uno de ellos el de gastos médicos mayores individual con aproximadamente un 25% de las primas totales, esperando que en los siguientes años tenga un crecimiento significativo.

Ya que su participación en el mercado mexicano ha ido en aumento, es importante que tome algunas medidas para que su prima sea suficiente y justa. Por ello, se realizó este estudio, es decir, para tener una prima de riesgo de uno de sus productos que han ido tomando fuerza: *gastos médicos mayores*; no sin antes dar las bases sobre la teoría de la credibilidad, y de los métodos ocupados por algunos autores sobre ellos.

Es importante considerar los beneficios administrativos que se tienen como consecuencia de aplicar los modelos de credibilidad para obtener la tarificación de los riesgos, como mejora en los tiempos de tarificación estableciendo procedimientos para la toma de decisiones, así cada suscriptor del riesgo.

posee un esquema administrativo para tarificar, mejor administración de los riesgos y un porcentaje de utilidades con alta probabilidad de ser mayor que el esperado por Allianz México.

Bibliografía

- Bühlmann, H. ,Selection of Credibility Regression Models; Astin Bulletin, vol.29, no.2. 1999.
- Bühlmann, H., Mathematical Methods in Risk Theory; Springer Verlag Berlin.
- Bühlmann, H. Experience rating and credibility. "Astin Bulletin".
- Goovaerts, M. J.y HOOGSTAD, W. J, "Credibility Theory".
- Jewell, W.S. Credible means are exact Bayesian for exponential families."
- Herzog , Introduction to Credibility Theory; Actex Publications, Inc. 1996.
- Moreno Ma. Teresa, Ramos Luis, Aplicación de modelos de credibilidad para el cálculo de Primas en el Seguro de Automóviles; Trabajo presentado para el X premio sobre Seguros y Fianzas, 2003.
- Ross S., Introduction to Probability Models; Academic Press, 2000.
- Vaughan, Emmet, Fundamentals of Risk and Insurance; Jhon Wiley & Sons, 1999.

Cibergrafía

- <http://www.AMIS.com.mx>
- <http://www.CNSF.gob.mx>

Anexo CIE – 10

Definición: Una clasificación de enfermedades puede definirse como “Sistema de categorías a las cuales se les asignan entidades morbosas de acuerdo con criterios establecidos “.

Propósito: Permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes países o áreas y en diferentes épocas.

Utilidad: Convertir los términos diagnósticos y de otros problemas de salud, de palabras a códigos alfanuméricos que permiten su fácil almacenamiento y posterior recuperación para el análisis de la información.

Capítulo	Códigos	Título
I	A00-B99	Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias
II	C00-D48	Neoplasias
III	D50-D89	Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos y otros trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad
IV	E00-E90	Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas
V	F00-F99	Trastornos mentales y del comportamiento
VI	G00-G99	Enfermedades del sistema nervioso
VII	H00-H59	Enfermedades del ojo y sus anexos
VIII	H60-H95	Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides
IX	I00-I99	Enfermedades del sistema circulatorio
X	J00-J99	Enfermedades del sistema respiratorio
XI	K00-K93	Enfermedades del aparato digestivo
XII	L00-L99	Enfermedades de la piel y el tejido subcutáneo
XIII	M00-M99	Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo
XIV	N00-N99	Enfermedades del aparato genitourinario
XV	O00-O99	Embarazo, parto y puerperio
XVI	P00-P96	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
XVII	Q00-Q99	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas
XVIII	R00-R99	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte
XIX	S00-T98	Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa
XX	V01-Y98	Causas extremas de morbilidad y de mortalidad
XXI	Z00-Z99	Factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud