

323801

1  
2ij



Universidad Anáhuac  
del Sur

**UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR**

estudios incorporados a la Universidad  
Nacional Autónoma de México  
Escuela de Actuaría

T E S I S

“ IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE RIESGOS  
OCUPACIONALES PARA EL SEGURO DE VIDA EN  
MEXICO ”

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN ACTUARIA  
PRESENTAN:

ROCIO KARINA MACIAS ZAPICO  
MAKIKO MURATA OHMURA

DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Marco Antonio Deschamps Fernández

México, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

## **DEDICATORIAS**

### **MAKIKO**

A mis padres,  
Nobuyoshi Murata y Yukiko Ohmura,  
por brindarme la oportunidad de  
prepararme profesionalmente.

A mis hermanas,  
Yoshie y Kazumi  
por su cariño y apoyo.

A Karina,  
por el tiempo que compartimos  
durante estos años y por ser una  
excelente compañera de trabajo.

A mis amigos  
por su amistad.

Finalmente, a Enrique y Daiske,  
porque los amo y por ser la  
motivación e inspiración para  
terminar la tesis.

## **DEDICATORIAS**

### **KARINA**

A mis padres, José Luis y Rocío,  
por todo su apoyo,  
por enseñarme a luchar,  
por darme un empujón siempre que lo  
he necesitado,  
y porque los quiero.

A Verónica, Iliana y José Luis,  
porque deseo que cada uno de ustedes  
alcance sus propias metas y que en el  
camino hacia éstas nunca se den por  
vencidos.

A Maki,  
por esta meta que juntas hemos  
alcanzado y, sobretodo, por tu  
amistad.

Amigos, a cada uno de ustedes por  
ser como son . . . muy especiales.

## **AGRADECIMIENTOS**

**D**eseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que desinteresadamente contribuyeron con la realización de esta tesis, en especial:

Al Dr. Marco Antonio Deschamps Fernández por el tiempo dedicado, por su asesoría y por sus valiosas aportaciones.

Al Dr. José Luis del Hierro Valdez por su gran ayuda en la recopilación de fuentes bibliográficas, por sus constructivas sugerencias y por toda su colaboración.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron con nosotras en la realización de esta tesis.

## **INDICE**

---

---

# INDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>i</b>
<b>I. Antecedentes Históricos de la Selección de Riesgos para el Seguro de Vida</b>	<b>1</b>
<b>II. Selección de Riesgos</b>	<b>7</b>
2.1 Principios de selección	7
2.2 Factores que afectan a la selección	11
2.3 Antiselección	14
2.4 Seguro sin examen médico	16
2.5 Estadísticas sobre mortalidad	17
2.6 La fijación de tarifas para los riesgos subnormales	18
2.7 Probabilidad de muerte y de supervivencia	19
2.7.1 Formas de expresión de la mortalidad	21
2.8 Métodos de cálculo de tasas	22
2.8.1 Sistema numérico para cálculo de tasas	22
2.9 Críticas al sistema numérico para cálculo de tasas	26
2.9.1 Agregar años a la edad	27
2.9.2 Fijación de tarifas mediante la reducción de la suma asegurada	28
2.10 Ventajas del seguro subnormal	29

	<b>Pág</b>
<b>III. Riesgo Ocupacional</b>	<b>37</b>
3.1 Introducción	37
3.2 Qué es el riesgo ocupacional	38
3.3 Por qué se da el riesgo ocupacional	39
3.3.1 Factores que afectan la mortalidad ocupacional	40
3.4 Importancia de evaluar el riesgo ocupacional	42
3.5 Clasificación de las ocupaciones	43
<b>IV. Riesgo Ocupacional en México</b>	<b>45</b>
4.1 Introducción	45
4.2 Problemática en México	46
4.3 Importancia de la evaluación de los riesgos ocupacionales	48
<b>V. Metodología propuesta para la evaluación de los Riesgos Ocupacionales</b>	<b>50</b>
5.1 Introducción	50
5.2 Metodología para la evaluación del riesgo	51
<b>VI. Aplicación de la Metodología</b>	<b>63</b>
6.1 Objetivos	63
6.2 Procedimiento	64
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>95</b>

# **INTRODUCCIÓN**

---

---

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere particularmente al análisis del riesgo ocupacional, que es uno de los factores que afectan a la selección de riesgos, a lo largo del mismo se hablará de la importancia del riesgo ocupacional y mediante un ejemplo, para una ocupación de alto riesgo en particular, se mostrarán las bases estadísticas para encontrar los indicadores del riesgo.

Los dos aspectos específicos a tratar a lo largo de esta tesis son el establecimiento de la importancia del riesgo ocupacional en el seguro de vida, en un contexto general y específicamente para México, y, por otro lado, el establecimiento de una metodología estadística para la obtención de la extraprima.

La selección de riesgos se refiere a todos aquellos factores que implican un riesgo diferente a los estándares -riesgos normales- considerados por el mercado asegurador, además de ser una pieza fundamental para que una compañía aseguradora tenga resultados sanos en sus operaciones.

Uno de los problemas que existen en el ámbito asegurador mexicano, es la falta de información que clasifique adecuadamente los riesgos que implican las diferentes ocupaciones en el seguro de vida, para que a partir de ésta pueda elaborarse un manual de clasificación de riesgos.

El desarrollo de un manual de riesgos es sumamente laborioso pues deben destinarse una gran cantidad de tiempo, dinero y recursos humanos, ya que debe contar con una correcta clasificación de los riesgos y debe elaborarse con base en un análisis detallado de las observaciones propias de una región atendiendo a sus costumbres, niveles socioeconómicos, de salud, tecnológicos, medioambientales y de atención médica.

Actualmente, en las compañías aseguradoras en nuestro país se utilizan manuales extranjeros, algunos ajustados de acuerdo a su propia experiencia, para aplicar extraprimas o para seleccionar riesgos. Estos manuales son elaborados con estadísticas mundiales, pero que, en muchos casos, no son aplicables al país debido a que México tiene sus propias características sociales, económicas y medioambientales, entre otras.

La elaboración de un manual para extraprimar riesgos ocupacionales, basado en la experiencia nacional, el cual contemple las desviaciones en la mortalidad en relación a diferentes ocupaciones que se desarrollan en el país requiere de un estudio que relacione la ocupación con la causa de mortalidad. Las principales etapas de este estudio son dos:

**a) Recopilación de información.**

Se necesita recabar la información disponible en todos los sectores y organizaciones, así como diferentes organismos. Esta información debe estar integrada por el total de expuestos al riesgo y por los casos de siniestro, que deben especificar las causas y naturaleza del mismo. La información deberá ser depurada para, posteriormente, ser analizada.

Cabe mencionar que de la calidad de la información dependerá la obtención de un resultado satisfactorio y confiable.

**b) Análisis de la información y procedimientos estadísticos.**

Una vez depurada la información se procede al análisis y corrección de la misma y, finalmente, se desarrollan todos los procesos estadísticos para obtener la extraprima.

El contenido del presente trabajo se desarrolló bajo los siguientes lineamientos:

En el primer capítulo se habla de la evolución histórica de la selección de riesgos.

El segundo capítulo trata acerca de los principios de la selección de riesgos, así como de los factores que la afectan.

En el tercer capítulo se presentan algunas definiciones del riesgo ocupacional, las causas que lo originan, los factores que lo afectan y la importancia de su evaluación.

En el capítulo cuatro se dan a conocer algunos problemas existentes en México en cuanto al desarrollo de un manual de riesgos ocupacionales.

En el capítulo cinco se propone una metodología estadística para evaluar un riesgo ocupacional. Es una metodología que no sólo permite obtener la extraprima, sino que propone un procedimiento que incluye tanto la recopilación de información, como la obtención de parámetros de variación de las tasas aplicables en la práctica.

El capítulo seis es la aplicación de la metodología propuesta y expuesta, utilizando como caso práctico la ocupación de piloto fumigador.

Debido a la apertura comercial que se está viviendo en el país existe la necesidad de realizar este tipo de estudios para utilizarlos como una herramienta competitiva del sector asegurador con el fin de ajustarse a los lineamientos internacionales.

# **CAPÍTULO I**

---

---

## CAPÍTULO I.

# ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA SELECCIÓN DE RIESGOS PARA EL SEGURO DE VIDA<sup>(1)</sup>

La primera póliza de seguro de vida se emitió en 1583, la cual seguía estrictamente los lineamientos establecidos para las pólizas marítimas debido a que las primeras formas de seguros se desarrollaron, principalmente, para proteger a los barcos y sus cargamentos. La práctica del seguro de vida se estableció, inicialmente, en Inglaterra y Europa.

Posteriormente, comenzaron a formarse sociedades en las que grupos de personas participaban con el objeto de asegurar sus vidas para proteger a sus esposas e hijos. Cada miembro de estas sociedades pagaba una cuota anual para la creación de un fondo para hacer frente a las reclamaciones por fallecimiento de los miembros del grupo. La única forma de selección, practicada entonces, era la exclusión del grupo de las personas muy jóvenes o ancianas.

---

(1) Brackenridge, R.D.C., "Medical Selection of Life Risks", Ed. Macmillan Publishers Ltd., 1985. Síntesis tomada del libro .

Debido a la falta de control se cometían muchos abusos, ya que personas sin escrúpulos se beneficiaban del fallecimiento de otros, a los cuales aseguraban no sólo sin su consentimiento, sino también sin su conocimiento; otro problema que se presentó en estas sociedades, era que algunas de ellas contaban con un gran número de vidas subnormales, esto propiciaba una enorme reducción en los dividendos, lo cual desanimaba a posibles participantes e incluso a los propios miembros a seguir con esa sociedad, por estas razones muchos esquemas financieros cayeron.

Lo anterior muestra, claramente, que muchas de estas sociedades fracasaron por la falta de una selección de sus miembros con bases científicas.

La London Assurance es la primera que, en 1725, comenzó a instruir a sus agentes para hacer entrevistas personales a los interesados con el propósito de probar la identidad de los mismos y además se les preguntaba si habían padecido viruela. Esta información se utilizaba para determinar las tasas de las primas, pero aún esto no era suficiente.

En esta época empiezan a aparecer los primeros intentos para determinar tasas de mortalidad de población.

Posteriormente, Edmund Halley, quien sienta los fundamentos de la ciencia actuarial, estudió los registros de nacimientos y muertes de Breslau en Silesia y, entre otros de sus trabajos, realizó una tabla de vida que no es muy específica, pero es el primer trabajo llevado a cabo por un científico, basado en estadísticas actualizadas.

Alrededor de 1756, James Dodson muestra que el seguro de vida puede practicarse con primas que se adecúen a cada edad, e imparte conferencias para explicar los principios científicos, que según él, se podían aplicar al seguro de vida. Entre otras cosas, Dodson explicaba sus teorías sobre la forma de calcular las primas y de cómo podían funcionar los fondos monetarios del seguro de vida basándose en ciertos supuestos, finalmente, estos principios fueron adoptados por las compañías de seguro de vida. La primera escala de primas se basaba en los registros de mortalidad en Londres de 1728 a 1750.

Todos estos cambios hicieron que cada vez se redujera más el número de compañías de seguros que fracasaban. La Equitable Life Assurance Society fue la primera en trabajar sobre verdaderas líneas actuariales, es decir, aplicando métodos matemáticos y estadísticos al estudio de la mortalidad.

La Pennsylvania Company for the Insurance on Lives, en Estados Unidos, comenzó a vender seguros sobre otras bases comerciales. Esta compañía es históricamente muy importante por las innovaciones que introdujo para suscribir, algunas de las cuales siguen utilizándose en la actualidad ya que era indispensable llenar una solicitud y presentar un examen médico.

Durante los inicios del seguro de vida, era suficiente con que el aspirante se presentara frente a un grupo de directores quienes diagnosticaban el estado de salud de dicha persona por su apariencia.

A finales del siglo pasado, se empiezan a establecer asociaciones a las que se encuentran afiliadas compañías aseguradoras y reaseguradoras de diversos países para intercambiar ideas e información sobre la experiencia de riesgos subnormales aceptados para seguros de vida y gastos médicos.

A partir del establecimiento de este tipo de asociaciones las opiniones acerca de temas importantes en la selección de riesgos se han homogeneizado y se han desarrollado sistemas para tabular datos clínicos de los exámenes médicos practicados a los aspirantes.

Las investigaciones llevadas a cabo por los sectores actuariales y médicos han hecho posible que en la actualidad puedan ser asegurados la mayoría de los riesgos subnormales con recargos y limitaciones específicas dando como resultado que los miembros de la población que no son asegurables sean un grupo mínimo.

Dentro de todos los avances, técnicas e instrumentales que se han desarrollado para mejorar las condiciones de asegurabilidad, en favor tanto de las compañías aseguradoras como de los propios asegurados, se encuentran los manuales que contemplan los recargos necesarios para cubrir los riesgos que generan cierto tipo de actividades u ocupaciones. Estos manuales se elaboran con base en estadísticas obtenidas de las poblaciones aseguradas de diversos países y compañías y en los cuales se incluyen las actividades que presentan un alto riesgo a accidentes o a contraer enfermedades específicas.

Es importante mencionar que en México se ha estudiado muy poco sobre este tema, por lo que no hay antecedentes de estudios relacionados con riesgos ocupacionales, sólo se han seguido los lineamientos establecidos en otros países y se han ajustado a las propias necesidades.

Los manuales utilizados en nuestro país son extranjeros los cuales están elaborados, como se mencionará en los siguientes capítulos, con experiencia de varios países, muchos de estos manuales no son aplicables ya que no se apegan a las características propias del país, tampoco prevén un método para ajustar sus clasificaciones a las condiciones del país.

## **CAPÍTULO II**

---

---

## CAPÍTULO II.

### SELECCIÓN DE RIESGOS

#### 2.1 Principios de Selección

Uno de los objetivos de la suscripción debería ser aceptar la mayor proporción de casos a tasas normales de primas, dejando sólo un pequeño porcentaje para riesgos subnormales a los que se les fijarían tarifas de acuerdo con su propio riesgo y muy pocos casos deberían ser rechazados desde el principio en forma automática.

Una definición de riesgo, aplicable para el seguro es: "La incertidumbre que existe de la ocurrencia de algún evento"<sup>(2)</sup>, además la selección de riesgos asume que el riesgo es el mismo para todas las personas que se enfrentan a la misma situación.

La selección separa los riesgos en tres categorías que son los riesgos normales, riesgos subnormales y riesgos rechazados:

---

<sup>(2)</sup> Rivera Chávez, Carlos Arturo Gerardo, "Aplicación de la Administración de Riesgos", Tesis, Escuela de Actuaría, Universidad Anáhuac, México 1981.

a) *Riesgos normales*

Son aquellos que presentan condiciones de riesgo normales, es decir, no están afectados por algún riesgo específico que reduzca su esperanza de vida. Este grupo es el que se toma como base para definir los riesgos subnormales y rechazados.

b) *Riesgos subnormales*

Son aquellos en los que la esperanza de vida se acorta a causa de algún riesgo específico, como un padecimiento o por sus actividades.

c) *Riesgos Rechazados*

Son los que presentan una probabilidad de muerte mayor al estándar de su grupo de edad, la cual es de tal naturaleza que causa que la siniestralidad de las compañías se incremente significativamente, por lo que no es conveniente su aceptación.

La primera consideración que debe hacerse es la edad del solicitante, ésta, obviamente, tiene una gran importancia sobre la esperanza de vida, ya que mientras más joven sea la edad de ingreso se esperará que el solicitante viva más años.

En la población general la esperanza de vida para cada edad, independientemente de la salud, puede ser determinada refiriéndose a las estadísticas compiladas de tiempo en tiempo por los registros generales -censos y estadísticas vitales-. De cualquier forma, los actuarios no basan sus cálculos en la mortalidad de la población, sino en la mortalidad de los riesgos asegurados que es la mortalidad de los aceptados como normales en el seguro de vida.

Obviamente la esperanza de vida a cada edad para las personas que pertenecen a este grupo es mejor que la de la población general.

Adicionalmente, un grupo de personas de cualquier edad puede subdividirse de acuerdo con su salud. La minoría se encontrará afectados por algún padecimiento que modifica su mortalidad y se esperará que vivan poco. Un pequeño porcentaje se encontrará afectado por algún padecimiento médico, el cual, aunque no sea considerado como mortal, será de tal naturaleza que reducirá la esperanza de vida. Un gran porcentaje del grupo se encontrará en condiciones normales de salud y tendrá una esperanza de vida promedio. Finalmente, habrá un grupo muy reducido que se encontrará en condiciones de salud superiores a las normales y se esperará que viva más que el resto.

Las personas que componen los dos últimos grupos, antes mencionados, los cuales cuentan con una esperanza de vida mejor que la de la población general a la misma edad, se clasificarán desde el punto de vista del seguro de vida como "riesgos normales". Los actuarios basan sus cálculos en la experiencia sobre mortalidad de estos grupos.

De acuerdo con la experiencia de las compañías aseguradoras, se supone que la gran mayoría de los solicitantes para el seguro de vida deben ser aceptados como riesgos normales y que el porcentaje restante debe ser aceptados como riesgos subnormales, de este último menos de la mitad deben ser rechazados o posponerse su aceptación.

Las personas que pertenecen a grupos subnormales presentarán algún padecimiento, generalmente médico, ya sea en su historial, en el historial familiar o en la salud actual, dicho padecimiento será de tal naturaleza que acortará la vida. El suscriptor será el responsable de evaluar el grado de extramortalidad esperado y asegurarse de que los riesgos se ubiquen en grupos comparables con otros que tienen la misma mortalidad esperada.

## **2.2 Factores que afectan a la selección de riesgos**

La selección en el seguro de vida, también deberá tomar en consideración los siguientes factores:

### **a) *Ocupación***

Ciertas actividades y ocupaciones presentan una mortalidad superior o inferior a la normal. Las compañías aseguradoras cubren el riesgo de extramortalidad de algunos grupos ocupacionales agregando una "extraprima ocupacional" a la prima normal de tarifa. Otro tipo de ocupaciones, consideradas como peligrosas, son cubiertas evaluando cada riesgo en lo particular, para aplicar una extraprima.

### **b) *Lugar de Residencia***

En el mismo país las tasas de mortalidad pueden variar ampliamente de un lugar a otro. Estas variaciones pueden deberse a las condiciones de vida, a la infraestructura con que cuenta la zona, al tipo de trabajo que comunmente se desempeña en la zona, etc..

Este tipo de selección resulta impráctica debido a las complicaciones que representa, es por ésto que en el mercado

asegurador no hay diferencia en las primas por zona geográfica dentro de un mismo país.

Cuando se aseguran poblaciones que habitan en países considerados "de alto riesgo" por el tipo de enfermedades que se originan en éstos, tales como la malaria y la esquistosomiasis, no es necesario aplicar extraprimas ya que las primas normales reflejan la mortalidad promedio para el país.

#### ***c) Riesgos de Aviación***

Viajar por avión en líneas aéreas comerciales es tan común en la actualidad que este riesgo, aún para el caso de viajeros frecuentes, usualmente se encuentra incluido en las tarifas normales. La aviación privada aún representa un riesgo que requiere ser considerado en lo particular para aplicarle una extraprima.

#### ***d) Otras Prácticas Peligrosas***

Usualmente se requerirá aplicar una extraprima a los solicitantes que participen en actividades riesgosas como pueden ser carreras de automovilismo, carreras de motociclismo, buceo, montañismo, etc..

### ***e) Interés Asegurable***

Al hablar del interés asegurable, primeramente habrá que considerar que el beneficiario del asegurado debe tener interés en que el asegurado continúe con vida y que, adicionalmente, la suma asegurada contratada no exceda el interés financiero real.

El seguro de vida normalmente se adquiere con propósitos específicos como son: protección para la familia, inversión para el retiro, cubrir hipotecas y otros préstamos y para reducir el impacto de los gastos de defunción.

Cuando el interés asegurable no sea claro, el suscriptor deberá estar alerta, particularmente si se trata de sumas aseguradas cuantiosas y deberá obtener todos los detalles necesarios para aclarar la situación antes de proceder a la aceptación del seguro.

Además de lo anterior, la suma asegurada deberá guardar cierta relación con el nivel financiero del solicitante, en otras palabras no deberá "sobre asegurarse".

Por lo tanto, el objeto de la selección será el de proteger a las compañías de seguros de una mortalidad excesiva, rechazando riesgos severos y aplicando una extraprima adecuada al riesgo

de mortalidad que representen los solicitantes, de esta manera se mantendrá una equidad entre unos y otros asegurados.

Cada compañía de seguros determina sus propias políticas de suscripción, algunas pueden ser más conservadoras que otras, sin embargo, debe recordarse que el objeto del suscriptor será el de aceptar a tantos solicitantes como sea posible a tarifas normales.

### **2.3 Antiselección**

El término antiselección se utiliza para describir a los factores que se encuentran en contra de los intereses de las compañías de seguros y que son directamente opuestos a los factores de selección que se describieron anteriormente.

La principal forma de antiselección está conformada por padecimientos médicos no descubiertos o por la falsa declaración de los solicitantes respecto a éstos.

Un ejemplo de lo anterior sería el caso de una persona que sabe que padece de alguna enfermedad y que, por lo mismo, desea proteger a su familia asegurándola. Esta persona podría hacer falsas declaraciones respecto a su estado de salud en la solicitud del seguro y en el examen médico. El resultado de lo

anterior podría ser que un riesgo subnormal sea asegurado como uno normal.

Es claro que si algunas personas que sufren de un padecimiento grave, no detectado, son aseguradas, los que perderán financieramente son la compañía de seguros y sus asegurados.

Los siguientes factores muestran el efecto de la antiselección en relación con la suma asegurada:

1. La antiselección aumenta cuando la compañía de seguros se compromete a dar la mayor suma asegurada al menor costo.
2. La antiselección aumenta conforme la suma asegurada aumenta.

También debe tenerse en cuenta la competencia entre las compañías de seguros ya que las estipulaciones en cuanto a la selección pueden alejar a los solicitantes si éstos no son aceptados como riesgos normales y se encuentran en la línea entre lo normal y lo subnormal.

Por otro lado, algunas compañías de seguros tienden a invitar a la antiselección por la suscripción indulgente de ciertos

padecimientos y sus carteras pueden presentar una gran proporción de riesgos subnormales.

## **2.4 Seguro sin examen médico**

En los inicios del seguro de vida los solicitantes eran aceptados sin que se les practicara algún tipo de examen médico. Sin embargo, debido a la mala experiencia en la mortalidad se convirtió en un requisito el practicar un examen médico a todos los solicitantes y no fue sino hasta principios del presente siglo que se reanudó la práctica del seguro de vida sin examen médico.

Los métodos modernos para asegurar sin examen médico han mostrado que la experiencia en la mortalidad es ligeramente más desfavorable que si se aplica el examen.

Cuando se reanudó esta práctica, las sumas aseguradas y los límites de edad eran muy restringidos, pero los resultados fueron tan favorables que gradualmente se incrementaron los máximos de sumas aseguradas y los límites de edad de contratación, éstos han seguido creciendo hasta nuestros días.

Porsupuesto que la selección aún se practica y las solicitudes pretenden obtener información que va más allá del aspecto médico.

También, dependiendo del monto de la suma asegurada, puede solicitarse un reporte al médico que normalmente atiende al solicitante y si éste es satisfactorio se confirma la aceptación del seguro. En caso de que la información proporcionada tanto en la solicitud, como en el reporte del médico no resulte satisfactoria, la compañía puede insistir en que se lleve a cabo un nuevo examen médico para verificar la asegurabilidad del solicitante.

## **2.5 Estadísticas sobre mortalidad**

Toda la estructura del seguro de vida se fundamenta en las estadísticas sobre mortalidad. Muchas de las primeras compañías de seguros quebraron por no contar con estadísticas adecuadas sobre las cuales basarse para establecer las primas.

Sin embargo, las compañías que en el siglo XVIII usaban la tabla Northampton obtuvieron tantas utilidades que estuvieron a punto de acabar con la reputación del negocio.

Actualmente, se cuenta con un gran número de fuentes para obtener información relacionada con la población general, los censos son una de las más valiosas ya que a partir de éstos pueden llevarse a cabo investigaciones específicas sobre las causas de mortalidad.

Las compañías de seguros miden la mortalidad normal y calculan tarifas tabulares de primas sobre tablas construídas a partir de la experiencia en la mortalidad de las vidas aseguradas aceptadas como riesgos normales.

## **2.6 La fijación de tarifas para los riesgos subnormales**

Las primas para riesgos normales pagaderas a cada edad, para los diferentes tipos de pólizas, se calculan a partir de las tablas básicas de mortalidad. Otros factores que influyen en las tarifas de las primas son los gastos de las compañías y la tasa de interés que puede ser obtenida de las inversiones.

Una vez que se determina que un solicitante es un riesgo normal, el cálculo de las primas se realiza directamente de las tablas básicas de tarificación. En el caso de los riesgos subnormales debe calcularse el monto de las extraprimas que deberán pagarse.

El problema de la tarificación para riesgos subnormales es la incidencia en la mortalidad. La única forma lógica para determinar la extramortalidad, asociada con una causa en particular, es estudiar a grandes grupos de personas durante muchos años, cada uno con riesgos similares, y calcular la tasa de mortalidad para cada grupo al final del período.

Comparando estas tarifas con las de la mortalidad promedio de los riesgos normales, a la misma edad y sobre el mismo período, se puede calcular la tasa de mortalidad que se utilizará para predecir muertes.

A pesar de la profundidad de estos estudios, los resultados únicamente indican la incidencia en la mortalidad en el pasado y no siempre se puede asumir que la mortalidad futura va a seguir las mismas líneas. Una estimación razonable de la extramortalidad puede hacerse tomando en cuenta tanto los resultados de la mortalidad pasada como las tendencias de acuerdo con la experiencia del momento.

## **2.7 Probabilidad de muerte y de supervivencia**

Las probabilidades de supervivencia son utilizadas para reportar resultados de estudios clínicos, sin embargo, los actuarios hablan en términos de probabilidades de mortalidad,

ya que éstas son la base para costear el seguro de vida. Ambos casos consideran el mismo problema pero desde un punto de vista diferente y la forma de expresión depende, principalmente, de los intereses de aquéllos que llevan a cabo las investigaciones.

El siguiente ejemplo ilustra la diferencia entre ambos puntos de vista. Dado un grupo compuesto por 1000 hombres de edad 40, todos catalogados como riesgos normales para efectos del seguro, suponemos una tabla básica de mortalidad en la que se observa que 28 morirán en 10 años o, en otras palabras, 972 de ellos sobrevivirán 10 años. El número de muertes esperadas representa la mortalidad promedio del grupo.

Comparando este grupo con otro igualmente compuesto por 1000 hombres de edad 40, pero que sufren de algún padecimiento médico, dando como resultado 42 muertes al final de 10 años, se tiene que hay un incremento del 50% ( $42/28=1.5$ ) en las muertes comparado con el grupo anterior.

Sin embargo, la probabilidad de supervivencia entre ambos grupos es 1.4%, que desde el punto de vista clínico es un resultado satisfactorio, pero desde el punto de vista médico-actuarial la probabilidad de muerte difiere en un 50% que es sumamente significativo.

### 2.7.1. Formas de expresión de la mortalidad

La mortalidad promedio se expresa como un 100%, de tal manera que cualquier resultado menor será mejor y cualquier resultado mayor será peor que el promedio.

Si, como en el ejemplo anterior, se dice que la mortalidad es el 150%, entonces se tiene un incremento del 50% respecto al promedio; si el resultado fuera del 200%, se tendría 2 veces el promedio y así sucesivamente.

Frecuentemente la mortalidad que es superior al promedio se expresa como "extramortalidad", esto es que el 150% de la mortalidad sería equivalente a un 50% de extramortalidad y el 200% de mortalidad sería equivalente a un 100% de extramortalidad.

Las probabilidades de extramortalidad para un mismo riesgo, siempre van a ser mayores para edades jóvenes que para edades mayores, aunque existen algunas excepciones. Esto se debe a que el denominador de la probabilidad de mortalidad (número de muertes esperadas) es mucho menor en las edades jóvenes que el de las edades mayores.

## **2.8 Métodos de cálculo de tasas**

En cualquier sistema de cálculo de tasas deben tomarse en consideración los siguientes factores:

- 1) Edad
- 2) Ocupación
- 3) Constitución: estatura y peso; así como su distribución
- 4) Historial Familiar: longevidad y fallecimientos por causas
- 5) Historial personal
- 6) Examen físico
- 7) Hábitos: alcohol, tabaco, drogas y actividad física
- 8) Lugar de residencia
- 9) Riesgos ambientales
- 10) Tipo de seguro y duración de la póliza.

### **2.8.1 Sistema numérico para cálculo de tasas**

Con este sistema se lleva a cabo la evaluación de riesgos basada en las tasas de mortalidad expresadas como porcentajes.

Este sistema fue desarrollado por Oscar H. Rogers y Arthur Hunter, Director Médico y Actuario, respectivamente, de la New York Life Insurance Company. Después de experimentar

Riesgos para Seguros (The Numerical Method of Determining the Value of Risks for Insurance) y lo presentaron, en 1919, a la Association of Life Insurance Medical Directors of America y a la Acturial Society of America<sup>(1)</sup> .

Este sistema expresa en forma numérica cada paso en el proceso mental de juzgar los aspectos favorables y desfavorables de un riesgo definido como normal, utilizando como base la experiencia en la mortalidad pasada determinada por estudios estadísticos.

Actualmente, este sistema es utilizado universalmente para la suscripción y materialmente ha reemplazado a los métodos anteriores que eran formas más empíricas de evaluar los riesgos.

El principio de este sistema es asumir que el riesgo promedio es 100%, y cada factor que influye en la mortalidad se expresa en forma numérica en términos porcentuales de mortalidad superior o inferior al 100%, el valor otorgado a cada factor deberá ser equivalente al porcentaje esperado de mortalidad del grupo en el que particularmente ese solicitante sería ubicado. Si, por ejemplo, se obtuviera un gran total de +35

---

<sup>(1)</sup> Brackenridge, R.D.C., "Medical Selection of Life Risks", Ed. Macmillian Publishers Ltd., 2a. edición, Gran Bretaña 1985, pág. 34.

ubicado. Si, por ejemplo, se obtuviera un gran total de +35 puntos, la mortalidad esperada sería de 135%, o un 35% de extramortalidad.

De cualquier forma, existen evidencias de que 2 o más factores que influyen en la mortalidad son interdependientes, por lo que su suma resulta reducida, por lo tanto deberán considerarse ajustes para dicha interdependencia.

Adicionalmente, el resultado final deberá ser consistente con el buen juicio y no debe permitirse que el total de los diversos e insignificantes descuentos nulifiquen el recargo de un padecimiento significativo.

Los recargos y los descuentos utilizados en el sistema numérico para el cálculo de tasas han sido compilados en manuales de tarificación por la mayoría de las compañías aseguradoras y reaseguradoras en el mundo como guías para los suscriptores.

La constitución y la presión de la sangre son dos características físicas que han sido muy estudiadas y, es gracias a estos estudios, que existen datos razonablemente confiables relacionados con la mortalidad.

El historial familiar y personal, así como los exámenes físicos, practicados con anterioridad, son muy importantes ya que el solicitante podría padecer, por sus antecedentes, o haber padecido de alguna enfermedad o accidente que afecte su esperanza promedio de vida.

Incluso se ha demostrado que el estado civil de las personas afecta a las tasas de mortalidad, algunos estudios indican que por lo general los casados viven más años que los solteros, divorciados o viudos pertenecientes a un mismo grupo de edad.

Los recargos para las ocupaciones peligrosas pueden variar de acuerdo con las políticas de cada compañía, las cuales probablemente no tomen en cuenta los riesgos para ciertas ocupaciones pero sean más estrictos en otros aspectos.

El recargo por el lugar de residencia deberá aplicarse únicamente a lugares específicos del mundo, en donde en definitiva se tenga algún riesgo de salud.

Es importante considerar que si una compañía pone una sucursal, por ejemplo, en un país con población indígena y con clima tropical, las tasas de mortalidad se habrán ajustado para cubrir cualquier riesgo racial o de salud y por lo tanto los recargos individuales no serán necesarios.

## **2.9 Críticas al sistema numérico para cálculo de tasas**

El sistema numérico para calcular tasas de recargo no es perfecto y nunca se ha pretendido hacer creer que lo sea; es una manera adecuada de clasificación y no una teoría de extramortalidad. El sistema numérico no es lo suficientemente adaptable para ser utilizado en los casos de padecimientos con un riesgo inicial muy elevado que decrece rápidamente en unos cuantos años. Dichos padecimientos deben ser tasados sobre la base de una extraprima temporal que cubra el período de riesgo excesivo.

Se ha dicho que este método es muy rígido y que aún los solicitantes más convenientes podrían verse afectados, particularmente si la mayoría de las compañías manejan los mismos estándares de suscripción.

Adicionalmente, no hay forma de aplicar un valor numérico a algunos factores que resultan intangibles, como son la personalidad y el temperamento, los cuales son decisivos en la incidencia de los procesos de mortalidad, sólo después de un profundo estudio de toda la evidencia disponible sobre el solicitante se le podría asignar un peso a estos factores.

### 2.9.1 Agregar años a la edad

En el Reino Unido, el sistema tradicional para tasar a los riesgos subnormales era el de agregar el número requerido de años directamente a la edad actual, teniendo en consideración todos los factores de los que se ha hablado anteriormente. De cualquier forma, este método no refleja la incidencia real de la mortalidad en las edades jóvenes, excepto en los casos de riesgos que lentamente se van incrementando con el tiempo.

Tales riesgos son los menos - la mayoría de los padecimientos presentan un elevado riesgo inicial de mortalidad el cual va decreciendo lentamente- pero si este sistema se aplica en forma consistente, pueden obtenerse resultados satisfactorios en forma individual por las compañías.

Una variante de este sistema es la que se utiliza al aplicar el sistema numérico para el cálculo de tasas y la mortalidad se convierte en "años adicionales" a la edad; de esta forma se evita hacer extensiva la inadecuada aplicación de extraprimas, como sucede con el método original.

El método de agregar años directamente a la edad ha permitido fomentar la suscripción "al dedazo" en algunas compañías, otorgando una tasa fija de recargo a muchos padecimientos;

ésto, sobretodo para los inexpertos, dificulta la tarea de medir el riesgo.

### **2.9.2 Fijación de tarifas mediante la reducción de la suma asegurada**

El principal objetivo del seguro de vida es el de cubrir el total de la suma asegurada, incluso en el caso de subnormalidades, cobrando una extraprima.

Un método alternativo de tarificación es mediante la imposición de una reducción, lo cual significa que únicamente una parte proporcional de la suma asegurada es pagada a la muerte, pero no se agregan recargos a la prima.

La reducción puede diseñarse de tal manera que anualmente se reduzca la suma asegurada en un porcentaje el cual irá disminuyendo hasta llegar a cero, a partir de este momento la suma asegurada restante será la suma asegurada pagadera hasta el vencimiento del seguro. En otros casos, la reducción permanece constante durante la duración del seguro.

El imponer una reducción afecta el principal objetivo del seguro de vida, ésto es reconocido por la mayoría de los estados de Estados Unidos y Canadá en donde este tipo de

sistemas son ilegales, aunque en algunos casos este sistema resulta conveniente para las dos partes, tanto para el asegurador como para el asegurado.

Como ejemplo de lo anterior se tienen los casos en los que hay riesgos elevados de reciente aparición o cuando un riesgo muy elevado está en el límite de ser rechazado, en estos casos el suscriptor sentirá que la única manera de proteger a la compañía es haciendo reducciones significativas a la suma asegurada.

En los últimos años, la tendencia general ha sido el suscribir los casos con subnormalidades a través de extraprimas y no de reducciones a la suma asegurada, lo anterior ha sido propiciado principalmente por los productos de mayor demanda en cuanto a seguros.

## **2.10 Ventajas del seguro subnormal.**

Después de discutidos los métodos para medir la mortalidad y convertirla en términos de extraprimas debe decirse algo respecto a las ventajas que se derivan del seguro de vida subnormal.

A principios de siglo el negocio de vida tenía que ver, casi en su totalidad, con riesgos normales y muy pocas compañías eran lo suficientemente osadas para aventurarse al campo de la subnormalidad y no fue sino hasta que se empezaron a realizar estudios sobre padecimientos médicos a gran escala, que se hizo claro que muchas vidas que se encontraban abajo del promedio de mortalidad podían ser aceptadas en el seguro con una extraprima proporcional al nivel del riesgo involucrado, resultando lucrativo.

El Dr. Oscar H. Rogers<sup>(4)</sup>, a principios de siglo, hizo mucho para promover el seguro subnormal señalando los beneficios que éste podía acarrear a las compañías, a sus agentes y, particularmente, a los solicitantes que no alcanzaran el promedio pero que requerían de una cobertura de vida mucho más que muchas personas con buena salud para proteger a sus dependientes.

Al aceptar riesgos subnormales el asegurador obtenía una cartera adicional que podía ser manejada por el mismo personal, el agente tenía la posibilidad de vender y se ahorrraba tiempo y energía que podrían haber sido desperdiciados, en otras palabras, el seguro subnormal además de ser ventajoso

---

<sup>(4)</sup> Brackenridge, R.D.C., "Medical Selection of Life Risks", Ed. Macmillan Publishers Ltd., 2a. edición, Gran Bretaña 1985, pág. 45.

para los aseguradores, también beneficia a otros que lo requieren más.

Actualmente, el seguro para riesgos subnormales es ampliamente practicado por la mayoría de las compañías de seguros; la gran mayoría de los solicitantes presentan algún padecimiento que acorta su esperanza de vida, pero pueden ser aceptados en términos proporcionales al riesgo involucrado.

Lo más importante de lo anteriormente expuesto, es que estos casos se encuentran dentro de la cartera lo que otorgará experiencia e información invaluable para conocer la mejor forma de seleccionar estos riesgos en el futuro.

Algunas compañías internacionales crean pooles<sup>(9)</sup> integrados por asegurados con padecimientos de alto riesgo similares.

La experiencia en mortalidad para cada uno de los pooles se estudia de tiempo en tiempo y ha servido como una guía muy valiosa para permitir modificaciones adecuadas en las políticas de suscripción de los padecimientos respectivos.

---

<sup>(9)</sup> Término utilizado y aceptado por las compañías de seguros. Se refiere a agrupamientos de asegurados que poseen características en común.

Para concluir este capítulo, como apoyo a lo que se ha mencionado a lo largo del mismo, a continuación transcribimos un artículo publicado por el periódico El Asegurador<sup>(6)</sup> :

**"Evitar la Toma de Negocios que Signifiquen Siniestros Prematuros,  
Prioridad del Seleccionador**

- Fundamental en la Operación Sana de las Compañías
- La Improvisación en esta Tarea Está Fuera de Lugar
- Necesario un Manual Mexicano, Coinciden Especialistas

La selección de riesgos en seguro de personas siempre ha existido, sin embargo actualmente ha cobrado importancia por ser pieza fundamental para que una empresa tenga resultados sanos en sus operaciones.

Mucho dependen de esta función técnica los estados financieros de las compañías aseguradoras, al grado de que si se realiza este proceso mal, la consecuencia inmediata será el pago de siniestros prematuros.

Al ser entrevistados, conocedores del tema coincidieron que el agente de seguros es el primer seleccionador de riesgos y la empresa depende de la información de éste, para tomar o rechazar un riesgo. Lo cierto es que en ocasiones debido a la competencia que se da en el mercado, el fin que persiguen más que asegurar al cliente, es vender el seguro.

---

<sup>(6)</sup> Islas Yáñez, Laura Edith, Periódico "El Asegurador", No. 206, México, D. F., 15 de mayo de 1993.

Aquí es donde interviene el seleccionador, pues él dirá a la empresa qué riesgos son malos y cuáles son buenos.

La responsabilidad depositada en el seleccionador implica tener estudios profundos en la materia, experiencia, actualización constante, "pero no podemos seguir improvisando cursos para llenar requisitos" dijo David Heneidi, capacitador independiente.

Se les da el poder de tomar decisiones y para tomarlas es necesario que cuenten con información objetiva, que les permita tomar o desechar el riesgo, porque al tomar una solicitud, analizarla y dar una respuesta, ya sea con extraprima, o realizó exclusiones, etc., "no se vale decir al cliente que el costo es mayor, o que ya no se puede aceptar; si lo aceptamos nos la estamos jugando por 20 años" afirmó el actuario Enrique Peña, director de vida de Seguros Interamericana. Hizo hincapié en que al final de cuentas quien será beneficiado es el consumidor directamente.

Respecto a los cuestionarios que realizan las empresas para aceptar o no al solicitante, deben reunir ciertas características: las preguntas deben de ser directas al hecho que se desea conocer; afirmativas; contener un solo hecho; en términos accesibles; pero además de lo anterior el agente será el entrevistador, el cual si se da cuenta de que el solicitante tiene problemas graves debe preguntárselo, porque si realiza una mala

Aquí cabe señalar que es responsabilidad de las empresas informar a su fuerza productora qué riesgos son prohibidos y las políticas generales de la empresa; porque se rechazan negocios, ya que si el agente desconoce lo anterior llevará ese tipo de negocios y hará perder tiempo al seleccionador realizando la revisión.

"Debemos hacerles entender a los agentes de seguros que estamos en el mismo barco" afirmaron David Heneidi y el actuario Pedro Pacheco, director de vida de Seguros Tepeyac. Este último señaló que se debe concientizar al agente de que no se trata de "agarrar negocios", de que es necesaria la información completa, esto dará resultados positivos tanto para el vendedor como para la empresa.

Francisco Javier Palacios, director de vida de General de Seguros, S. A., señaló que ahora se da mayor libertad en la selección, pero la causa ha sido la competencia comercial. Habría que cuestionar a quienes están atrás de los agentes, señaló Pedro Pacheco. En seguro de vida individual se hace una selección precta, en donde se piden estudios étnicos, pero en seguros de grupo, no se practica la selección y "un 80% de las pólizas son aceptadas sin selección de riesgos".

Un seleccionador con experiencia y criterio en la materia puede revisar y dictaminar de 120 a 130 casos diarios, otros entre 40 y 60. Unos se tardan en dar respuesta 24 horas, otros cinco días, esto varía de acuerdo con la empresa, pero aquí no interesaría tanto la cantidad sino la calidad con que son revisados y la información que se basan.

Un seleccionador con experiencia y criterio en la materia puede revisar y dictaminar de 120 a 130 casos diarios, otros entre 40 y 60. Unos se tardan en dar respuesta 24 horas, otros cinco días; esto varía de acuerdo con la empresa, pero aquí no interesaría tanto la cantidad sino la calidad con que son revisados y la información que se basan.

No existen manuales propios de selección de riesgos en México, en el que se basa la gran mayoría es en el que de su empresa reaseguradora. Sin embargo, el doctor José Luis Del Hierro afirmó que esto es por falta de tiempo. Para otros seleccionadores la existencia de un manual mexicano que contenga los parámetros para evaluar un riesgo en nuestro país es necesario.

Una selección de riesgos también implica información confidencial como es la Oficina Informadora de Impedimentos la cual antes se manejaba vía mensajero, hoy es por un sistema de cómputo; esta información es una herramienta básica para no aceptar a solicitantes que darán siniestros prematuros a la empresa, y más que informar de su existencia es valorar el esfuerzo de quienes están atrás de hacer que quienes trabajan en selección tengan más herramientas que les permita desarrollar su profesión.

Si bien es cierto que las empresas viven de lo que venden, también es cierto que las ventas se deben hacer con una visión a futuro y ver el

solicitante no como cliente, sino una persona que necesita seguridad, siendo ésta última, misión de las compañías de seguros.

Si las empresas desean tener estados financieros sanos es necesario tomar conciencia de que el seleccionador ya no debe ser un empleado que lleva años en la empresa y que después de ocupar otros cargos en ésta se le designa en el área sin la preparación necesaria acerca de lo que va a realizar y cómo la hará concluyeron los entrevistados."

El artículo anterior expone la opinión de representantes del sector asegurador mexicano, quienes destacan la importancia de la correcta evaluación de la selección de riesgos para la sana operación de sus empresas, siendo el riesgo ocupacional uno de los factores que afectan a la selección.

## **CAPÍTULO III**

---

---

## **CAPÍTULO III.**

### **RIESGO OCUPACIONAL**

#### **3.1 Introducción**

Como se mencionó en el Capítulo anterior la selección de riesgos se refiere, en general, a la clasificación de riesgos en normales, subnormales y rechazados.

La selección se realiza inicialmente de acuerdo con las edades y estado de salud de los participantes. Otros factores que se toman en cuenta son la ocupación, lugar de residencia y riesgos especiales, que son los más importantes.

Todos estos factores son importantes para determinar si una persona es o no asegurable y establecer las condiciones bajo las cuales se otorgará el seguro.

Cada uno de estos factores deben ser estudiados ya que éstos afectan directamente a la siniestralidad. El presente trabajo se refiere, en particular, al riesgo ocupacional.

### 3.2 Qué es el riesgo ocupacional

Una de las definiciones de riesgo ocupacional de acuerdo con la Ley del Seguro Social (Art. 48) es que los riesgos de trabajo se pueden definir como los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores cuya causa es el mismo trabajo, es decir, son aquellos que se producen en el transcurso del trabajo, al realizar su labor un trabajador. Así, también se considera accidente de trabajo el que se produzca al trasladarse de su domicilio a su lugar de trabajo, o del lugar de trabajo a su domicilio; "Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior a la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo de trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que se preste. También se considera accidente de trabajo el que se produzca al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar de trabajo, o de éste a aquél" (Art. 49).

Asimismo, el artículo 50 de la Ley del Seguro Social dice que "La enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo, o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. En todo caso, serán enfermedades de trabajo las consignadas en la Ley Federal del Trabajo".

### **3.3 Por qué se da el riesgo ocupacional**

Por las características o propiedades de las materias primas, los productos, subproductos o desechos del equipo, maquinaria o herramientas; por la forma, método o procedimiento utilizado; por el estado de ánimo o la actitud de la persona que desempeña una ocupación, o por las condiciones imperantes en el sitio donde se labora, los riesgos de accidentes y enfermedades han mutilado, incapacitado o matado a un gran número de trabajadores.

Se puede decir que el riesgo ocupacional se da porque todo riesgo está íntimamente vinculado con las actividades que realiza el hombre. Mientras el hombre desempeña sus actividades ya sean cotidianas o no, siempre será acompañado de riesgos los cuales estarán en función de estas actividades, aunque un riesgo puede ser más grave que otro.

Sin embargo, no es tan fácil evaluar el riesgo ocupacional ya que en algunas ocupaciones existen riesgos de accidentes obvios, en otras hay efectos adversos sobre la salud de los empleados que no son obvios a primera vista sino que se presentan a largo plazo.

### 3.3.1 Factores que afectan la mortalidad ocupacional

Existen tres factores que afectan la mortalidad ocupacional<sup>(7)</sup> :

- a) Riesgos por accidente
- b) Riesgos de salud
- c) Riesgos por el ambiente social.

#### **a) *Riesgos por accidente***

Pueden surgir de diferentes formas, por ejemplo, todos los trabajadores de maquinaria están expuestos a algunos riesgos por accidente; los trabajadores de la construcción están expuestos a riesgos tales como caídas, que es obviamente mayor en el caso de los trabajadores del acero que en el de los carpinteros y techadores en casas pequeñas.

#### **b) *Riesgos de salud***

Algunos de los riesgos de salud surgen como consecuencia de nuestra compleja civilización industrial con su continuo desarrollo de nuevos productos y procesos. Por muchos años se han hecho trabajos acerca de fallecimientos ocupacionales pero más desde el punto de vista de la morbilidad que del de la mortalidad.

---

<sup>(7)</sup> Morton, Gene A., "Principles of Life and Health Insurance", Life Management Institute, Ed. Dani L. Long, FLMI, pág 106.

De acuerdo con Dublin y Vane<sup>(3)</sup> son nueve los riesgos más importantes de salud: polvos, venenos, anormalidades de la presión del aire, anormalidades de la temperatura, humedad, iluminación defectuosa, infecciones, energía radioactiva y movimiento, presión y sacudidas repetitivas. Algunos de éstos tienen mayor efecto sobre la morbilidad que sobre la mortalidad. Además, una ocupación puede estar sujeta a más de un riesgo de salud y también puede estar sujeta a un riesgo por accidente.

**c) Riesgos por ambiente social**

El medio ambiente tiende a ser una función de la ocupación, porque la gente vive de acuerdo al dinero que gana. Bajos ingresos implican condiciones pobres de vida y viceversa, y estas condiciones de vida influyen sobre vivienda, comida y gastos médicos. La ocupación tiene relación con el cuidado y atención médicas. Los niveles públicos de salud en el área pueden ser tan bajos que contribuyan a un incremento en la mortalidad de la población en general, esto a su vez se verá reflejado en cierto aumento de la mortalidad ocupacional. Las ocupaciones mal retribuidas tienden a atraer al trabajador de bajo nivel, desprovisto de conocimiento o energía para mejorarse.

---

<sup>(3)</sup> "Occupation Hazards and Diagnostic Signs", Bulletin 41, US Department of Labor, Division of Labor Statística, 1942

### **3.4 Importancia de evaluar el riesgo ocupacional**

En la actualidad no se concibe el prescindir de acciones de estudio, prevención y control del riesgo a que están expuestos los elementos que constituyen la fuerza productiva del país.

El seguro de vida es una de las formas de prevenir o controlar el impacto económico a que están expuestas las personas y sus familias. Es importante evaluar cómo la ocupación influye sobre la mortalidad e invalidez total y permanente para poder estimar el grado apropiado de extramortalidad y hacerlo equitativo, es decir, contemplar los recargos necesarios para cubrir los elevados riesgos que generan cierto tipo de actividades y ocupaciones. Así el asegurador debe tener conocimiento de los riesgos que afectan a la diversidad de ocupaciones.

Desde el punto de vista técnico, el riesgo ocupacional es uno de los factores más importantes que afectan a la selección, por lo que conlleva la necesidad de un análisis técnico-actuarial para la obtención de una extraprima aplicable a cada una de las distintas ocupaciones.

### 3.5 Clasificación de las ocupaciones

Para poder evaluar correctamente el riesgo ocupacional es necesario hacer una clasificación más que nada práctica y de acuerdo a ésta, y usándola como criterio, clasificar los riesgos en diferentes categorías.

Debido a la innumerable cantidad de ocupaciones que existen en nuestra época, se pueden aplicar criterios para reducirla a tipos fundamentales y clasificar por similitud cualquier ocupación no consignada.

Así, para propósitos de seguros, pueden clasificarse las ocupaciones de acuerdo a los siguientes métodos<sup>(9)</sup> :

- 1.- Tomar cada industria por sí misma y partirla en varias subdivisiones
- 2.- Tomar industrias dentro de amplios grupos, siendo los procesos básicos el factor determinante, un ejemplo de este tipo de clasificaciones es el siguiente:

---

<sup>(9)</sup> Morton, Gene A., "Principles of Life and Health Insurance", Life Management Institute, Ed. Dani L. Long, FLMI, pág. 110.

Agricultura, pesca y silvicultura  
Extracción de minerales  
Industrias manufactureras y mecánicas

Construcción  
Transportación  
Comercio  
Servicio público  
Servicio profesional  
Doméstico y personal de servicio  
Ocupación de oficina  
Ocupaciones no remuneradas

Estos grupos, a su vez, deben subdividirse en clases o categorías hasta llegar a ocupaciones específicas, sobretodo para el caso del seguro de vida individual.

En México se han desarrollado un gran número de clasificaciones con diferentes propósitos, las cuales podrían ser utilizadas por las compañías aseguradoras, como punto de partida para el estudio de los riesgos ocupacionales.

## **CAPÍTULO IV**

---

---

## CAPÍTULO IV.

# RIESGO OCUPACIONAL EN MÉXICO

### 4.1 Introducción

"La industria aseguradora mexicana no utiliza manuales de clasificación de riesgos que se apeguen a la realidad nacional, por lo que no se puede evaluar si el juicio para estimar tales riesgos es adecuado con respecto a los parámetros nacionales"<sup>(10)</sup>.

La base para evaluar el riesgo ocupacional es la estadística de datos confiables sobre la mortalidad de las diversas ocupaciones, es decir, experiencia de mortalidad propia de cada ocupación analizada con métodos estadísticos apropiados.

Es importante considerar que son diferentes las características en cada país, México tiene sus propias características sociales, económicas, ambientales, tecnologías y políticas, así como condiciones de vida, cultura, necesidades, desarrollo del país e historia, propios.

---

<sup>(10)</sup> Entrevista personal con el Dr. José Luis Del Hierro V., Médico Delegado de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, 5 de enero de 1995.

Se puede decir que el comportamiento de los riesgos está en función de estas características, por lo que no siempre resulta conveniente aplicar cifras extranjeras para extrapolar los riesgos. Esto es uno de los problemas a los que debería darse mayor importancia dentro del ámbito asegurador mexicano.

## **4.2 Problemática en México**

Antes de iniciar este trabajo los autores de la presente tesis participaron en un proyecto para desarrollar un manual de riesgos ocupacionales que estuviera elaborado con experiencia nacional, mismo que era coordinado por el Dr. José Luis Del Hierro.

Las actividades que se desarrollaron consistían en la recopilación de la información necesaria para la realización de este proyecto. Específicamente se recabó información de los archivos de siniestros de diferentes compañías aseguradoras y reaseguradoras.

En el transcurso de éste, se observó que esta tarea era demasiado grande y presentaba una serie de problemas, lo cual exigía la inversión de una gran cantidad de tiempo y de recursos.

Por este motivo se enfocó únicamente a una parte del proyecto que es el riesgo ocupacional, tema de la presente tesis. Los problemas que se detectaron se describen a continuación.

En México no son evaluados los riesgos ocupacionales por el mercado asegurador en general, por lo que cada compañía maneja su propia información, además de que no existen procesos de cálculo formales para el análisis de ésta.

Los principales problemas que se observaron son los siguientes:

- 1.- Para poder llevar a cabo un análisis estadístico completo y confiable, se necesita considerar una población suficientemente grande y con base en ella realizar un muestreo para hacer una inferencia sobre la población, sin embargo, en muchos lugares, instituciones, compañías aseguradoras, etc., estos datos son confidenciales, y no se tiene acceso a toda la información necesaria y suficiente para este estudio.
- 2.- La información a la que se tiene acceso, en muchos casos no es específica, lo cual hace que los datos no sean de utilidad. Para que la información sea utilizable es necesario que se encuentren bien definidos la ocupación del asegurado, el lugar del siniestro, así como la causa del mismo.

- 3.- Se deben recabar todas las características que sean de utilidad para la evaluación del riesgo, es decir, que debe solicitarse información completa acerca del asegurado y de sus actividades.
- 4.- La calidad y la cantidad de la información que se requiere implican invertir una gran cantidad de tiempo y un numeroso equipo de gente, así como la necesidad de la participación y apoyo de las compañías aseguradoras y otros sectores que cuentan con información completa y confiable.
- 5.- Otro problema es que en México no se le ha dado la importancia suficiente a este tema, siendo la base para lograr un equilibrio desde el punto de vista tanto del asegurado como del asegurador.

### **4.3 Importancia de la evaluación de los riesgos ocupacionales**

Con el objeto de lograr un equilibrio entre lo que se cobra como prima y lo que se paga como suma asegurada en el ramo de seguro de vida, de acuerdo con el riesgo que cada persona implique, la industria aseguradora requiere hacer una apreciación de todos los elementos que originen que una persona esté expuesta a un alto riesgo derivado de las

actividades que desempeña con mayor o menor frecuencia y las diferentes magnitudes del mismo.

Primero que nada, se deberá dar especial atención a la estadística, dentro de la cual se considera la calidad de la información, ya que para obtener un parámetro para medir siniestralidad, es indispensable una estadística confiable. Se deberán invertir los recursos, humanos y materiales, suficientes para lograr un buen control de los datos históricos.

Aunque esta tarea lleva mucho tiempo y paciencia es necesario desarrollar estudios detallados y completos de los riesgos ocupacionales en México y en base a éstos, elaborar un modelo actuarial que se ajuste a su comportamiento.

Entre más elementos de juicio tenga el asegurador, éste podrá hacer una mejor clasificación del riesgo.

Debido a la apertura comercial que actualmente se está dando en nuestro país, el mercado asegurador mexicano podría verse en la necesidad de competir con compañías extranjeras, por lo que deberá buscar mecanismos que lo lleven a la competitividad. El tarifificar adecuadamente los riesgos podría ser un elemento de utilidad para lograr este objetivo.

## **CAPÍTULO V**

---

---

## CAPÍTULO V.

# METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS OCUPACIONALES

### 5.1 Introducción

**P**ara contribuir a resolver los problemas mencionados en el capítulo anterior, en cuanto a las tasas de siniestralidad que se han aplicado en nuestro país como extraprimas, se llevarán a cabo procedimientos para obtener la tasa de siniestralidad de una ocupación, utilizando como caso de estudio la ocupación de piloto fumigador.

Cabe mencionar que para llegar a esta metodología se probaron diversas formas de análisis y cálculo. Se trató de obtener un modelo que se ajustara al comportamiento de los datos utilizando análisis de regresión multivariado, lo que finalmente nos condujo a una metodología general meramente estadística ya que consiste en que teniendo una serie de datos estadísticos se efectúe un análisis detallado de los mismos para obtener la extraprima y posteriormente establecer intervalos de confianza para inferir al comportamiento poblacional.

A continuación se mencionan los pasos que se siguieron en el presente análisis:

1. Recopilación de información estadística.
2. Procesamiento de la información.
3. Corrección de la información.
4. Análisis y evaluación de la información.
5. Obtención de la tasa.
6. Obtención de intervalos de confianza.

## **5.2 Metodología para la evaluación del riesgo**

### **1. Recopilación de información**

Es importante saber hacia qué sector enfocarse para obtener información aplicable, es decir, que contenga todas las características necesarias para el cálculo de la tasa de acuerdo a la naturaleza de cada ocupación. Por ejemplo, para evaluar la siniestralidad de los pilotos fumigadores, se necesitan datos como:

#### **1. Número de accidentes, con la siguiente clasificación:**

- a) Accidentes fatales
- b) Accidentes graves
- c) Accidentes leves
- d) Accidentes ilesos

## 2. Número de expuestos a sufrir un accidente

- a) Número de licencias expedidas
- b) Número de licencias vigentes

Estas son las características que hacen que la información sea aplicable, y son indispensables para el estudio ya que para efectos de seguro de vida, los accidentes en los que no hubieron consecuencias fatales (muerte) o graves (invalidez) no se consideran como casos favorables. No es de utilidad el número total de accidentes si no se sabe cuántos de éstos son fatales y graves.

Asimismo, se recomienda recopilar información de mínimo 10 años anteriores y, de ser posible, datos mensuales, ya que ésto permite tener una mayor visión de la información. Cuando se presentan valores extremos en relación a los demás datos, si se tiene un número suficiente de datos se puede tomar una decisión sobre esos valores extremos, ya sea omitirlos o considerarlos, y distribuirlos, en caso contrario no se sabe si esos valores tienen un efecto trascendental en la realización del estudio.

### **2. Procesamiento de la información:**

Consiste en capturar y organizar los datos para analizarlos. Esto es con el objeto de captar el mayor número de características de la información.

El método que se utilizará para organizar los datos es la "Distribución de Frecuencia". Es una tabla que organiza los datos en clases, es decir, en grupos de valores que describen una o varias características que posee la información. Consiste en: dividir los datos en grupos de valores similares (clases, intervalos, categorías, intervalo de clase) y registrar cuántos datos caen en cada grupo. La frecuencia puede ser representada en forma porcentual, la cual es denominada frecuencia relativa. Así, en este ejemplo se organizará el número de accidentes ocurridos en cada intervalo de tiempo.

### **3. Corrección de la información y su análisis.**

Consiste en estudiar los datos para depurar la información. Es decir, distribuir u omitir, según sea el caso, los datos con baja frecuencia. Estos datos no podrán ser omitidos si representan más del 5% de todos los datos ya que son significativos, ésto de acuerdo con el manejo estadístico general, en este caso se repartirán a cada clase con la ponderación correspondiente. A este proceso se le denomina corrección de datos.

### **4. Análisis y evaluación de la información.**

Para garantizar que la tasa que se obtendrá no variará a lo largo del tiempo, es necesario evaluar la información analizando la independencia entre el tiempo y el número de accidentes ocurridos.

Para tal efecto, se pueden utilizar paquetes estadísticos tales como TSP (Time Series Program), SPSS, SAS, STATPLAN, entre otros. Para el presente trabajo se utilizó el TSP debido a la naturaleza del estudio, ya que el mismo listado arroja un indicador que se denomina coeficiente de determinación, mismo que será de utilidad para demostrar la independencia, adicionalmente demuestra la invariabilidad de las tasas en función del tiempo.

***Coefficiente de determinación ( $r^2$ ):*** Mide la bondad de ajuste del modelo de regresión utilizado y se interpreta como en qué porcentaje la variable independiente explica a la dependiente a través del modelo.

En este trabajo no se pretende encontrar un modelo que explique el comportamiento del número de accidentes a lo largo del tiempo, sin embargo, el indicador Coeficiente de Correlación de Pearson, será de utilidad para demostrar la independencia, y éste se obtiene sacando la raíz cuadrada al coeficiente de determinación:

***Coefficiente de correlación de Pearson ( $r$ ):*** Mide el grado de asociación lineal que existe entre las variables, es decir, la tendencia que tienen las variables a moverse juntas. Sus propiedades son:

- 1)  $-1 < r < 1$
- 2)  $-1 < r < 0$  la tendencia de las variables es negativa
- 3)  $0 < r < 1$  la tendencia es positiva
- 4) Si  $r$  tiende a 0 (cero) o es igual a cero, la correlación es nula, es decir, no hay ninguna relación entre las variables y por ende, son totalmente independientes.
- 5) Si  $r$  tiende a 1 (uno) o a -1 (menos uno), hay una correlación perfecta.

Se puede utilizar un criterio de que si  $r$  se encuentra entre -0.5 y 0.5 la correlación es mala, y si  $r$  es mayor a 0.8 o menor a -0.8, hay una correlación bastante significativa.

Por lo que en este paso, se pretende obtener el coeficiente de correlación de Pearson entre el tiempo y el número de accidentes y medir el grado de asociación de los mismos.

Para profundizar lo anterior, se aplicará el análisis de autocorrelación, que consiste en detectar la correlación que existe entre los intervalos de tiempo y, si ésta es significativa, corregirla, además de detectar la influencia de las variables en manera rezagada.

## FÓRMULA PARA ESTIMAR LA AUTOCORRELACIÓN<sup>(1)</sup>

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t) * (Y_{t+k} - \bar{Y}_{t+k})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2}$$

donde:  $-1 \leq r_k \leq 1$

$k$  = períodos de tiempo en los que están separados los valores.

$Y_t$  = valor de la observación en el tiempo  $t$

$\bar{Y}_t$  = valor estimado de la observación en el tiempo  $t$

### 5. Obtención de la tasa.

Antes de obtener la tasa, cabe mencionar que la extraprima ocupacional es un recargo que se aplica a la prima de seguro que ha sido calculada utilizando procedimientos actuariales y de probabilidad, es decir, no es necesario llevar a cabo análisis estrictamente actuarial en el cálculo de la extraprima, ya que éste ha sido realizado con anterioridad en el cálculo de la prima, por lo que la extraprima ocupacional es la tasa de probabilidad de que ocurra un accidente.

---

<sup>(1)</sup> Mendenhall, William / Reinnuth, James E., "Estadística para Administración y Economía", University of Florida, Grupo Editorial Iberoamérica, Massachusetts, USA 1978, 3a. edición, pág. 487.

## FÓRMULA PARA LA OBTENCIÓN DE LA EXTRAPRIMA

$$p = \frac{\text{casos favorables}}{\text{casos totales}}$$

Donde: p = probabilidad

Como se mencionó anteriormente, para este ejemplo se considerarán sólo los accidentes fatales y graves, ya que el objetivo es obtener una tasa para calcular extraprimas para el seguro de vida privado y por ende, los accidentes en los que no hay consecuencias no entran dentro de la población de casos favorables, es decir, no son de interés ya que cuando el accidente no causa la muerte o invalidez al asegurado no se le paga la suma asegurada.

$$P_f = \frac{\text{accidentes fatales}}{\text{total de accidentes ocurridos}}$$

$$P_g = \frac{\text{accidentes graves}}{\text{total de accidentes ocurridos}}$$

Donde:  $P_f$  = probabilidad de que ocurra un accidente fatal

$P_g$  = probabilidad de que ocurra un accidente grave

Es importante aclarar que los accidentes fatales y accidentes graves son mutuamente excluyentes:

*Sucesos mutuamente excluyentes:* " . . . se dice que dos o más sucesos son mutuamente excluyentes cuando la ocurrencia de uno cualquiera de ellos imposibilita la ocurrencia de cualquier otro."<sup>(12)</sup>.

Así, la ocurrencia de un accidente fatal imposibilita la ocurrencia de un accidente grave, es decir, un accidente no puede ser fatal y grave al mismo tiempo, es grave o es fatal.

## 6. Intervalos de confianza.

La inferencia estadística es de utilidad para establecer límites aceptables para los valores que puede tomar la extraprima a través de un intervalo de confianza.

Cabe mencionar algunas de las distribuciones continuas de probabilidad:

**Distribución Binomial:** Considerando pruebas repetidas e independientes de un experimento con dos resultados posibles que son favorables (éxito) y desfavorables (fracaso). Sea  $p$  la probabilidad favorable, así que  $q=1-p$  es la probabilidad desfavorable. Cuando el interés es obtener el número de éxitos y no importa el orden en que suceden, entonces se aplica el siguiente teorema:

---

<sup>(12)</sup> Lehmann, Charles H., "Álgebra", Ed. Limusa, 1a. Edición México, 1974, pág. 320.

La probabilidad de  $k$  éxitos exactamente en  $n$  pruebas repetidas se expresa por:

$$b(k; n, p) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$

Las propiedades de esta distribución son:

Media	$\mu = n p$
Varianza	$\sigma^2 = n p q$
Desviación estándar	$\sigma = (n p q)^{1/2}$

**Distribución normal (Gaussiana):** ". . . es indudablemente la más importante y la de mayor uso de todas las distribuciones continuas de probabilidad.", ". . . las distribuciones de muchas estadísticas muestrales tienden hacia la distribución normal conforme crece el tamaño de la muestra.

La apariencia gráfica de la distribución normal es una curva simétrica con forma de campana, que se extiende sin límite tanto en la dirección positiva como en la negativa. Un gran número de estudios indica que la distribución normal proporciona una adecuada representación, por lo menos en una primera aproximación, de las distribuciones de una gran cantidad de variables físicas."

" . . . Se dice que una variable aleatoria  $x$  se encuentra normalmente distribuida si su función de densidad de probabilidad está dada por:

$$f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma} \exp \left[ -\frac{1}{2\sigma^2} (x - \mu)^2 \right]$$

Los parámetros de la distribución normal son  $\mu$  y  $\sigma^2$  y además determinan de manera completa la función de densidad de probabilidad."<sup>(13)</sup>

**Aproximación normal a la distribución binomial:** La distribución binomial se aproxima estrechamente a la distribución normal proveyendo un  $n$  grande y ni  $p$  ni  $q$  próximos a cero. La propiedad anterior de la distribución normal se generaliza en el Teorema Central del Límite:

Sean  $x_1, x_2, \dots$ , una sucesión de variables aleatorias independientes con la misma distribución de media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ , sea:

$$Z_n = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n - n\mu}{\sigma \sqrt{n}}$$

---

<sup>(13)</sup> Canavos, George C., "Probabilidad y Estadística Aplicaciones y Métodos", Ed. Mc Graw Hill, 1a. edición, México 1987, págs. 130 y 131.

Así  $Z_n$  es la media muestral estandarizada. Hablando en términos generales el Teorema Central del Límite dice que en una sucesión de pruebas repetidas la media muestral estandarizada se aproxima a la curva normal estándar según aumente el número de pruebas.

La desviación estándar para la aproximación de la normal a la distribución binomial es:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{p q}{N}}$$

El intervalo de confianza está en función de esta medida de dispersión:

$$P\left(\mu - Z \frac{\hat{\sigma}}{n^{1/2}} < x < \mu + Z \frac{\hat{\sigma}}{n^{1/2}}\right) = (1 - \alpha)$$

donde:

$Z$  = estadístico de la normal

**Distribución *t* - Student:** Esta distribución es de utilidad para establecer intervalos de confianza para  $x$  cuando se muestrea una distribución normal con varianza desconocida. " . . . la necesidad de conocer la desviación estándar impide formular inferencias con respecto a la media debido a que generalmente

no se conoce el valor de la desviación estándar de la población. Dada la disponibilidad de una muestra aleatoria, el camino lógico que se sigue en este caso es reemplazar  $\sigma$  con una estimación  $s$  que es el valor de la desviación estándar muestral  $s$ .<sup>(14)</sup>

El intervalo de confianza estará en función de la desviación estándar  $s$ , la media aritmética, la estadística  $t$  y el número de observaciones:

$$P\left(x - \frac{t^* s}{n^{1/2}} < x < x + \frac{t^* s}{n^{1/2}}\right) = (1 - \alpha)$$

donde:

$t$  = estadístico de t-student.

Lo cual significa, que la probabilidad de que  $x$  se encuentre dentro de este rango es igual a la confiabilidad seleccionada.

Una confiabilidad mayor a 90% se considera buena.

---

<sup>(14)</sup> Canavos, George C., "Probabilidad y Estadística Aplicaciones y Métodos", Ed. Mc Graw Hill, 1a. edición, México 1987, págs. 234 y 235.

## **CAPÍTULO VI**

---

---

## CAPÍTULO VI.

### APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

**E**n este capítulo se llevará a cabo la aplicación de la metodología propuesta en el capítulo anterior mediante el tratamiento del caso de piloto fumigador.

#### 6.1 Objetivos

Se establecen como objetivos del estudio los siguientes:

**OBJETIVO GENERAL:** Obtención de la tasa de siniestralidad para la ocupación de piloto fumigador.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Análisis de la información y corrección de la misma, si es necesaria.
- b) Obtención de la tasa.
- c) Determinación de intervalos de confianza para la tasa obtenida.

## **6.2 Procedimiento**

### **1) Recopilación de información:**

Para el desarrollo del presente capítulo se visitaron diversas organizaciones en la búsqueda de información confiable relacionada con diversos tipos de riesgos ocupacionales. No se tuvo éxito ya que no fue posible la obtención de la misma por diversas causas, sin embargo, en la Dirección General de Aeronáutica Civil nos proporcionaron una estadística acerca de los accidentes ocurridos a pilotos fumigadores en los últimos 10 años, pero ellos mismos nos indicaron que la información era deficiente pues no se habían registrado todos los accidentes ocurridos.

Al analizar dichas estadísticas se encontraron importantes desviaciones que representaban sesgos graves en los resultados, los cuales eran absurdos.

Debido a lo anterior se optó por basarse en algunos de los datos para, a partir de éstos, construir un ejemplo que nos permitiera aplicar la metodología anteriormente expuesta, a continuación se presenta dicho ejemplo.

Suponiendo que se recopiló la información sobre los accidentes ocurridos a PILOTOS FUMIGADORES, así como del número de licencias expedidas y vigentes en los últimos diez años, lo cual es la muestra con la que se llevará a cabo el cálculo de la extraprima ocupacional. El número de pilotos fumigadores se tomará como el número total de expuestos a sufrir un accidente, es decir, como la población total para el estudio.

Según el manual de riesgos ocupacionales que publicó la Compañía Suiza de Reaseguros, la ocupación de piloto fumigador pertenece al riesgo de aviación. El riesgo de aviación es al que se expone quien utiliza, en cualquier forma, medios de transporte aéreo. Asimismo, establece que las extraprimsas relativas a los pilotos aviadores corresponden a personas provistas de licencias, autorizaciones legales y volando sólo en condiciones normales, es decir, entre aeropuertos reconocidos con los equipos de navegación y de comunicación usuales. En este manual la extraprima establecida para el piloto fumigador es 15.- en por mil.

Como se mencionó en el capítulo anterior, estos datos deberán estar clasificados de la siguiente forma:

**1. Número de accidentes:**

- a) Accidentes fatales
- b) Accidentes graves
- c) Accidentes leves
- d) Accidentes ilesos

**2. Número de pilotos fumigadores registrados:**

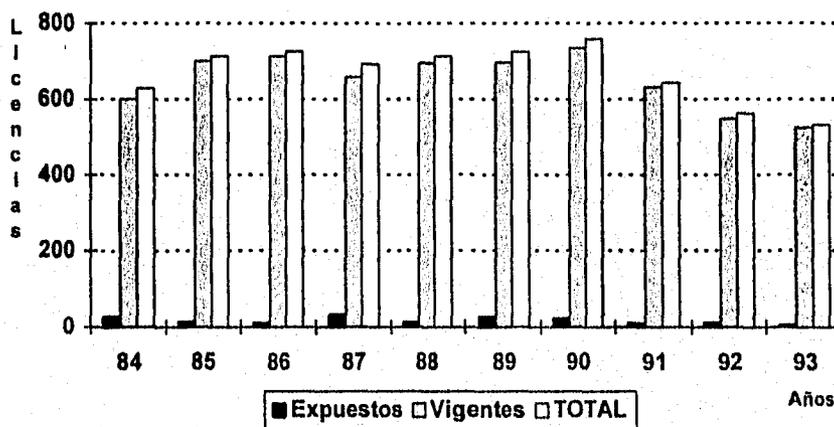
- a) Número de licencias expedidas
- b) Número de licencias vigentes

## 2) Corrección de la información:

A continuación se presentan los datos.

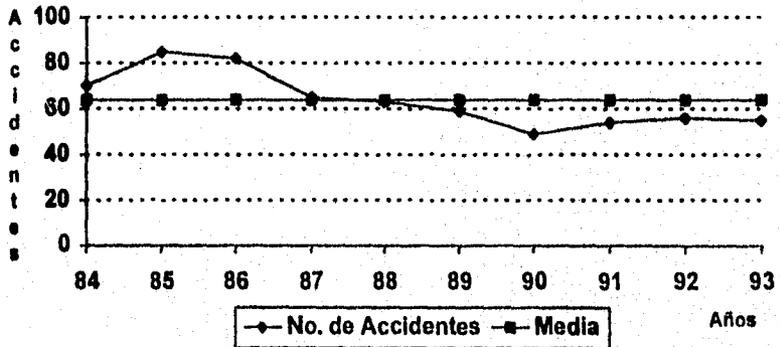
NUMERO DE LICENCIAS EXPEDIDAS Y VIGENTES  
(1984 - 1993)

ANO	EXP	VIG	TOTAL
1984	28	601	629
1985	14	700	714
1986	12	714	726
1987	34	659	693
1988	14	699	713
1989	28	697	725
1990	24	735	759
1991	11	632	643
1992	13	549	562
1993	7	526	533
TOTAL	185	6,512	6,697



ACCIDENTES OCURRIDOS A PILOTOS FUMIGADORES (1984 - 1993)

AÑO	NO. ACC.
1984	70
1985	85
1986	82
1987	65
1988	63
1989	59
1990	49
1991	54
1992	56
1993	55
<b>TOTAL</b>	<b>638</b>



**ACCIDENTES OCURRIDOS A PILOTOS  
FUMIGADORES POR TIPO DE ACCIDENTE  
(1984 - 1993)**

ANO	F	G	L	I	N/E	%N/E	TOTAL ACC.	TOTAL EXP.
1984	12	8	11	36	3	4.29	70	629
1985	8	6	12	46	13	15.29	85	714
1986	9	4	9	46	14	17.07	82	726
1987	14	5	6	34	6	9.23	65	693
1988	9	3	4	41	6	9.52	63	713
1989	7	8	7	34	3	5.08	59	725
1990	9	5	9	25	1	2.04	49	759
1991	11	5	6	32	0	0.00	54	643
1992	8	6	8	34	0	0.00	56	562
1993	12	9	11	21	2	3.64	55	533
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>59</b>	<b>83</b>	<b>349</b>	<b>48</b>		<b>638</b>	<b>6,697</b>

Donde:

F = accidentes fatales

G = accidentes graves

L = accidentes leves

I = accidentes ilesos

N/E = no especificados

Como se puede observar tanto en la tabla como en la gráfica, los "no especificados" representan, en promedio, aproximadamente el 6.62% de los accidentes totales, esta cifra es relativamente alta, por lo que se consideran significativos.

A continuación se procederá a corregir los datos distribuyendo los "no especificados" con la ponderación correspondiente, es decir, éstos se distribuirán por año según el porcentaje que le corresponda a cada categoría:

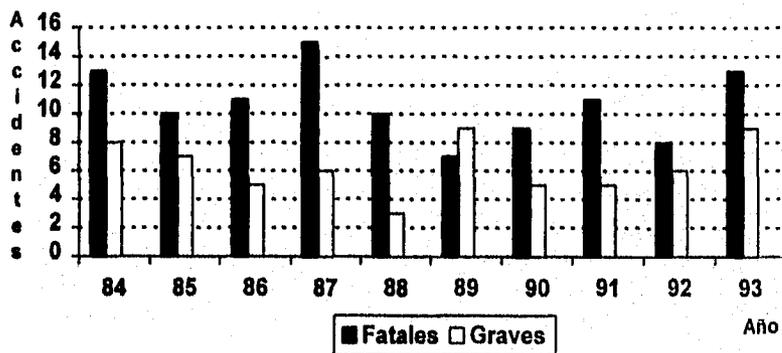
**ACCIDENTES OCURRIDOS A PILOTOS  
FUMIGADORES POR TIPO DE ACCIDENTE  
(1984 - 1993). DATOS CORREGIDOS.**

<b>AÑO</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>L</b>	<b>I</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1984</b>	13	8	11	38	<b>70</b>
<b>1985</b>	10	7	14	54	<b>85</b>
<b>1986</b>	11	5	11	55	<b>82</b>
<b>1987</b>	15	6	7	37	<b>65</b>
<b>1988</b>	10	3	5	45	<b>63</b>
<b>1989</b>	7	9	7	36	<b>59</b>
<b>1990</b>	9	5	9	26	<b>49</b>
<b>1991</b>	11	5	6	32	<b>54</b>
<b>1992</b>	8	6	8	34	<b>56</b>
<b>1993</b>	13	9	11	22	<b>55</b>
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>63</b>	<b>89</b>	<b>379</b>	<b>638</b>

Así finalmente, la tabla de los datos con los que se trabajará para el presente estudio, aplicando la ponderación correspondiente, queda de la siguiente forma:

**ACCIDENTES FATALES Y GRAVES OCURRIDOS A  
PILOTOS FUMIGADORES. (1984 - 1993). DATOS  
CORREGIDOS**

ANO	F	G	TOTAL EXPUESTOS
1984	13	8	629
1985	10	7	714
1986	11	5	726
1987	15	6	693
1988	10	3	713
1989	7	9	725
1990	9	5	759
1991	11	5	643
1992	8	6	562
1993	13	9	533
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>63</b>	<b>6,697</b>



### **3) Análisis y evaluación de la información.**

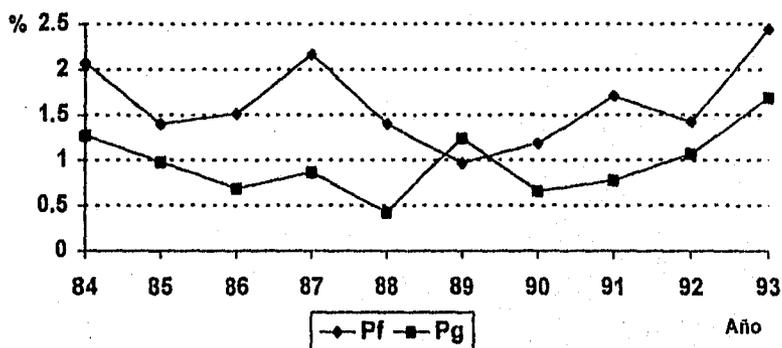
En primer lugar, es necesario demostrar la independencia de los accidentes del tiempo para obtener la tasa de siniestralidad. Esto es, para tener un respaldo de que la tasa que se obtendrá no variará a lo largo del tiempo, sino que es válida para cualquier momento.

Para tal efecto, se utilizará el paquete estadístico TSP. El listado del mismo arrojará el coeficiente de determinación (R-squared), la raíz cuadrada de este coeficiente es el coeficiente de correlación de Pearson y muestra el grado de independencia entre las variables, en este caso, el tiempo y la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Se correrán modelos en los que la variable dependiente es la probabilidad de ocurrencia de accidentes y la independiente es el tiempo. Se anexa el listado de estas corridas, en donde se puede apreciar la independencia de las variables (Anexo 1).

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES  
FATALES Y GRAVES A PILOTOS FUMIGADORES.  
(1984 - 1993).**

ANO	Pf	Pg
1984	2.0668	1.2719
1985	1.4006	0.9804
1986	1.5152	0.6887
1987	2.1645	0.8658
1988	1.4025	0.4208
1989	0.9655	1.2414
1990	1.1858	0.6588
1991	1.7107	0.7776
1992	1.4235	1.0676
1993	2.4390	1.6886



**COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON**

	$r^2$	$r$
<b>FATALES</b>	0.00194	0.04409
<b>GRAVES</b>	0.06241	0.24982

Considerando el número de accidentes fatales la correlación es igual a 0.04409 y para accidentes graves la correlación es igual a 0.24982. Se puede decir que, bajo el supuesto de que la correlación buena si se encuentra entre (+,-)0.8 y (+,-)1, esta correlación no es buena, por lo que las variables no son dependientes.

Para profundizar lo anterior, se llevó a cabo el análisis de autocorrelación, aplicando la siguiente fórmula:

$$r_k = \frac{\sum_{k=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t) * (Y_{t+k} - \bar{Y}_{t+k})}{(Y_t - \bar{Y}_t)^2}$$

donde:  $-1 \leq r_k \leq 1$

$k$  = períodos de tiempo en los que están separados los valores.

$Y_t$  = valor de la observación en el tiempo  $t$

$\bar{Y}_t$  = valor estimado de la observación en el tiempo  $t$

Puesto que el número de datos es 10, se hará el estudio donde  $k=1$  hasta  $k=9$ , cuyo cálculo se anexa. (Anexo 2)

Se obtuvo lo siguiente:

	K = 1	K=2	K=3	K=4	K=5
RKF	-0.013	-0.149	-0.051	-0.186	-0.271
RKG	-0.060	-0.033	-0.166	0.033	-0.162

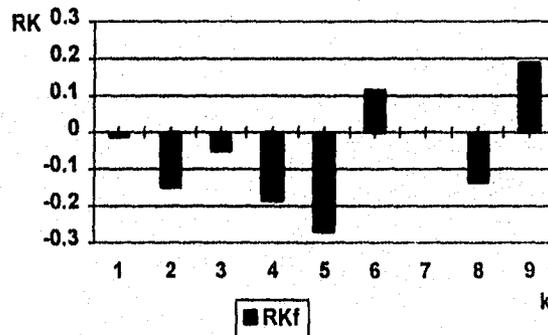
	K=6	K=7	K=8	K=9
RKF	0.116	0.002	-0.137	0.190
RKG	-0.192	-0.207	0.060	0.227

donde:

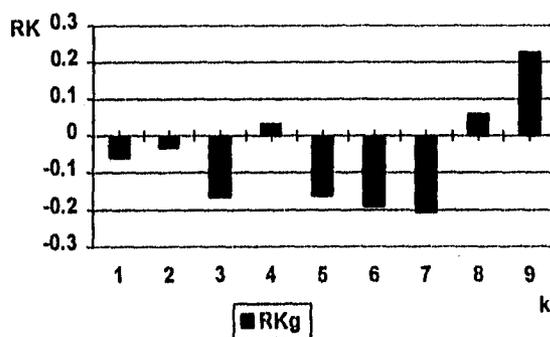
RKF = Autocorrelación en el período k, para accidentes fatales.

RKG = Autocorrelación en el período k, para accidentes graves.

### CORRELOGRAMA PARA ACCIDENTES FATALES



## CORRELOGRAMA PARA ACCIDENTES GRAVES



Por lo anterior, se puede concluir que ninguna autocorrelación es significativamente diferente de cero; la variable rezagada no se explica a sí misma como pudiera haber ocurrido, ya que puede suceder que al analizar las tasas exista cierta tendencia de las variables de comportarse de tal manera que la mejor variable que explique sea ella misma.

Con esto queda demostrada la independencia entre el número de accidentes y el tiempo.

#### 4) Obtención de la tasa.

Una vez demostrada la independencia de las variables, tiempo y número de accidentes, es válido llevar a cabo la obtención de la tasa de piloto fumigador con los datos corregidos en el paso 2.

La fórmula utilizada para obtener las tasas es:

$$Pf = \frac{\text{accidentes fatales con licencia}}{\text{total de expuestos}}$$

$$Pg = \frac{\text{accidentes graves con licencia}}{\text{total de expuestos}}$$

$$Pf = \frac{107}{6,697} = 0.0159773 = 1.598\%$$

$$Pg = \frac{63}{6,697} = 0.0094071 = 0.941\%$$

Por lo tanto, la extraprima para pilotos fumigadores aplicable para el seguro de vida privado es  $Pf = 1.598\%$ .

Para el caso de invalidez, la extraprima aplicable es  $Pg = 0.941\%$

## 5) Intervalos de confianza.

### 1) Confiabilidad = 95%

Se establecerá un intervalo de confianza con respecto a la tasa obtenida en el inciso anterior, primero con una confiabilidad de 95%, es decir, con una  $\alpha$  igual a 0.05, y posteriormente con una confiabilidad de 99% ( $\alpha = 0.01$ ).

Debido a que el número de datos es igual a 6,697, se supone que la función de distribución se comporta semejante a la función normal y como los eventos únicamente pueden ser éxito o fracaso, se utilizará la Aproximación de la Normal a la Binomial.

A continuación se establecerá un intervalo de confianza para accidentes fatales.

$$Pf = 1.598\%$$

$$\text{Confiabilidad} = 0.95 \quad \alpha = (1 - \text{confiabilidad}) = 0.05$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.65 \quad \alpha/2 = 0.025$$

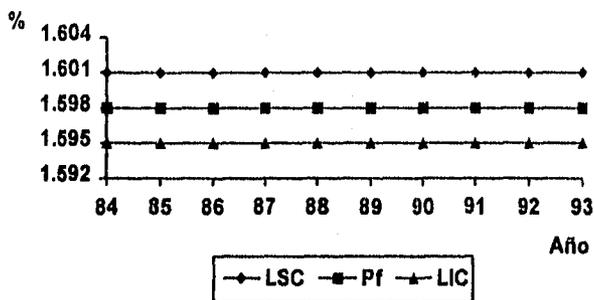
$$\sigma^2_f = \frac{0.01598 * 0.9840}{6,697} = 0.000002348$$

$$\sigma_f = 0.001532$$

$$P(0.01598 - (1.65)(0.001532)/(6,697)^{1/2} < Pf < 0.01598 + (1.65)(0.001532)/(6,697)^{1/2}) = 0.95$$

$$P(0.01595 < Pf < 0.01601) = (1 - \alpha)$$

**LIMITES DE CONFIABILIDAD PARA LA PROBABILIDAD  
DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES FATALES CON UN  
95% DE CONFIANZA**



Por lo tanto, con 95% de confiabilidad, la tasa de siniestralidad para accidentes fatales está entre 1.595% y 1.601%.

Bajo el supuesto de que este intervalo fue obtenido con base en la experiencia propia del país, la extraprima para el piloto fumigador debe encontrarse en este intervalo y es válida con una confiabilidad del 95%.

De manera semejante, se puede obtener un intervalo de confianza para los accidentes graves.

$$P_g = 0.941 \%$$

$$\text{Confiabilidad} = 0.95 \quad \alpha = (1 - \text{confiabilidad}) = 0.05$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.65 \quad \alpha/2 = 0.025$$

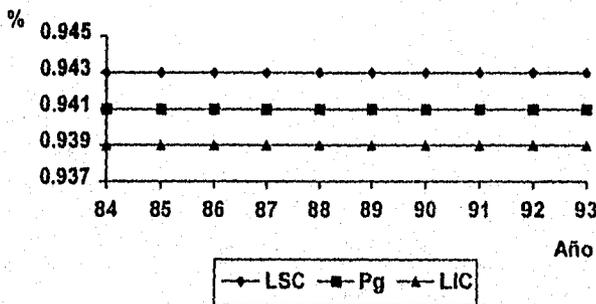
$$\sigma_g^2 = \frac{0.00941 * 0.99059}{6,697} = 0.000001392$$

$$\sigma_g = 0.0011798$$

$$P(0.00941 - (1.65)(0.0011798)/(6,697)^{1/2} < P_g < 0.00941 + (1.65)(0.0011798)/(6,697)^{1/2}) = 0.95$$

$$P(0.009386 < P_g < 0.009434) = (1 - \alpha)$$

**LIMITES DE CONFIABILIDAD PARA LA PROBABILIDAD  
DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES GRAVES CON UN  
95% DE CONFIANZA**



Por lo tanto, con 95% de confiabilidad, la tasa de siniestralidad para accidentes graves está entre 0.939% y 0.943%.

**2) Confiabilidad = 99%**

Ahora, se establecerá un intervalo de confianza con respecto a la tasa obtenida con una confiabilidad de 99%, es decir, con  $\alpha$  igual a 0.01.

$$Pf = 1.598\%$$

$$\text{Confiabilidad} = 0.99 \quad \alpha = (1 - \text{confiabilidad}) = 0.01$$

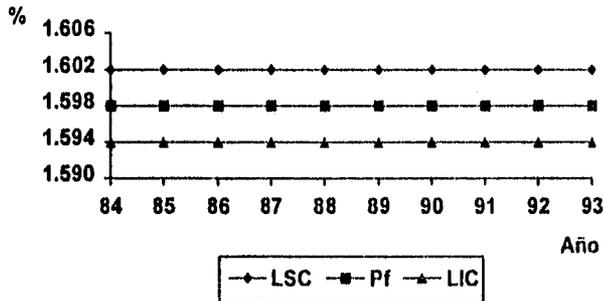
$$Z_{\alpha/2} = 2.35 \quad \alpha/2 = 0.005$$

Siguiendo el mismo procedimiento del inciso anterior se obtiene el siguiente intervalo para los accidentes fatales:

$$P(0.01598 - (2.35)(0.001532)/(6,697)^{1/2} < Pf < 0.01598 + (2.35)(0.001532)/(6,697)^{1/2}) = 0.99$$

$$P(0.01594 < Pf < 0.01602) = (1 - \alpha)$$

**LIMITES DE CONFIABILIDAD PARA LA PROBABILIDAD  
DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES FATALES CON UN  
99% DE CONFIANZA**



Por lo tanto, con 99% de confiabilidad, la tasa de siniestralidad para accidentes fatales se encuentra entre 1.594% y 1.602%.

Ahora, se establecerá el intervalo de confianza con una confiabilidad del 99% para los accidentes graves.

$$P_g = 0.941\%$$

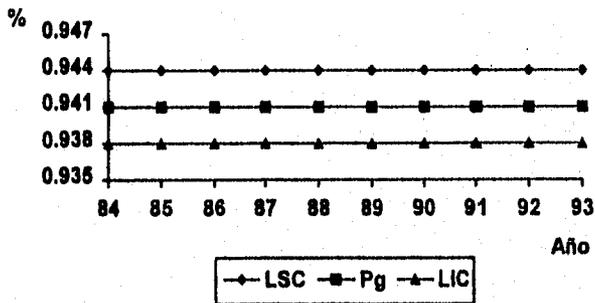
$$\text{Confiabilidad} = 0.99 \quad \alpha = (1 - \text{confiabilidad}) = 0.01$$

$$Z_{\alpha/2} = 2.35 \quad \alpha/2 = 0.005$$

$$P(0.00941 - (2.35)(0.0011798)/(6,697)^{1/2} < P_g < 0.00941 + (2.35)(0.0011798)/(6,697)^{1/2}) = 0.99$$

$$P(0.009376 < P_g < 0.009444) = (1 - \alpha)$$

**LIMITES DE CONFIABILIDAD PARA LA PROBABILIDAD  
DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES GRAVES CON UN  
99% DE CONFIANZA**



Por lo tanto, con 99% de confiabilidad, la tasa de siniestralidad para accidentes graves se encuentra entre 0.9376% y 0.9444%.

## **6) Conclusiones**

La extraprima de fallecimiento para pilotos fumigadores es 1.598%, y para invalidez es igual 0.941%. Primero, se estableció un intervalo de confianza del 95% y posteriormente del 99%, a fin de observar las variaciones entre ambos escenarios. Se puede observar que las variaciones entre ambas confiabilidades no son significativas debido a la cantidad de información estudiada.

Los intervalos de confianza muestran que la tasa obtenida es real ya que los límites dentro de los cuales se puede variar son casi idénticos al valor de la tasa.

Comparando estos resultados con la extraprima establecida por la Compañía Suiza de Raseguro, que es 1.5%, tenemos que para el caso de accidentes fatales la diferencia entre ésta y la tasa obtenida (1.598%) es de 0.00098 lo cual no es significativo.

Aunque en este ejemplo los resultados obtenidos son similares a una de las tasas utilizadas en el medio asegurador, habría que evaluar, con datos reales, cada una de las ocupaciones de alto riesgo.

Considérese que el ejemplo aquí expuesto pretende mostrar la aplicación de la metodología expuesta en el capítulo anterior.

## **CONCLUSIONES**

---

---

## CONCLUSIONES

**D**el presente trabajo se puede concluir que, en general, para el desarrollo de un manual de riesgo ocupacional, se requiere:

- \* Determinación de un mecanismo de acumulación de información.
- \* Obtención de toda la información posible, lo más desglosada que se pueda y de al menos diez años anteriores.
- \* Elaboración de una clasificación de ocupaciones, con base en la información obtenida y con base en las clasificaciones preestablecidas.
- \* Realizar un análisis para cada ocupación:
- \* Evaluar los parámetros a considerar.
- \* Análisis preliminar aplicando el modelo propuesto.
- \* Si la información ajusta y los resultados son satisfactorios, se procederá a la obtención de la tasa de extraprima y de los intervalos de confianza correspondientes.

\* Si la información no ajusta al modelo propuesto, o la confiabilidad no es suficiente, deberá obtenerse un modelo (algoritmo) que se ajuste a la información y continuar como en el caso anterior.

El modelo aquí propuesto es un modelo de fácil aplicación, con el cual pueden obtenerse resultados satisfactorios, ya que permite el manejo de un número indefinido de variables y permite la estimación de la confiabilidad. A pesar de esto, el modelo podría no ser aplicable a todos los casos, ya que los resultados que se obtengan de la información de algunas ocupaciones pueden no ser similares al aquí expuesto, podría ser que la función de ajuste se comportara en forma diferente.

Sin embargo, el modelo de cálculo propuesto lo consideramos eficiente para hacer una evaluación inicial de las ocupaciones, a partir de ésta podrían determinarse otro tipo de análisis necesarios para ciertos casos particulares.

Después de haber desarrollado el presente trabajo queremos remarcar lo siguiente:

Desde los inicios del desarrollo del seguro, se observa que es indispensable la aplicación de procedimientos matemáticos y estadísticos sobre bases sólidas que permitan reducir los riesgos financieros que afectan a la estabilidad de las compañías aseguradoras.

La selección de riesgos es la base del seguro de vida y para que ésta cumpla con sus objetivos, debe fundamentarse en la correcta evaluación del riesgo que implica cada asegurado.

El riesgo ocupacional es uno de los aspectos de la selección que debe evaluarse con la mayor precisión, siendo necesario llevar a cabo un análisis técnico-actuarial para la obtención de las extraprimas adecuadas aplicables a cada una de las distintas ocupaciones.

En nuestra opinión, al riesgo ocupacional en México no se le ha prestado la atención adecuada, lo cual es un inconveniente, sobretodo a largo plazo, tanto por la rentabilidad de las aseguradoras y su estabilidad financiera, como porque la apertura comercial del país requiere que las empresas cuenten con todos los elementos necesarios para que puedan competir con las empresas extranjeras, dentro y fuera de sus fronteras.

El desarrollo de un trabajo de esta magnitud requiere de la participación de todo el sector asegurador, así como de otros organismos relacionados con el mismo. Este trabajo debería ser de carácter general, es decir, aplicable a todas las compañías aseguradoras, además de ser financiado, hasta donde sea necesario, por todas ellas.

Consideramos este tema tan importante, como que en los últimos dos estudios al respecto efectuados en la década de los ochentas, dos compañías reaseguradoras (La Suiza de Reaseguro y LLOYD'S) destinaron 10 millones de dólares aproximadamente, a la realización de los mismos.

Una de las razones por las que no se han elaborado manuales de riesgo ocupacional en nuestro país, es la falta de información real y confiable sobre expuestos al riesgo y sobre siniestros. Para lo anterior, es indispensable desarrollar un mecanismo de acumulación de información eficiente, congruente con la modernización de las estructuras técnicas y financieras del país; y con un manejo responsable por parte de las compañías aseguradoras.

La información es la base para calcular los parámetros que describen la siniestralidad que implica cada ocupación. Para que estos parámetros sean reales, se deberá contar con la información confiable de al menos diez años.

Obtener esta información requiere de un gran esfuerzo y una fuerte inversión de tiempo y recursos humanos y financieros, sin embargo, es imprescindible para lograr efectividad en cuanto al manejo del seguro de vida privado.

Una vez que se cuente con la información adecuada se deberán aplicar procedimientos estadísticos para obtener los parámetros necesarios. Estos procedimientos podrán depender de las características de cada ocupación, ya que los parámetros que se consideren deberán evaluarse para cada caso en particular.

Como puede observarse, el desarrollo de la industria aseguradora se ha fundamentado en la aplicación de técnicas y modelos matemáticos y particularmente, estadísticos cada vez más sofisticados.

En la medida en que la competencia entre las diferentes compañías aseguradoras es mayor, los costos de los seguros tienden a reducirse y, por ende, los márgenes de las empresas son también, cada vez menores. Una de las variables más importantes, o la más importante, en el costo de los seguros es la siniestralidad, por lo cual en la medida en que pueda tenerse mayor precisión en la predicción de este elemento, podrán también establecerse las políticas de suscripción y desarrollo de productos al precio más adecuado sin poner en riesgo la rentabilidad y la estabilidad financiera de las compañías aseguradoras.

El desarrollo de un modelo estadístico adecuado es fundamental para este tipo de trabajo, dicho modelo deberá ser lo suficientemente flexible para considerar todas las variables que afectan a cada una de las ocupaciones.

Consideramos que el presente trabajo proporciona una visión del riesgo ocupacional, enfatizando su importancia, así como su problemática, lo que permitirá que a partir de éste se lleven a cabo otro tipo de estudios relacionados con el tema.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

## **BIBLIOGRAFIA**

**Beals, Ralph E.**

"Statistics for Economists"

Rand MacNally Collage Publishing Company  
USA, 1972

**Brackenridge, R.D.C.**

"Medical Selection of Life Risks"

Ed. Macmillian Publishers Ltd.  
2ª edición, Gran Bretaña 1985

**Canavos, George C.**

"Probabilidad y Estadística Aplicaciones y Métodos"

Ed. Mc Graw Hill

**Compañía Suiza de Reaseguros**

"Manual de tarificación de Riesgos Ocupacionales para  
Vida"

**De Finetti, Bruno**

"Probability, Induction and Statistics"

John Wiley and Sons, Ltd.  
Gran Bretaña, 1972

**García Pérez, Andrés**

"Elementos de Método Estadístico"

Textos Universitarios U.N.A.M.  
5ª edición, México 1970

**Gignoux, Ch.**

"La sélection des risques dans les assurances sur la vie"

Ed. Paris Librairie Générale de Droit & de Jurisprudense 1939

**Graf Obregón, Lorenza Socorro**

"La selección de riesgos en el Seguro de Vida Individual"

Tesis

Escuela de Actuaría, Universidad Anáhuac

México, 1986

**Gujarati, Damodar**

"Econometría"

City University of New York

Ed. Mc Graw Hill

**Lehman, Charles H.**

"Algebra"

Ed. Limusa

1ª edición, México 1974

**McFarlane Mood, Alexander**

"Introducción a la Teoría de la Estadística"

Ed. Aguilar

2ª edición, Madrid 1960

**Mendenhall, William / Reinmuth, James E.**

"Estadística para Administración y Economía"

University of Florida

Grupo Editorial Iberoamérica

3ª edición, Massachusetts, E.U.A. 1978

**Moreno Padilla, Javier**

"Ley del Seguro Social"

Ed. Trillas

8ª edición, México 1982

**Morton, Gene A.**

"Principles of Life & Health Insurance"

Life Management Institute

Ed. Dani L. Long

FLMI

**Scheaffer, Richard L./Mendenhall, William /Ott, Lyman**

"Elementos de Muestreo"

Grupo Editorial Iberoamérica

Estados Unidos de América, 1986

**Shepherd, Pearce / Webster, Andrew C.**

"Selection of Risks"

Ed. The Society of Actuaries

Chicago, Ill. 1957.

**ANEXOS**

---

**ANEXO 1**

**CORRIDAS T.S.P.**

## Accidentes Graves

SMPL 1984 - 1993

10 Observations

LS // Dependent Variable is G

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
T	0.0303321	0.0415649	0.7297534	0.486
C	0.7993334	0.2579033	3.0993529	0.015
R-squared	0.062413	Mean of dependent var	0.966160	
Adjusted R-squared	-0.054786	S.D. of dependent var	0.367597	
S.E. of regression	0.377532	Sum of squared resid	1.140242	
Durbin-Watson stat	1.647995	F-statistic	0.532540	
Log likelihood	-3.332663			

## Accidentes Fatales

SMPL 1984 - 1993

10 Observations

LS // Dependent Variable is F

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
T	0.0067545	0.0541144	0.1248195	0.904
C	1.5902601	0.3357710	4.7361449	0.001
R-squared	0.001944	Mean of dependent var	1.627410	
Adjusted R-squared	-0.122813	S.D. of dependent var	0.463859	
S.E. of regression	0.491518	Sum of squared resid	1.932723	
Durbin-Watson stat	1.595323	F-statistic	0.015580	
Log likelihood	-5.971108			

## **ANEXO 2**

# **ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIÓN**

---

## ACCIDENTES GRAVES

AÑO	Y	Ȳ	A Y-Ȳ	B (Y-Ȳ) <sup>2</sup>	A * B								
					k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=8	k=9
1984	1.2719	0.8297	0.442	0.196	0.053	-0.089	-0.024	-0.234	0.115	-0.156	-0.117	-0.002	0.259
1985	0.9804	0.8600	0.120	0.014	-0.024	-0.007	-0.064	0.031	-0.042	-0.032	-0.001	0.071	
1986	0.6887	0.8903	-0.202	0.041	0.011	0.107	-0.052	0.071	0.053	0.001	-0.118		
1987	0.8658	0.9207	-0.055	0.003	0.029	-0.014	0.019	0.015	0.000	-0.032			
1988	0.4208	0.9510	-0.530	0.281	-0.138	0.187	0.140	0.003	-0.311				
1989	1.2414	0.9813	0.260	0.068	-0.092	-0.069	-0.001	0.152					
1990	0.6588	1.0117	-0.353	0.125	0.093	0.002	-0.207						
1991	0.7776	1.0420	-0.264	0.070	0.001	-0.155							
1992	1.0676	1.0723	-0.005	0.000	-0.003								
1993	1.6886	1.1027	0.586	0.343									
TOTAL				1.140	-0.069	-0.038	-0.189	0.037	-0.185	-0.219	-0.236	0.068	0.259
Rk=					-0.060	-0.033	-0.166	0.033	-0.162	-0.192	-0.207	0.060	0.227

## ACCIDENTES FATALES

AÑO	Y	Y	A $Y-\bar{Y}$	B $(Y-\bar{Y})^2$	A * B								
					k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=8	k=9
1984	2.0668	1.5970	0.470	0.221	-0.095	-0.045	0.257	-0.104	-0.313	-0.212	0.031	-0.107	0.367
1985	1.4006	1.6038	-0.203	0.041	0.019	-0.111	0.045	0.135	0.092	-0.013	0.046	-0.159	
1986	1.5152	1.6105	-0.095	0.009	-0.052	0.021	0.063	0.043	-0.006	0.022	-0.074		
1987	2.1645	1.6173	0.547	0.299	-0.121	-0.364	-0.247	0.036	-0.125	0.427			
1988	1.4025	1.6240	-0.222	0.049	0.147	0.100	-0.015	0.050	-0.173				
1989	0.9655	1.6308	-0.665	0.443	0.301	-0.044	0.151	-0.520					
1990	1.1858	1.6375	-0.452	0.204	-0.030	0.103	-0.353						
1991	1.7107	1.6443	0.066	0.004	-0.015	0.052							
1992	1.4235	1.6511	-0.228	0.052	-0.178								
1993	2.4390	1.6578	0.781	0.610									
TOTAL				1.933	-0.024	-0.288	-0.098	-0.359	-0.525	0.223	0.003	-0.266	0.367
Rk=					-0.013	-0.149	-0.051	-0.186	-0.271	0.116	0.002	-0.137	0.190