



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

300000

DISEÑO DE PRODUCTOS DE VIDA INDIVIDUAL EMPLEANDO TABLAS DE MORTALIDAD

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
ACTUARIO
PRESENTA:
JULIETA IGLESIAS VARGAS



DIRECTOR DE TESIS: M. en D. ALEJANDRO MINA VALDES



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



REPUBLICA NACIONAL  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
MEXICO

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
Catedrática de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

**Diseño de productos de vida individual empleando tablas de mortalidad**

Realizado por **JULIETA IGLESIAS VARGAS**

con el número de cuenta **08733638-4**, quien cubrió los créditos de la carrera de Actuaría

por el presente trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

M. en D. Alejandro Mina Valdés

Propietario

M. en C. Virginia Abrín Batule

Propietario

Act. Ma. Aurora Valdez Michell

Propietario

Dr. Arturo Lorenzo Valdés

Propietario

Act. Marina Castillo Garduño

Consejo Departamental de Matemáticas

M. en C. José Antonio Flores Díaz

*A mi mamá le doy las gracias por el gran amor, cariño y apoyo que me ha  
brindado todos los días.*

*A mi papá por el cariño, amor y dedicación que me ha tenido siempre.*

*A mis hermanos: Manuel y Julián les agradezco el amor y las risas que día con  
día llenan mi vida.*

*Y a todos los que me han apoyado en la realización de mis metas.*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	a
CAPÍTULO I.....	1
DISEÑO .....	1
Diseño de seguros de vida individual.....	1
El proceso en el diseño de un nuevo producto.....	1
Actividades a desarrollar en el diseño de un nuevo producto.....	5
BENCHMARKING.....	7
Características generales.....	7
Características particulares.....	10
Aspectos administrativos.....	10
MARCO LEGAL.....	11
Artículos de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros.....	12
Circulares emitidas por la CNSF.....	13
Condiciones generales.....	14
Cláusulas generales.....	14
Características del producto.....	16
Beneficios adicionales por accidente, invalidez, gastos funerarios, etc.....	18
POLÍTICAS DE ACEPTACIÓN.....	19
PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.....	20
CIRCULAR 20.2.1.....	20
Coberturas básicas.....	20
Coberturas adicionales.....	21
Definiciones.....	23
NUEVAS TENDENCIAS, TARIFICACIÓN POR ESTADO DE SALUD: RIESGOS PREFERENTES Y ESTÁNDAR.....	24
Preferente no fumador.....	25
Preferente fumador.....	25
Estándar no fumador.....	25
Estándar fumador.....	26
CAPÍTULO II.....	27
MÉTODOS PARA TARIFICAR UN SEGURO (ASSET-SHARE).....	27
Bases técnicas:.....	29
Notación.....	29
Hipótesis actuariales.....	30

Compensaciones al agente de seguros.....	30
Recargo anual.....	31
Cálculo de primas netas, reservas y valores garantizados.....	31
Primas netas.....	31
Reservas terminales.....	32
Reserva media.....	33
Valores garantizados.....	33
Incremento de reserva.....	34
Costo de reaseguro.....	35
Siniestros.....	36
Prima que ingresa a la compañía.....	37
Contribución técnica contable.....	37
Gastos.....	38
Contribución técnica.....	39
Productos financieros.....	40
Utilidad.....	40
Suma del valor presente de la utilidad.....	41
Suma del valor presente de las primas.....	41
Suma del valor presente de las comisiones.....	41
Suma del valor presente de la persistencia.....	41
Cálculo de primas de tarifa.....	42
CAPITULO III.....	44
CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD.....	44
<i>Hipótesis de mortalidad</i> .....	44
Definición.....	45
Información de las estadísticas vitales.....	46
Información censal.....	46
Evaluación de la información.....	47
Índice de Whipple.....	47
Índice de la Naciones Unidas.....	48
Índice de Myers.....	50
Corrección de la estructura por edad de la población censada.....	54
Proyección de la población censada y ajustada al 30 de junio del año censal ..	58
Evaluación y corrección de la distribución de las defunciones por grupos quinquenales de las defunciones por grupos quinquenales de edades.....	63

Estimación de las tasas de mortalidad específicas por grupo quinquenal de edades, a partir de 5 a 9 años cumplidos .....	65
Estimación de la tasa de mortalidad infantil ( ${}_1M_0$ ) y la del grupo una a cuatro años cumplidos ( ${}_4M_1$ ) .....	65
Factores de separación.....	69
Relación entre las tasas de mortalidad y cocientes o probabilidades de muerte. ....	74
Las series $ix$ , $d(x,x+n)$ , $nLx$ , $Tx$ y $ex$ de la tabla de mortalidad.....	81
 CAPÍTULO IV .....	 85
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	85
Supuestos de tarificación .....	85
Pruebas a realizar .....	85
Tablas de mortalidad utilizadas .....	86
CASO 1 .....	91
CASO 2 .....	92
CASO 3 .....	93
CASO 4 .....	94
CASO 5 .....	96
CASO 6 .....	97
 CONCLUSIONES.....	 99
 ANEXO I.....	 i
Artículos: .....	i
Artículo 35 .....	i
Artículo 36 .....	i
Artículo 36-A.....	ii
Artículo 41 .....	v
Artículo 46 .....	vi
Artículo 47 .....	vi
Artículo 48 .....	vii
Artículo 49 .....	vii
Artículo 50 .....	viii
Artículo 53 .....	viii
Artículo 55 .....	ix
Artículo 56 .....	x

---

Circulares:.....	xii
Circular S-7.1.....	xii
Circular S-8.1.....	xii
Circular S-10.1.....	xvi
Circular S-10.1.6.....	xxi
 BIBLIOGRAFÍA.....	 xxii



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una descripción de las actividades que un actuario debe realizar para la elaboración de un nuevo producto de vida individual.

Durante la carrera poco se habla de los procesos administrativos a seguir por las áreas de investigación y desarrollo como los que se realizan por parte del área de mercadotecnia en cualquier empresa al desarrollar un nuevo producto, como es lanzarlo al mercado y administrarlo, ya que usualmente nos enfocamos a la parte técnica del cálculo de seguros y no le damos la importancia que merece al marco legal y mercado en donde se venderá el producto que se diseña.

El objetivo es dar a conocer los aspectos que integran el proceso del diseño de un producto, sin dejar pasar el aspecto técnico del cálculo de primas de un seguro, así como comentar de las tendencias más recientes en nuestro país en cuanto a la tarificación de un producto. Se observará la necesidad de contar con tablas de mortalidad actualizadas y teniendo los instrumentos capaces, para en caso de no tener una tabla de mortalidad conforme a nuestras necesidades, ya sea recurriendo a estudios hechos por especialistas o bien a tener los instrumentos técnicos necesarios para elaborar una nueva tabla.

Con este fin el presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se tratará:

El proceso y trabajo interdisciplinario que se debe efectuar para diseñar un nuevo producto. Los documentos con los que el actuario participa en este desarrollo. El marco legal en que debemos considerar. Productos de vida individual que existen en el mercado asegurador

En el capítulo 2:

El cálculo de primas de seguro mediante el método de Asset-Share, y se describirán los conceptos técnicos a ser tomados en cuenta.

En el capítulo 3:

La metodología para la construcción de una tabla de mortalidad abreviada así como los ajustes que se deben de tomar en cuenta para que sea útil.

En el capítulo 4:

El análisis de sensibilidad, en donde se reflejará mediante el cálculo de tarifas para planes temporales, la importancia de utilizar una tabla de mortalidad actualizada así como el uso de factores de descuento por riesgos preferentes, estándar para personas con y sin el hábito de fumar, y *el precio del seguro*.

Y en las conclusiones se hará un resumen con los resultados obtenidos también se comentará la importancia de otros aspectos que forman parte importante del contrato de seguro.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO

### **Diseño de seguros de vida individual.**

Parte de la labor del actuario dentro de una compañía de seguros consiste en la investigación y desarrollo de nuevos productos para la venta.

Se conoce como "producto" al paquete de coberturas básicas (generalmente sobre la muerte o sobrevivencia de una persona) con sus respectivas coberturas adicionales (protección en caso de muerte accidental o invalidez del asegurado), este paquete estará dirigido a un mercado de personas específico, tomando o no en cuenta, la salud, el nivel de ingresos, rangos específicos de edad.

### **El proceso en el diseño de un nuevo producto.**

En el proceso participan diferentes departamentos de una empresa, el Área Directiva, Mercadotecnia, Área Técnica (staff de actuarios), Sistemas, Capacitación.

El proceso se divide en las siguientes etapas:

**Etapas I** Recepción de ideas (Departamento de Mercadotecnia y Área Directiva)

Actividades:

1. Definición de proyectos.
2. Definición de prioridades.
3. Definición de tiempos.

**Etapa II** Diseño básico (Departamento de Mercadotecnia y Área Técnica) Se inicia con la definición de proyectos, prioridades y tiempos que haya acordado el Equipo Directivo.

Actividades:

1. Definición de coberturas.
2. Benchmarking o análisis de mercado y competencia.
3. Determinación de los requisitos de operación.
4. Demostración de su factibilidad técnica.
5. Retroalimentación con funcionarios operativos y fuerza de ventas.
6. Análisis de su potencial, costo y resultados.
7. Definición de su posicionamiento considerando el mercado, su precio, sistema de compensación y competencia.

### **Etapa III** Desarrollo técnico (Área Técnica)

Se deberá desarrollar un documento que muestre el planteamiento del producto o del proyecto técnicamente terminado y debidamente aprobado.

Actividades:

1. Descripción técnica del producto o del proyecto.
2. Razón de ser.
3. Sistema de compensación (comisiones, bonos e incentivos).
4. Coberturas que se ofrecerán.
5. Tarifas.
6. Forma en que los agentes van a cotizar las primas.

7. Forma en que se sustituirán los viejos productos por el nuevo.
8. Condiciones generales.
9. Políticas de aceptación.
10. Contenido que deberán de tener las formas a llenar por parte del agente.
11. Ventajas *versus* los productos que sustituirá o complementará.
12. Análisis *versus* la competencia.
13. Objetivos de venta.
14. Validación con la fuerza de ventas.
15. Calendario definido para el proyecto.
16. Fecha de lanzamiento y el tipo de lanzamiento que se haya decidido para el producto o los productos contemplados.

Antes de iniciar la siguiente etapa, el área técnica informa a los Directores de las áreas involucradas del avance y solicitar comentarios.

#### **Etapa IV** Implantación (Área Técnica, Mercadotecnia, Sistemas, Capacitación)

Actividades:

1. La obtención de la aprobación por parte de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).
2. Desarrollo o mantenimiento de los sistemas necesarios.
3. Elaboración de formas internas y externas.
4. Material de apoyo a ventas.
5. Manual de Operación.

6. Manual de Capacitación.
7. Estrategia publicitaria, promocional y de mercadeo.
8. Capacitación al personal interno, fuerza de ventas que se requiera, incluyendo el diseño de los cursos y su calendarización.
9. Comunicación interna y externa.
10. Diseño, proceso y operación de concursos.
11. Diseño de reportes de monitoreo.
12. Abastecimiento inicial.
13. Lanzamiento, incluyendo su organización, logística, programa, abastecimiento del material necesario y eventos.

#### **Etapa V Seguimiento (Área Técnica, Sistemas y Operaciones)**

Esta etapa involucra el monitoreo del proyecto, después de su lanzamiento o de su terminación. La idea es contar con información que permita conocer su comportamiento o necesidades, y que sea útil para la toma de decisiones que permitan mantener un incremento constante en las ventas del producto, o en una mejora continua en los proyectos en que este concepto se aplique.

Actividades:

1. Reportes de operación.
2. Reportes de servicio.
3. Logística de abastecimiento.
4. Reportes de los cursos de capacitación al personal interno que lo requiera.
5. Reportes de los cursos a la fuerza de ventas.
6. Comunicación interna y externa.

Juntas periódicas por parte de la dirección, incluyendo una junta al año de lanzamiento para decidir si el producto se mantiene en el mercado como producto de línea o se retira.

### **Actividades a desarrollar en el diseño de un nuevo producto.**

Dentro de todas las actividades mencionadas con anterioridad las que forman parte del trabajo del actuario dentro de un área de desarrollo de nuevos productos son las que a continuación se presentan, éstas actividades se pueden agrupar en los siguientes procesos:

#### Benchmarking:

En donde se desarrolla:

Etapas II: Definición de coberturas, análisis de mercado y competencia.

Etapas III. Descripción técnica del producto, sistema de compensación, razón de ser, coberturas que se ofrecerán.

#### Marco Legal:

Es el que deberemos de tener en cuenta antes de avanzar para no incurrir en diseñar un producto que no se encuentre dentro de las leyes que nos marca la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF). Se dará una descripción de los artículos y reglas referentes al seguro de vida individual. Además se incluirán los puntos de las siguientes etapas:

Etapas III: Condiciones Generales, contenido que deberán tener las formas a llenar por parte del agente (solicitud).

Etapas IV: La obtención de la aprobación por parte de la CNSF.

Asset – Share:

Es el análisis actuarial en donde se evalúa:

Etapa II: Demostración de la factibilidad técnica, análisis del potencial del producto, costo y resultados.

Etapa III: Tarifas

Es de especial importancia, ya que la parte medular de un producto es su costo, y se hará un análisis de los factores que componen este estudio y se verá el efecto que tiene la tabla de mortalidad que utilizemos.

Políticas de aceptación para un posible cliente:

Como parte de la selección que hace una compañía de los riesgos que adquiere (clientes), con el fin de no salirse de los supuestos que tuvo para realizar el producto, efectúa:

Etapa III: políticas de aceptación.

Estudios comparativos:

Al terminar el diseño del producto se hacen estudios de:

Etapa III: Ventajas versus los productos que sustituirá o complementará, análisis versus la competencia.

Todo esto con el fin de poder presentar ante los directivos, fuerza de venta las ventajas de vender el nuevo producto.



## BENCHMARKING.

En éste documento se comparan las características de los productos existentes en el mercado, con los que se pretende competir y lo más importante determinar un producto "ideal" que dará las mejores características que ofrecen los competidores y nos permitirá ver nuestras áreas de oportunidad, es decir, lo que podemos innovar. Dentro de las de las características más importantes podemos encontrar:

### Características generales

- **Moneda.** en que moneda (nacional, dólares, udis) vamos a diseñar el producto y cuales son las que se comercializan en el mercado.
- **Protección:**
  - Coberturas básicas (temporal, dotal, ordinario de vida, vida pagos limitados) y
  - Coberturas adicionales (beneficios por accidente, invalidez o seguros accesorios, por ejemplo, gastos funerarios, adelantos de prima por fallecimiento, ayuda en vida por enfermedades graves, etc.)
  - Y que tipo de seguro será, tradicional, tradicional inversión, universal o flexible
- **Tipo de póliza:** individual, conyugal, familiar, mancomunada, para empleados.
- **Edad de contratación:** a que población cubriremos y cubre nuestra competencia: menores, adultos.
- **Actualización de Suma Asegurada:** como mantendremos vigente la protección por suma asegurada de nuestros clientes:
  - En moneda nacional por: incrementos de suma asegurada:

- Sobre la base del INPC en suma asegurada alcanzada o suma asegurada inicial
- Sobre la base del incremento al salario mínimo en suma asegurada alcanzada o suma asegurada inicial.
- Incremento porcentual fijo en la suma asegurada alcanzada o suma asegurada inicial.
- Dólares, por el deslizamiento del tipo de cambio
- Unidades indizadas, UDIS, UVACS, a través del tipo de cambio que establezca Banco de México conforme aumenta la inflación.
- **Costo de los incrementos de suma asegurada:** con que tarifa se cobrará el incremento de suma asegurada, a edad alcanzada o edad inicial, por que plazo de tiempo.
- **Límite a los incrementos de suma asegurada:** hasta que tope de suma y edad otorgaremos los incrementos.
- **Plazos:** los periodos de tiempo que cubrirán nuestros seguros, plazos de seguro 1,2, 3,..., 10 etc. O bien hasta que edad se cubrirá los ordinarios de vida, 90, ...99 años.
- **Ampliación de la cobertura:** cuando se termina una cobertura, por ejemplo un temporal 10, se venderá otro seguro con algún descuento o trato preferencial, por haber sido nuestro cliente.
- **Aportaciones:** como serán los pagos de prima, anuales, semestrales, mensuales, quincenales. Los pagos serán obligatorios u opcionales como en el caso de seguros flexibles o universales.
- **Interés Garantizado:** interés al que invertiremos la reserva del seguro.
- **Valor de rescate:** Porcentaje de la reserva que recuperamos en caso de cancelar el contrato de seguro.

- **Valores garantizados:** en el caso del seguro tradicional, los montos de reserva que constituimos por año. En el caso de seguro flexible o universal no se tienen.
- **Intereses sobre la reserva:** en caso de garantizar los intereses que se otorguen por los fondos (ahorro) que se tenga de forma independiente a la reserva
- **Descuentos y recargos:** mencionar los descuentos en la tarifa del seguro en edad o porcentaje por tener alguna de las siguientes características: por ser *fumador, no fumador, mujer, tener excelente estado de salud*. O bien recargos al millar en la tarifa por sumas aseguradas menores al monto mínimo establecido. Recargos fijos en dinero al emitir la póliza por concepto de administración, papelería. Recargos por pago fraccionado, por pagar el seguro de otra forma que no sea anual
- **Apoyos a la venta:** promoción, a través de anuncios en televisión, folletería, programas que calculen la prima a pagar.
- **Perfil del cliente:** segmento de la población a la que estará dirigida nuestro producto
  - Nivel socioeconómico
  - Sexo
  - Edad
  - Necesidades: con o sin dependientes económicos, con interés asegurable específico, es decir un crédito, el inicio de un negocio, etc.
- **Ventajas para el asegurado:** Relación costo – protección, incrementos económicos de suma asegurada, alternativas de inversión, posibilidades de autofinanciamiento, etc.
- **Ventajas para el agente:** comisiones, bonos por conservación, premios en efectivo.

### **Características particulares**

Definir con base en la información de competencia:

- Sumas aseguradas mínimas y máximas para los beneficios básicos y adicionales.
- *Monto del recargo fijo por moneda.*
- Porcentaje de recargo por pago fraccionado
- Descuentos por volumen de suma asegurada
- Descuentos por no fumador
- Descuento por ser mujer
- Riesgos preferente y estándar.

### **Aspectos administrativos**

- Forma en que se constituirá y administrará la reserva.
- Opciones de administración del beneficio básico en el caso del seguro universal o flexible, cuál debe ser el monto de las aportaciones o pagos mínimos.
- Forma en que se administrarán:
  - Aportaciones planeadas
  - Aportaciones opcionales
  - Retiros opcionales
  - Liquidación del seguro: en efectivo o con opciones de rentas y si es ésta última opción como se administrará.

Una vez hecho el Benchmarking se debe de tener en cuenta el marco legal en el que nos debemos desenvolver para que nuestro producto sea válido.

## MARCO LEGAL

En nuestro país el órgano regulador de las compañías aseguradoras es la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF). Para cumplir con este fin se crearon la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, así como las circulares que emite la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

Cabe señalar que para fines de este trabajo sólo se mencionaran las partes que importan al tarificar y no es la transcripción completa de los artículos o circulares, mismas que se encuentran en el Anexo I.

También se puede mencionar que dentro de los documentos que complementan el marco legal de un contrato de seguro, se encuentran:

- Las notas técnicas del producto,
- solicitud de seguro,
- condiciones generales y
- endosos de las condiciones generales

Que son documentos que se registran ante la CNSF.

## Artículos de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros

En el siguiente cuadro se expone de forma breve que artículos que tratan temas del seguro de vida individual.

Artículo	Tema tratado:
35	Manejo de seguros en moneda extranjera, préstamos con base en la reserva matemática y monto de las inversiones
36	Bases técnicas que se deberán utilizar en el diseño de un seguro de vida
36-A	Nota técnica y su registro ante la CNSF. Trata sobre todos los elementos necesarios que debe contener éste documento para que sea válido, así como el plazo que tiene la comisión para determinar su validez.
41	Comisiones otorgadas al agente
46 a 50, 53, 55, 56	Reservas que se deben constituir en el ramo de seguro de vida.- Como son: reservas de riesgos en curso, por obligaciones pendientes por cumplir, de previsión y las demás previstas por la ley.

**Circulares emitidas por la CNSF**

<b>Circular</b>	<b>Tema tratado:</b>
S-7 1	Seguros en moneda extranjera lineamientos, para su emisión, dirigido a las compañías que operen el ramo de vida.
S-8.1	Notas Técnicas y Documentación Contractual, en esta circular se amplia y entra en detalle de las características de las notas técnicas, lo que ya se había especificado en los artículos 36 y 36-A.
S-10.1	Reservas de riesgos en curso. Reglas de constitución e incremento de reservas para el ramo del seguro de vida individual, se especifica con que tabla de mortalidad se deberá constituir la reserva.
S-10.1.6	Modificación a la sexta regla de la Circular S-10.1, es donde la CNSF autoriza el uso de la tabla de mortalidad 2000, para constituir la reserva de los seguros de vida individual.

### Condiciones generales

A continuación describiré en general lo que contienen las condiciones generales de cualquier compañía.

#### Cláusulas generales.

1. **Objeto:** se aclara que esas condiciones se refieren a lo que se detalla en la carátula de la póliza.
2. **Contratante (Solicitante):** definición de la figura legal de quien contrata el seguro y a que tiene derecho
3. **Contrato:** especifica que documentos forman parte del contrato del seguro y el plazo que tiene el asegurado para rechazar el contrato.
4. **Vigencia:** Fecha y horas exactas de la validez del contrato
5. **Omisiones o Declaraciones Inexactas:** la obligación de parte del asegurado a declarar de forma verídica sus datos personales.
6. **Indisputabilidad:** se especifica el periodo a partir del cual la compañía no cancelará el contrato a pesar de omisiones o declaraciones inexactas al momento de llenar la solicitud del seguro.
7. **Carencia de Restricciones:** menciona que el contrato no está sujeto a restricción alguna en cuanto a residencia, ocupación, viajes y en general al modo de vida del Asegurado.
8. **Modificaciones:** que solo la compañía puede hacer modificaciones al contrato, en forma de endosos que deberán de estar previamente autorizados por la CNSF.



9. **Suicidio:** periodo de espera en el cual la compañía no pagará la suma asegurada contratada en caso de fallecimiento si el asegurado se suicida.
10. **Edad:** se define que se entenderá por edad, cómo se comprobará y lo que ocurre en caso de que el asegurado la haya declarado en forma inexacta.
11. **Moneda:** se especifica la moneda en que se liquidará la suma asegurada en el caso que se requiera, y el procedimiento en caso de no ser moneda nacional.
12. **Cambio de Condiciones:** en cuanto al plazo del seguro, suma asegurada, beneficiarios, importe y frecuencia de pago de primas.
13. **Comunicaciones:** a través de que tipo de documento se efectuará la comunicación de la situación de la póliza por parte de la compañía al asegurado o bien que el asegurado debe notificar el cambio de domicilio a la compañía.
14. **Competencia:** en caso de controversia, el reclamante podrá presentar su reclamación ante la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).
15. **Período de Gracia:** se especifica el periodo que el asegurado tiene para pagar las primas para poder mantener el contrato vigente.
16. **Primas:** las formas en que el asegurado puede liquidar las primas del seguro.
17. **Estados de Cuenta:** se especifica la periodicidad en que el asegurado recibirá los estados de cuenta.
18. **Beneficiarios:** se le notifica al asegurado que él es el único que puede designar a los beneficiarios de la suma asegurada.

- 19 **Cláusula de Indemnización por Mora:** lo que deberá pagar la compañía en caso de no haber liquidado la suma asegurada al asegurado o al cliente dependiendo del caso.
20. **Prescripción:** lo que procederá en caso de que los beneficiarios no se hayan presentado a reclamar la suma asegurada habiendo presentado la reclamación.
21. **Coberturas:** se da una descripción con respecto a la protección que brinda la compañía al asegurado de acuerdo a las coberturas básicas contratadas, que son descritas en la carátula de la póliza.

#### Características del producto.

- 1 **Valor en Efectivo:** se define que éste valor estará constituido por los fondos que se hayan creado con excedentes de prima e intereses.
2. **Rectificación del Valor en Efectivo de la Póliza:** el asegurado tendrá derecho a pedir una aclaración del saldo en caso de que no estuviera de acuerdo con lo presentado en el estado de cuenta, enviado por la compañía.
3. **Valor de Rescate:** se explica al asegurado que monto de prima le será devuelta en caso de terminar el contrato.
4. **Prima:** se define como el monto de dinero que el asegurado debe de pagar en caso de aceptar el contrato.
5. **Prima Excedente:** se define como las aportaciones adicionales a la prima que hace el asegurado con el fin de crear un ahorro a través de un fondo en la compañía aseguradora.

6. **Retiros Parciales:** se explica hasta que monto se podrá retirar o pedir un préstamo de la reserva de su póliza.
7. **Dividendos:** o intereses ganados al constituir la reserva por intereses obtenidos por la compañía.
8. **Intereses:** se especifica que intereses otorgará la compañía y si los garantiza o no.
9. **Rehabilitación:** el procedimiento y las condiciones en el caso de que la póliza se cancelara, que el contrato entre de nuevo en vigor.
10. **Terminación del Seguro:** se explica en que situaciones se dará por terminada la vigencia del contrato.
11. **Valores garantizados (seguro tradicional):** Son los usos que el asegurado le puede dar a parte de la reserva. El monto de estos valores depende del plan contratado, la edad del asegurado y el número de años de primas pagadas, ya que una vez que el asegurado haya cubierto cierto número de años de primas pagadas, el asegurado podrá hacer uso de alguno de los siguientes derechos:

**Seguro Saldado:** la compañía reducirá la suma asegurada de acuerdo a la tabla de valores garantizados, conservando el plazo contratado sin más pago de primas, Por lo que al ocurrir el fallecimiento del asegurado pagará la suma asegurada que se determine con base en esa opción.

**Seguro Prorrogado:** Mantiene el plan en vigor sin más pago de primas, por la suma asegurada vigente a la fecha de conversión durante el periodo que marca la tabla de valores garantizados respectiva.

**Beneficios adicionales por accidente, invalidez, gastos funerarios, etc.**

1. Definición de las coberturas.
2. Vigencia.
3. Beneficios.
4. Cancelación
5. Exclusiones de los beneficios adicionales.

## POLÍTICAS DE ACEPTACIÓN

Documento (generalmente circular) que trata los siguientes puntos:

**Requisitos médicos de selección:** De acuerdo a la edad y la suma asegurada del solicitante, mientras mayor sea la suma asegurada solicitadas, mayores son las pruebas médicas requeridas.

**Vigencia de solicitudes y exámenes médicos.**

**Informes confidenciales:** en el caso de solicitantes que requieran de una suma asegurada considerable, generalmente se lleva a cabo una investigación de tipo financiero del solicitante.

**Normas para los seguros de garantía para créditos con alguna institución bancaria:** se detalla quienes serán los beneficiarios y el tipo de planes que se podrán vender al asegurado.

**Sumas aseguradas mínimas y recargos fijos por producto de acuerdo a la moneda y forma de pago.**

**Primas mínimas por recibo,** de acuerdo a la periodicidad con que éste se emita.

**Sumas aseguradas máximas para beneficios adicionales.**

**Normas para la emisión de pólizas para menores de 18 años, dependientes económicos y/o amas de casa.**

**Cargo que se hará al agente por concepto de exámenes médicos y pólizas no tomadas.**

## PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO

En el mercado asegurador podemos encontrar toda una gama de productos a la venta, en diferentes monedas, plazos, comisiones, descuentos en edad, ya sea por hábitos del solicitante (fumador y no fumador), sexo (descuentos por ser hombre o mujer); y recientemente hay tarifas que muestran descuentos al millar de suma asegurada por estado de salud (riesgos preferentes y estándar).

Ya que toda esta información después será registrada en estadísticas y después reportada a la Comisión Nacional de seguros y Fianzas, tenemos la CIRCULAR 20.2.1 en donde podemos verificar que no importa ni el nombre o enfoque de mercado se le dé al producto, siempre se clasifica de acuerdo a las definiciones de esta circular. Por lo que como un resumen oficial de productos que existen en el mercado podemos encontrar como una guía la:

### CIRCULAR 20.2.1

En donde se comunica la estructura del Sistema Estadístico para la operación de vida. Las definiciones presentadas a continuación son aplicables a todos los formatos que las diferentes compañías que operan en el país, deben presentar.

#### **Coberturas básicas:**

Seguro Individual: se hace la distinción entre seguro Tradicional, seguro Tradicional-Inversión, seguro Flexible y seguro Familiar.

A. **Tradicional.** Son los seguros Ordinarios de Vida, Vida Pagos Limitados, Dotales y Temporales que generalmente tienen derecho a préstamos y valores garantizados. Su prima siempre esta preestablecida. En este apartado se clasifican aquellas pólizas a las que comúnmente se les reconoce un dividendo que esta ligado a la mortalidad favorable o al excedente financiero de la cartera, o bien, a la participación de utilidades de la compañía. El asegurado

puede emplear estos dividendos para pagar una parte de la prima, para aumentar la suma asegurada o bien puede disponer de ellos.

- B. **Tradicional- inversión:** es aquél que aún siendo un plan tradicional tiene asociado un Fondo de inversión que generalmente se constituye por el vencimiento de dotales a corto plazo y los dividendos que se dejan en administración de la compañía.
- C. **Flexible:** son planes que ofrecen una cobertura cuando menos por fallecimiento y se caracterizan por la flexibilidad en su manejo administrativo. Sus valores se calculan mensualmente y se constituyen como las primas pagadas tanto de sus coberturas como de la prima de inversión, a éstas se van cargando los costos de las coberturas y los gastos de administración, en su caso. En estos planes se pueden realizar retiros parciales.
- D. **Familiar:** es un seguro individual en el que una póliza incluye como asegurados cuando menos a dos miembros de la misma familia con una cobertura básica. Este seguro también puede existir en las modalidades antes presentadas. No debe considerarse dentro de esta definición la cobertura conyugal, ya que ésta corresponde a un beneficio adicional.

### Coberturas adicionales:

#### Accidente:

- A. **Muerte Accidental:** si un asegurado fallece a consecuencia de un accidente, entendido éste como un evento externo, súbito, violento y fortuito, la compañía pagará a sus beneficiarios la suma asegurada contratada para este beneficio, adicionalmente al monto de la cobertura básica.
- B. **Muerte Colectiva:** adicionalmente a la cobertura que proporciona el beneficio descrito anteriormente, la indemnización se duplica si la muerte del asegurado sucede cuando está expuesta la vida de varios individuos (transporte público

con boleto pagado, elevador, etc.), siempre que cumpla con las características del contrato.

- C. **Pérdidas Orgánicas:** este beneficio cubre las lesiones corporales producidas en la persona del asegurado a consecuencia de un accidente. La indemnización se calcula en base a una tabla que asigna un porcentaje de la suma asegurada de este beneficio para cada parte del cuerpo.

Invalidez:

- A. **Pago de la suma Asegurada por Invalidez:** consiste en otorgar la suma asegurada en el momento en que se declare el estado de invalidez del asegurado (total y permanente), de acuerdo a las condiciones del contrato.
- B. **Renta por Invalidez:** ocurre cuando la compañía otorga al propio asegurado una serie de rentas por un plazo determinado, al declararse su estado de invalidez, de acuerdo a las condiciones del contrato.
- C. **Exención de Pago de Primas por Invalidez:** en caso de que un asegurado llegará a validarse total y permanentemente, su seguro se mantendrá en vigor, sin más pago de primas, durante toda su vida y generalmente por la suma asegurada vigente al momento de ocurrir la invalidez.
- D. **Cobertura Conyugal:** es aquella cobertura adicional a una póliza de seguro de vida en la cual el riesgo de fallecimiento de una persona queda cubierto automáticamente a partir del momento en que fallezca su cónyuge, mismo que en vida fuera el titular de dicha póliza.
- E. **Coberturas Mancomunadas:** son seguros por fallecimiento que se contratan sobre dos o más vidas, de tal modo que al ocurrir la muerte de uno de estos asegurados automáticamente termina la cobertura para los que estuvieran asegurados en mancomunidad con el asegurado fallecido.

De las definiciones que no se dan en ésta circular se encuentran los siguientes conceptos que se utilizarán en los siguientes capítulos del presente trabajo.



**Definiciones:**

**Prima excedente:** aportaciones que realiza el asegurado en adición a las coberturas de seguro, con objeto de crear o incrementar un fondo de inversión asociado a su póliza.

**Rescates:** el valor de rescate se define como el pago que la aseguradora hace en efectivo por un porcentaje de la reserva matemática constituida hasta la fecha en que se cancele el contrato, ya sea porque el asegurado lo solicite, o bien, por el agotamiento de la reserva para el pago de préstamos automáticos.

**Costo de dividendos:** corresponde al incremento neto que la aseguradora registre por concepto de participación en las utilidades obtenidas por la compañía, ya sea en la operación global de la cartera a la que pertenece dicha póliza, o bien en base a la experiencia propia de cada contrato. Estos dividendos pueden ser generados por excedente financiero o por mortalidad favorable.

**Edad alcanzada:** es la edad real del asegurado, alcanzada generalmente al último aniversario de la póliza, sin aplicar ningún descuento.

**Con examen:** se aplica a todas aquellas pólizas correspondientes a los asegurados que cuando menos se les practicó un examen médico sencillo para la contratación. Este concepto se emplea únicamente en el seguro individual.

**Sin examen:** esta definición es aplicable a los asegurados a los que no se les practicó ninguna prueba médica para la contratación. Cuando el asegurado solamente haya contestado un cuestionario médico, se considera sin examen. Únicamente se emplea en el seguro Individual.

**No fumador:** esta denominación se destina a todos aquellos asegurados que declararon no ser fumadores. En el seguro individual, a estas personas se les otorga una reducción de edad.

**Fumador:** se aplica a aquellos asegurados que no calificaron como no fumador.

**Seguros en Moneda Nacional:** se trata exclusivamente de pólizas emitidas en Moneda Nacional, mismas que deberán reportarse en unidades de pesos.

**Seguros en Moneda Extranjera:** se trata exclusivamente de pólizas emitidas en Moneda Extranjera y pagaderas en Moneda Nacional.

**Seguros en Títulos Indizados:** se trata exclusivamente de pólizas emitidas en Unidades de Cuenta (UDIS, UVACS, INPC, etc.) y pagaderas en Moneda Nacional.

## **NUEVAS TENDENCIAS, TARIFICACIÓN POR ESTADO DE SALUD: RIESGOS PREFERENTES Y ESTÁNDAR.**

Son planes que están diseñados para reconocer las ventajas que presenta un asegurado que obtiene calificaciones excelentes en su estado de salud, de acuerdo a su reconocimiento médico y a pruebas de laboratorio. Adicionalmente se reconocerá el descuento provocado por los hábitos de fumar, con tarifas especiales. Estos parámetros los establecen por lo general las compañías Reaseguradoras, que es con quienes compartimos este tipo de riesgos, ya que por lo general son pólizas con sumas aseguradas muy altas

Por lo que se separan las tarifas de acuerdo a la clase de riesgo, distinguiéndose cuatro tipos:

- Preferente fumador
- Preferente no fumador
- Estándar fumador
- Estándar no fumador

**Riesgos preferentes:**

Son personas con buenos antecedentes heredo-familiares, se refieren a que el solicitante no tiene antecedentes de muerte o enfermedad en padres o hermanos por cáncer, enfermedad coronaria, enfermedad cerebro vascular, o diabetes mellitus antes de los 60 años de edad. Existen dos clasificaciones:

**Preferente no fumador:**

Son aquellos asegurados que mediante pruebas de laboratorio, demuestren no ser fumadores, ni consumidores de alcohol y que reúnan las siguientes características físicas: peso-estatura, tensión arterial dentro de límites normales, colesterol y triglicéridos dentro de límites normales y buenos antecedentes heredo-familiares. El estado de salud es excelente.

**Preferente fumador:**

El mismo caso que el riesgo anterior pero con la alteración de haber declarado tabaquismo positivo o haber encontrado alteraciones en las pruebas de detección de tabaquismo.

El asegurado preferente es completamente normal, y sus pruebas de laboratorio, se mueven en un rango predeterminado (dentro del normal pero tendiendo a los límites inferiores). Es decir no existen extraprimas médicas. Sin embargo podrán existir extraprimas por ocupación o deportes.

**Estándar no fumador:**

Son aquellos candidatos que demuestran mediante pruebas de laboratorio que no son fumadores y que reúnen las características de relación peso-estatura, tensión arterial, niveles de colesterol y triglicéridos en suero y antecedentes heredo-familiares, que no justifiquen una consideración especial, (es decir que no ameriten una extraprima médica).

**Estándar fumador:**

El mismo caso que el riesgo anterior pero con la alteración de haber declarado tabaquismo positivo o haber encontrado alteraciones en las pruebas de detección de tabaquismo.

Aquellos asegurados que no reúnan ninguna de las características serán considerados y aceptados siguiendo las normas tradicionales de selección de riesgos en el Seguro de Vida. Aplicándose la subnormalidad que corresponda según el caso.

Cabe hacer notar que todas estas pruebas y los límites para considerar un riesgo preferente o estándar, fueron definidas por el Reasegurador.

---

## CAPÍTULO II

# MÉTODOS PARA TARIFICAR UN SEGURO (ASSET-SHARE).

Se entiende por asset share el monto estimado atribuible a una póliza individual si la acumulación del fondo de una clase de un gran número de pólizas iguales, es dividido en algún año  $t$  entre todas las pólizas de esta clase por prorratio y por cada millar de suma asegurada. Se consideran pólizas iguales a aquellas que son *del mismo plan, edad y fecha de emisión, prima, suma asegurada, etc.*

El asset share se utilizaba ya desde hace aproximadamente 100 años, pero no eran conocidos con este nombre. En un trabajo de dividendos diferidos sobre pólizas, Rufus Weeks les da este nombre en el año de 1905. Weeks acumulaba primas e ingresos por inversiones y deducía las reclamaciones por muerte, beneficios garantizados y gastos sobre la base de unas tasas de interés, mortalidad, caducidad, etc.; los cuales eran el reflejo de la experiencia actual del tiempo de las pólizas emitidas al final de periodo de diferimiento. El pago de los dividendos diferidos se basaba en el exceso del asset share sobre la reserva al final del período de diferimiento.

Posteriormente, se realizaron trabajos utilizando estos modelos de asset share para los años futuros, basados en un proceso de acumulación de primas para tales años, suponiendo futuras tasas de interés, tasas de mortalidad, etc. Los asset share se convirtieron en un importante instrumento para el desarrollo de nuevas escalas de prima, valores garantizados y dividendos.

Los asset share se han conocido como “histórico”, “proyección”, “retrospectivo” o “retrospectivo”. Esto es motivado porque se emplean como reflejo de una experiencia de pólizas en vigor, o ilustración para años futuros bajo supuestos de futuras tasas de interés, mortalidad, etc.

James G.H. Anderson desarrollo un modelo dentro del contexto del seguro de vida Individual de planes tradicionales, donde se obtiene un objetivo de utilidad con base en la prima de tarifa, se expresa en términos del valor presente en la emisión, de la utilidad ó pérdida desarrollada durante algún periodo, como pueden ser los primeros 20 años, donde la tasa de interés utilizada en el cálculo del valor presente, representa el rendimiento esperado de la inversión.

Bajo este método, la prima de tarifa se acumula a una tasa de interés ya experimentada, se deducen los siniestros sobre la base de tasas de mortalidad selecta y posteriormente se deducen todos los gastos. Toda la proyección se debe considerar al millar de suma asegurada.

La información utilizada en este estudio servirá para hacer la justificación del producto ante la CNSF, en el documento conocido como Nota Técnica.

A continuación se expondrán las variables que se utilizan en este estudio.

## Bases técnicas:

### Notación.

$x$	edad del asegurado
$n$	plazo del seguro
$m$	plazo de pago de primas
$t$	año de vigencia del seguro
$i$	tasa de interés
$C_t$	compensación total del año $t$ , es la suma de comisiones y bono
$PP$	prima neta de primer año
$PR$	prima neta de renovación
$P_x$	prima neta nivelada
${}_tV_{x:n}$	reserva terminal del año $t$ de la cobertura básica
${}_tV_{x:20}$	reserva terminal de un dotal a 20 años
${}_tR_x$	valor en efectivo o valor de rescate del año $t$
$SA$	suma asegurada
${}_tP_x$	persistencia a edad $x$ en el año $t$
$w_t$	caducidad al año $t$

## Hipótesis actuariales

Se deben de considerar la tabla de mortalidad para calcular las reservas de los seguros, así como la tabla de mortalidad que se utilizará para el cálculo de las primas de tarifa, ya que la ley sólo nos obliga a constituir reserva con la tabla señalada en la circular S-10.1.6.

### Compensaciones al agente de seguros.

Serán los porcentajes máximos de comisiones y bonos o premios que se otorgarán al agente con base en el plazo de pago de primas, las comisiones pueden tener dos variantes:

Comisiones niveladas: son porcentajes fijos que se pagan sobre la prima, durante todo el plazo de pago de primas por parte del asegurado

Comisiones decrecientes: porcentajes decrecientes que se pagan sobre la prima, que van bajando en conforme al plazo de la póliza.

El porcentaje de comisiones para los beneficios adicionales generalmente es el mismo que el del plan base. Dentro del estudio definimos las siguientes variables:

$${}_tC = {}_tPT_x * {}_tCOM$$

donde:

${}_tC$  = Comisiones que se pagan en el año t

${}_tCOM$  = Factor de Comisión al año t, estas comisiones incluyen comisiones directas y otros gastos porcentuales.

${}_tPT_x$  = Prima al cobro



La prima de renovación:

$$PR = 1000 * \frac{(M_{x+1} - B1 * M_{x+n} + B2 * D_{v+n})}{N_{v+1} - B3 * N_{v+m}}$$

Si  ${}_1V_{x:n} \geq {}_1V_{x:20}$  y  $m > 1$  entonces:

$$PP = 1000 * \frac{(C_x + D_{v+1} * (V_{x,n} - V_{x:20}))}{D_x}$$

$$PR = \frac{P_v * (N_x - B3 * N_{x-n}) - PP * D_x}{N_{v+1} - B3 * N_{v+m}}$$

Las primas de primer año y renovación para planes con comisiones niveladas, y para cuando  $m=1$

$$PP = PR = P_x$$

### Reservas terminales

Como se especificó en el punto anterior, los planes con comisiones decrecientes, utilizarán el método de año preliminar temporal preliminar completo modificado. Y los planes con comisiones niveladas utilizarán el método de reserva de prima neta nivelada.

$${}_tV_{x:n} = \frac{(k + f * {}_{t-1}V_{x:n}) * D_{v+t-1} - 1000 * C_{x-t-1}}{D_{x+t}}$$

donde:	Si $t = 1$	$k = PP$	$f = 0$
	Si $1 < t \leq m$	$k = PR$	$f = 1$
	Si $m < t \leq n$	$k = 0$	$f = 1$

**Reserva media**

Si  $t=0$  
$${}_{t+1/2}V_{x:n} = \frac{PP+{}_{t+1}V_{x:n}}{2}$$

Si  $1 < t \leq m$  
$${}_{t+1/2}V_{x:n} = \frac{{}_tV_{x:n} + {}_{t+1}V_{x:n} + PR}{2}$$

Si  $m < t \leq n$  
$${}_{t+1/2}V_{x:n} = \frac{{}_tV_{x:n} + {}_{t+1}V_{x:n}}{2}$$

**Valores garantizados**

**Valor en efectivo (o valor de rescate)**

$${}_tR_x = \text{Factor}_t * {}_tV_{x:n}$$

donde:

$\text{Factor}_t$  = Factores de rescate que usualmente la compañía establece con base en su experiencia y situación del mercado.

Para fines del cálculo en el asset share, éste concepto lo consideraremos de la siguiente manera:

$${}_tCV^R = {}_tR_x * w_t * {}_{t-1}p_x$$

donde:

${}_tCV^R$  = Es el pago que se hace por concepto del rescate

${}_tR_x$  = Es el valor de rescate al año t para edad x

### Seguro saldado de vida, según el plazo y tipo de seguro

$${}_tS_{x:n} = \frac{{}_tR_x}{A_{x+t:n}}$$

donde:

$$A_{x+t:n} = \frac{M_{x+t} - B1 * M_{x+n} + B2 * D_{x+n}}{D_{x+t}}$$

### Seguro prorrogado.

El número de años a (considerando fracciones de año), que satisface la siguiente relación:

$${}_tS_x = 1000 A_{x+t:n}$$

Considerando que la suma asegurada alcanzada es de 1000, en el año t. Se deberá considerar la suma asegurada alcanzada en el plan.

### Incremento de reserva

$${}_t|V_x = ({}_tV_x * {}_tP_x - {}_{t-1}V_x * {}_{t-1}P_x)$$

donde:

${}_t|V_x$  = Es el incremento de la reserva a edad x en el año t

${}_tV_x$  = Es la reserva a edad x en el año t

${}_tP_x$  = persistencia a edad x en el año t

### Costo de reaseguro

Otro aspecto importante en la tarificación (dependiendo de la cantidad de suma asegurada que vaya a tener en promedio el producto) es el reaseguro, ya que nos ayuda a solventar posibles pérdidas.

${}_t\text{CREA}$  = Costo de reaseguro al año  $t$

Aplicando que el límite de retención es menor a la suma asegurada en el año  $t$ , es decir:

$$S_{a_t} > {}_t\text{RET}$$

Si el límite de retención se actualiza con la inflación

$${}_t\text{RET} = {}_{t-1}\text{RET}(1 + {}_t\text{INF})$$

para  $t=1$

$${}_1\text{CREA} = qR_x(1 - {}_1\text{RET}/{}_1\text{SA})$$

donde:

$S_{a_t}$  = Suma asegurada en el año  $t$

${}_t\text{RET}$  = Límite de retención en el año  $t$

$qR_x$  = El costo que el reasegurador cobra, por ejemplo puede ser el 85% de la tabla de mortalidad experiencia mexicana 62-67

para:  $t \geq 2$  y  $S_{a_t} > {}_t\text{RET}$

$${}_t\text{CREA} = qR_{x+t-1} * (1 - {}_t\text{RET}/{}_t\text{SA}) * ({}_{t-1}P_x)$$

$$- 0.5(qR_{x+t-2} - qR_{x+t-2} * FS_{t-1}) * (1 - {}_{t-1}\text{RET} / {}_{t-1}\text{SA}) * {}_{t-2}P_x$$

para:  $t \geq 2$  y  ${}_tSa < {}_tRET$

$${}_tCREA = -0.5(qR_{x+t-2} - q^R_{x+t-2} * FS_{t-1}) * (1 - {}_{t-1}RET / {}_{t-1}SA) * {}_{t-2}p_x$$

donde:

$FS_{t-1}$  = Es el factor de selección en el año t

### Siniestros

Son los que de acuerdo a la tabla de mortalidad esperamos que mueran en el periodo, aunque aquí lo definiremos como el monto que la compañía debe erogar por concepto de siniestros

$$Q^R_t = {}_tSA1 * ({}_tRET / {}_tSA) * q^R_{x+t-1} * FS_t * {}_{t-1}p_x$$

donde:

$Q^R_t$  = Es el pago que se hace por concepto del siniestro

${}_tSA1$  = Es la suma asegurada creciente en caso que el plan que se está tarificando contenga un crecimiento en la suma asegurada

${}_tSA$  = Es la suma asegurada promedio promedio en el año t

${}_tRET$  = Retención por parte de la compañía, ya que lo demás se cedió al reasegurador.

$q^R_{x+t-1}$  = Mortalidad real para edad x+t

${}_tP_x$  = persistencia acumulada al año t

### Prima que ingresa a la compañía

Es la prima que nuestros asegurados nos pagan:

$${}_tPT_x = \Pi_x ({}_tp_x)$$

donde:

${}_tPT_x$  = Las primas de tarifa que pagan los asegurados a edad x en el año t

$\Pi_x$  = prima de tarifa a edad x

${}_tp_x$  = persistencia acumulada al año t

$${}_tp_x = {}_{t-1}p(1 - q_{x+t-1}^R - w_t) \text{ definimos } {}_0p_x = 1$$

donde:

$q_{x+t-1}^R$  = Mortalidad real para edad x+t

$w_t$  = Caducidad al año t

### Contribución técnica contable

$${}_tCTC = {}_tPT_x - {}_tC - Q_t^R - {}_tCV^R - {}_tIV_x - {}_tCREA$$

donde:

${}_tCTC$  = Contribución técnica contable en el año t

${}_tPT_x$  = Las primas de tarifa que pagan los asegurados a edad x en el año t

${}_tC$  = Comisiones que se pagan en el año t

$Q_t^R$  = Es el pago que se hace por concepto del siniestro

${}_tCV^R$  = Es el pago que se hace por concepto del rescate

${}_tIV_x$  = Es el incremento de la reserva a edad x en el año t

${}_tCREA$  = Costo de reaseguro al año t

### Gastos

${}_tGA$  = Gastos anuales al año t

donde:

Para  $t = 1$   ${}_1GA = GAS/{}_1SA$

$GAS$  = Gastos de primer año

Para  $t = 2$   ${}_2GA = (GAR/{}_1SA) * (1+INF)^{t-1} p_x$

$GAR$  = Gastos de renovación

$INF$  = Inflación para gastos

Para  $t > 2$   ${}_tGA = (GAR/{}_1SA) * (1+INF)^{t-1} p_x$

**Contribución técnica**

$${}_tCT = {}_tCTC + {}_tINTEC$$

$${}_tINTEC = ({}_tPT_x - {}_tC - {}_tGA - ({}_tV_x * {}_{t-1}p_x)) * i$$

donde:

${}_tCT$  = Contribución técnica en el año t

${}_tINTEC$  = Interés técnico

${}_tCTC$  = Contribución técnica contable en el año t

${}_tPT_x$  = Las primas de tarifa que pagan los asegurados a edad x en el año t

${}_tC$  = Comisiones que se pagan en el año t

${}_tGA$  = Gastos anuales al año t

${}_tV_x$  = Es la reserva a edad x en el año t

${}_{t-1}p_x$  = Persistencia acumulada al año t-1

$i$  = Interés técnico para el cálculo de prima



**Productos financieros**

$${}_tPF = ({}_{t-1}V^*{}_{t-1}p_x + {}_tPT_x - {}_tGA - {}_tC - Q^R_t/2)*j - {}_tDI - {}_tINTEC$$

donde:

- ${}_tPF$  = Producto financiero en el año t
- ${}_{t-1}V_x$  = Es la reserva a edad x en el año t-1
- ${}_{t-1}p_x$  = Persistencia acumulada al año t-1
- ${}_tPT_x$  = Las primas de tarifa que pagan los asegurados a edad x en el año t
- ${}_tGA$  = Gastos anuales al año t
- ${}_tC$  = Comisiones que se pagan en el año t
- $Q^R_t$  = Es el pago que se hace por concepto del siniestro
- ${}_tDI$  = Dividendos pagados en el año t
- ${}_tINTEC$  = Interés técnico
- $j$  = Interés para el cálculo de la reserva

**Utilidad**

$${}_tUT = {}_tCT - {}_tGA + {}_tPF$$

donde:

- ${}_tUT$  = Utilidad en el año t
- ${}_tCT$  = Contribución técnica en el año t

${}_tGA$  = Gastos anuales al año  $t$

${}_tPF$  = Producto financiero en el año  $t$

### Suma del valor presente de la utilidad

$${}_tSVPUT = {}_{t-1}SVPUT + {}_tUT/(1+j)^{t-1}$$

### Suma del valor presente de las primas

$${}_tSVPP = {}_{t-1}SVPP + {}_tPT/(1+j)^{t-1}$$

### Suma del valor presente de las comisiones

$${}_tSVPCOM = {}_{t-1}SVPCOM + (1 - {}_tC) * {}_{t-1}p_x / (1+j)^{t-1}$$

### Suma del valor presente de la persistencia

$${}_tSVPPER = {}_{t-1}SVPPER + {}_{t-1}p_x / (1+j)^{t-1}$$

**Cálculo de primas de tarifa .**

Se obtendrá la prima basados en la suma del valor presente de las primas, la utilidad, de las comisiones y de la persistencia.

Sea:

${}_t\text{PUT}$  =el porcentaje de la utilidad al año  $t$ , obtenida con cualquier primer intento de prima de tarifa (incluso cero)

$\text{UTIL}$  = el nuevo porcentaje de utilidad en vez de  ${}_t\text{PUT}$

$\text{DELTA}$ = El incremento en la tarifa (o decremento)

$$\text{DELTA} = \frac{{}_t \text{SVPP} * \text{UTIL} - {}_t \text{SVPUT}}{{}_t \text{SVPCOM} - {}_t \text{SVPPER} * \text{UTIL}}$$

La nueva prima de tarifa es:

$$\Pi'_x = \Pi_x + \text{DELTA}$$

Teniendo ésta prima de tarifa, es comparada contra la utilidad que se obtendrá. También se compara contra las primas de los productos equivalentes en el mercado y así se pondera si es un producto con tarifas competitivas de acuerdo a los precios y comisiones de agente que se manejan en el mercado.

La tabla de mortalidad juega un papel muy importante en el cálculo de la prima de tarifa, en los rubros de:

Prima neta

Siniestros

Incremento de Reservas

Y es uno de los parámetros que podemos modificar mediante la propuesta y justificación actuarial adecuada, por parte de la compañía; mientras que los demás parámetros son muy difíciles de mover ya que no pueden ser modificados por parte nuestra.

Por lo cual en el siguiente capítulo se expondrá un método para el cálculo de tablas de mortalidad abreviadas, y en el cuarto capítulo del presente trabajo, se harán pruebas de sensibilidad para diferentes coberturas y monedas con diferentes tablas de mortalidad y se comprobará el impacto del cambio de las mismas en las primas de tarifa y en la utilidad para la empresa.

Cabe señalar que aparte de éste método, existen otros métodos que se encuentran en paquetes que las compañías de seguros adquieren, lo único que se hace es introducir los parámetros (tablas de mortalidad, interés técnico, interés que nos otorga el mercado, persistencia, etc.) y el paquete nos da la prima de tarifa a la que podemos vender el producto, además de presentar la utilidad derivada de la administración y venta de estos productos.

## CAPITULO III

# CONSTRUCCIÓN DE UNA TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD

### Hipótesis de mortalidad.

El seguro de vida está fundado sobre el principio de que el número de muertes que pueden ocurrir, en un grupo suficientemente numeroso de personas, no es enteramente arbitrario, sino que está sometido a leyes de promedios cuyo grado de uniformidad y exactitud permite establecer bases de cálculo sobre las cuales pueden arriesgar, sin temor, las compañías aseguradoras y los asegurados sus respectivos capitales.

De acuerdo con lo anterior, se han construido tablas de mortalidad, en las cuales, utilizando datos obtenidos, depurados por procedimientos variados que presentan un mayor o menor grado de exactitud, se da, para un grupo inicial de personas y de una edad dada, el número de personas que sobreviven en cada aniversario, y por consiguiente, el de las que han fallecido en el transcurso del año.

Tales tablas permiten a las compañías de seguros fijar las tasas de contribución que corresponden a sus clientes y de la suficiencia de las tablas de mortalidad, fijada en cada caso, depende también la suficiencia de las primas que las compañías cobran a sus clientes.

Sin embargo no se tiene una bibliografía amplia sobre como construir tablas de mortalidad, y sobre todo que éstos métodos se adapten a la realidad nacional, por lo que en la mayoría de los casos, al momento de tarificar se recurre a tablas de mortalidad extranjeras, mismas que no se adaptan a la realidad nacional.

Por lo que a continuación se exponen algunos métodos de elaboración de tablas de mortalidad abreviada, así como una breve descripción de la tabla de mortalidad completa.

Estas notas pertenecen al trabajo desarrollado por el Maestro en Demografía Alejandro Mina.

## Definición

La tabla abreviada de mortalidad es el cuadro estadístico que resume el impacto de dicho fenómeno demográfico, tenido por una población determinada, en un año o período de años.

Es abreviada porque la estructura por edad de la población se agrupa en quinquenios de edades; esto a partir del grupo de edad 5 a 9 años cumplidos. La excepción la constituyen el primer grupo de edad y el último; los que se toman de cero años cumplidos, de 1 a 4 años cumplidos y de 80 ó 85 años y más cumplidos (tomaremos en esta presentación cómo último grupo de edad el constituido por las edades 85 y más).

Así los grupos de edades en una tabla abreviada de mortalidad son:

0	30 a 34	65 a 69
1 a 4	35 a 39	70 a 74
5 a 9	40 a 44	75 a 79
10 a 14	45 a 49	80 a 84
15 a 19	50 a 54	85 y más
20 a 24	55 a 59	
25 a 29	60 a 64	

Supongamos que se desea calcular la tabla abreviada de mortalidad a nivel nacional, para ambos sexos para el caso de México, para el año de 1990.

La información necesaria para construir la tabla será tomada de las estadísticas vitales y de los X y XI Censos Nacionales de población y vivienda, los cuales se levantaron el 4 de Junio de 1980 y supondremos que el de 1990 será levantado el 10 de Junio de 1990.

## **Información de las estadísticas vitales**

- a) Los nacimientos registrados a nivel nacional, ambas sexos, en los años de 1985 a 1990.
- b) Las defunciones de individuos de cero años cumplidos, desagregadas en días, a partir de cero días cumplidos hasta 6 días cumplidos, semanas, de la primera a la tercer semana cumplida y meses, del primero al onceavo mes cumplido. Todas ellas para cada uno de los años de 1985 a 1990, teniéndose que captar para el año de 1991 el total de defunciones de individuos de cero años cumplidos, sin desagregarlas.
- c) Para los grupos de edades 5 a 9 años cumplidos al 85 y más las defunciones registradas en los años 1989, 1990 y 1991.

## **Información censal**

La estructura por edad desplegada (individual), por sexo y para cada uno de los dos censos (X y XI) sin olvidar a los no especificados en cuanto a edad y sexo.

## Evaluación de la información

Dado que tanto la información de las estadísticas vitales como de la censal padecen de fallas, como son el subregistro de los nacimientos y de las defunciones, y la mala declaración de edad, como las más importantes; es inicialmente necesario evaluar la información para posteriormente corregirla.

Para evaluar la información censal, en cuanto a su estructura por edad se emplean los índices de Whipple, de Naciones Unidas y el de Myers. A continuación se da una presentación de ellos.

### Índice de Whipple

Estima el grado de preferencia hacia los dígitos 0 y 5 por la población censada que declaró su edad entre los 23 y 62 años.

El supuesto que se maneja es el de distribución uniforme en cada una de las edades individuales y para el grupo de edad asociado, así por ejemplo cinco veces la población censada que declaró tener 30 años cumplidos de edad, debe ser aproximadamente igual a la suma de las personas que declararon tener 28, 29, 30, 31 y 32 años cumplidos de edad en el censo.

El índice de Whipple ( $I_w$ ) se define como:

$$I_w = \frac{\sum_{i=25}^{12} P_{5i}}{\sum_{i=23}^{62} P_i} \times 5 \times 100$$

Donde:



$P_{5i}$  y  $P_i$  son las poblaciones censadas que declararon tener las edades cumplidas  $5i$  e  $i$  respectivamente.

El criterio para evaluar el tipo de información con la que se trabajará, esta basada en la siguiente tabla, la que esta en base al valor que toma el índice de Whipple.

Rango de $lw$	Clasificación de la información
100 a 104	Muy precisa
105 a 109	Precisa
110 a 124	Aproximada
125 a 174	Deficiente
175 y más	Muy deficiente

## Índice de la Naciones Unidas

Su aplicación requiere tener agregada la población en grupos quinquenales de edad, de 0 a 4 años cumplidos, al 65 a 69 años cumplidos, por sexo y para el total de la población.

La hipótesis que se maneja en este índice es la linealidad en los efectivos, en el grupo anterior y posterior al grupo de edad considerado. Así por ejemplo si se toman los grupos de edades 35 a 39, 40 a 44 y 45 a 49 años cumplidos, entonces:

$$\frac{P_{40-44}}{P_{35-39} + P_{45-49}} = 2$$

debe tender a la unidad ya que la población de 35 a 39 años cumplidos más la población de 45 a 49 años cumplidos censada, dividida entre dos debe ser aproximadamente igual a la población que declaró tener entre 40 y 44 años cumplidos; esto bajo la hipótesis de linealidad.

A continuación se construyen los índices por sexo, los que se definen como  $I^H(G)$  para los hombres e  $I^F(G)$  para las mujeres, donde:

$$I^H(G) = \frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{2P_{(5i)-(5i+4)}^H}{P_{(5i-5)-(5i)}^H + P_{(5i+5)-(5i+9)}^H} \right|}{13} * 100$$

$$I^F(G) = \frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{2P_{(5i)-(5i+4)}^F}{P_{(5i-5)-(5i)}^F + P_{(5i+5)-(5i+9)}^F} \right|}{13} * 100$$

El índice para ambos sexos se define a partir de los índices de masculinidad y del hecho de que no deben tener variaciones sustanciales de grupo a grupo; por ejemplo, si se consideran los grupos de edad 25 a 29 y 30 a 34 años cumplidos, entonces la diferencia de los índices de masculinidad debe tender a cero, es decir:

$$\left| \frac{P_{25-29}^H}{P_{25-29}^M} - \frac{P_{30-34}^H}{P_{30-34}^M} \right| \rightarrow \text{Tiende a cero}$$

Por tanto el índice de ambos sexos  $I(S)$  se define como:

$$I(S) = \frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{P_{(5i)-(5i+4)}^H}{P_{(5i)-(5i+4)}^M} - \frac{P_{(5i)-(5i+9)}^H}{P_{(5i)-(5i+9)}^M} \right|}{13} * 100$$

Basándose en la experiencia mundial, los especialistas de Naciones Unidas ponderan con tres unidades al índice de ambos sexos  $I(S)$ , quedando definido el índice de Naciones Unidas como:

$$I_{N\mu} = I^H_{(G)} + I^M_{(G)} + 3I(S)$$

Es obvio que  $I_{N\mu} \neq 0$  ya que  $I_{N\mu} = 0$  para que los efectivos en cada grupo de edad deben ser iguales. Para países donde las hipótesis se han cumplido y se tiene censos de alta calidad en su control de la declaración de edad,  $I_{N\mu}$  se encuentra alrededor de 9 unidades, teniéndose que en la medida que se aleje de este número, en esa medida se acentúa la mala declaración de edad.

### Índice de Myers

Este índice (IM) se define a partir de la suma de los valores absolutos de los índices individuales para cada dígito ( $M_j$ ) con  $j = 0, 1, 2, \dots, 9$ , los que estiman la atracción o rechazo de cada una de los dígitos en la declaración de edad. Para definir IM y los valores  $M_j$  es necesario definir la siguiente notación:

$P_x$	Número de personas que declaran la edad $x$ cumplida.
$V_x$	Número de personas que realmente tienen edad $x$ cumplida.
$P_j = \sum_{i \geq 1} P_{10i+j}$	Número de personas que han declarado edad cumplida terminada en el dígito $j$ y dentro de la población de diez años y más cumplidos.
$P_j = \sum_{i \geq 2} P_{10i+j}$	Número de personas que han declarado edad cumplida terminada en el dígito $j$ y dentro de la población de veinte años y más cumplidos.

$V_j = \sum_{i \geq 1} V_{10i+j}$	Número real de individuos con edad cumplida terminada en el dígito j dentro de la población de diez años y más cumplidos.
$V'_j = \sum_{i \geq 2} V_{10i+j}$	Número real de individuos con edad cumplida terminada en el dígito j dentro de la población de veinte años y más cumplidos.

Por ejemplo:

$$P_5 = \sum_{i \geq 1} P_{10i+5} = P_{10(1)+5} + P_{10(2)+5} + P_{10(3)+5} + \dots$$

$$= P_{15} + P_{25} + P_{35} + \dots$$

$$V'_5 = \sum_{i \geq 2} V_{10i+5} = V_{10(1)+5} + V_{10(2)+5} + V_{10(3)+5} + \dots$$

$$= V_{15} + V_{25} + V_{35} + \dots$$

De ser posible el conocer los valores de  $V_j$  y  $V'_j$ , esto de tener entrevista repetida, (hecho prácticamente imposible de tener en un censo nacional), un adecuado índice de atracción o rechazo para el dígito j sería:

$$\frac{(P_j + P'_j) - (V_j + V'_j)}{(P_j + P'_j)} = 1 - \frac{V_j + V'_j}{P_j + P'_j}$$

Debido a la imposibilidad de tener los valores  $V_j$  y  $V'_j$ , Myers supone linealidad en la tendencia de los valores  $V_j$  y  $V'_j$ , ponderándolos y suponiendo que en cada uno de los diez dígitos debe haber un 10% de la población así:

$$\frac{a_j v_j + a'_j v'_j}{\sum_{j=0}^a (a_j v_j + a'_j v'_j)} = 0.10$$

Donde  $a_j$  y  $a'_j$  toman los valores:

J	$a_j$	$a'_j$
0	1	9
1	2	8
2	3	7
3	4	6
4	5	5
5	6	4
6	7	3
7	8	2
8	9	1
9	10	0

Por ejemplo

$$\begin{aligned} a_5 v_5 + a'_5 v'_5 &= 6v_5 + av'_5 \\ &= 6(v_{15} + v_{25} + v_{35} + \dots) + 4(v_{23} + v_{35} + v_{45} + \dots) \\ &= 6 v_{15} + 10 v_{25} + 6 v_{35} + \dots \end{aligned}$$

Suponiéndose que:

$$6V_{15} \equiv V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15}$$

$$10V_{25} \equiv V_{16} + V_{17} + V_{18} + V_{19} + V_{20} + V_{21} + V_{22} + V_{23} + V_{24} + V_{25}$$

etc.

Teniéndose que en el mejor de los casos:

$$\sum_{j=0}^9 (a_j v_j + a'_j v'_j) = \sum_{j=0}^9 (a_j P_j + a'_j P'_j)$$

Y la diferencia:

$$(a_j P_j + a'_j P'_j) - (a_j v_j + a'_j v'_j)$$

Miden el sesgo en la declaración de edad en términos absolutos.

Por lo que Myers define el índice  $M_j$ :

$$M_j = \frac{(a_j P_j + a'_j P'_j) - (a_j v_j + a'_j v'_j)}{\sum_{j=0}^9 (a_j P_j + a'_j P'_j)} * 100$$

$$= \left\{ \frac{(a_j P_j + a'_j P'_j)}{\sum_{j=0}^9 (a_j P_j + a'_j P'_j)} - 0.10 \right\} * 100$$

Teniéndose que el dígito  $j$  es de atracción si  $M_j > 0$  y de rechazo si  $M_j < 0$ .

Finalmente Myers define su índice como:

$$I_M = \sum_{j=0}^9 |M_j|$$

Si se cumplieran las hipótesis entonces  $I_M = 0$ , de centrarse en un sólo dígito la declaración de edad, entonces  $I_M = 180$ . Entre 0 y 180 se definieron los siguientes rangos para clasificar a la concentración de la población en cuanto a la preferencia de dígitos.

Rango de $I_M$	Clasificación
0 a 4.99	Baja concentración en algún dígito
5 a 14.99	Mediana concentración en algún dígito
15 a 29.99	Alta concentración en algún dígito
30 a más	Muy alta concentración en algún dígito

## Corrección de la estructura por edad de la población censada

La corrección de la información captada en los censos nacionales de población y vivienda, para fines de elaborar una tabla de mortalidad, se lleva a cabo empleando diversos métodos, en este caso se presentará el método de ajuste llamado fórmula de graduación de un dieciseisavo. Dicha fórmula se basa en el ajuste de la estructura la población, agrupada en grupos quinquenales de edad convencionales (0 a 4, 5 a 9, ..., 80 a 84 y 85 y más), suponiendo que cada cinco grupos de edades suspensivas estimadas se distribuyen adecuándose a un polinomio de grado tres y que los efectivos observados por grupo quinquenal de edad contienen un error ( $e$ ), de magnitud constante el cual incide alternativamente en los valores estudiados, teniéndose que:

$$S'_j = S_j + (-1)^{j-i} e$$

Donde:

$S'_j$	es el efectivo de población estimado en el grupo de edad $j$
$S_j$	es el efectivo de población observado en el grupo de edad $j$

$$j = i-2, i-1, i+1, i+2$$

Por ejemplo: si tomamos los primeros cinco grupos de edad y sus respectivos efectivos de población observada, que se declaró en el censo en estudio con esas edades y llamamos a  $S_0$ , a la población censada en el grupo de edad 0 a 4 años cumplidos,  $S_1$  a la población censada en el grupo de edad 5 a 9 años cumplidos,  $S_2$  a la población censada en el grupo de edad 10 a 14 años cumplidos,  $S_3$  a la población censada en el grupo de edad 15 a 19 años cumplidos y  $S_4$  a la población censada en el grupo de edad 20 a 24 años cumplidos entonces:

$$S'_0 = S_0 + (-1)^{(i-2)-i} e = S_0 + (-1)^{-2} e = S_0 + e$$

$$S'_1 = S_1 + (-1)^{(i-1)-i} e = S_1 + (-1)^{-1} e = S_1 - e$$

$$S'_2 = S_2 + (-1)^{i-i} e = S_2 + (-1)^0 e = S_2 + e$$

$$S'_3 = S_3 + (-1)^{(i+1)-i} e = S_3 + (-1)^1 e = S_3 - e$$

$$S'_4 = S_4 + (-1)^{(i+2)-i} e = S_4 + (-1)^2 e = S_4 + e$$

Ahora bien, de acuerdo a la hipótesis de que se ajusta un polinomio de tercer grado a los valores  $S_j$ , entonces  $\Delta^4 S'_j = 0$ . Ilustrando este hecho, supongamos el polinomio de tercer grado



$Y = x^3 + x^2 + 2x - 1$  entonces:

X	Y	$\Delta Y$	$\Delta^2 Y$	$\Delta^3 Y$	$\Delta^4 Y$
0	-1	$(3) - (-1) = 4$	$(12) - (4) = 8$	6	0
1	3	$(15) - (3) = 12$	$(26) - (12) = 14$	6	0
2	15	$(41) - (15) = 26$	$(46) - (26) = 20$	6	0
3	41	$(87) - (41) = 46$	$(72) - (46) = 26$	6	
4	87	$(159) - (87) = 72$	$(104) - (72) = 32$		
5	159	$(263) - (159) = 104$			
6	264				

Haciendo la analogía para los valores  $S'_j$ :

j	$S'_j$	$\Delta^2 S_j$	$\Delta^3 S_j$	$\Delta^4 S_j$
$i - 2$	$S'_{i-2}$	$S'_{i-1} - S'_{i-2}$	$S'_i - 2S'_{i-1} + S'_{i-2}$	$S'_{i+1} - 3S'_i + S'_{i-1} - S'_{i-2}$
$i - 1$	$S'_{i-1}$	$S'_i - S'_{i-1}$	$S'_{i+1} - 2S'_i + S'_{i-1}$	$S'_{i+2} - 3S'_{i+1} + 3S'_i - S'_{i-1}$
$i$	$S'_i$	$S'_{i+1} - S'_i$	$S'_{i+2} - 2S'_{i+1} + S'_i$	
$i + 1$	$S'_{i+1}$	$S'_{i+2} - S'_{i+1}$		
$i + 2$	$S'_{i+2}$			

$$\therefore \Delta^4 S'_j = S'_{i+2} - 4S'_{i+1} + 6S'_i - 4S'_{i-1} + 6S'_{i-2} = 0$$

Por hipótesis:

$$S'_{i+2} = S_{i+2} + e$$

$$S'_{i+1} = S_{i+1} + e$$

$$S'_i = S_i + e$$

$$S'_{i-1} = S_{i-1} + e$$

$$S'_{i-2} = S_{i-2} + e$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta^4 S'_j = 0 &= S_{i+2} + e - 4S_{i+1} + 4e + 6S_i + 6e - 4S_{i-1} + 4e + S_{i-2} + e \\ &= S_{i+2} - 4S_{i+1} + 6S_i - 4S_{i-1} + S_{i-2} + 16e \end{aligned}$$

Despejando el valor e:

$$16e = -S_{i+2} + 4S_{i+1} - 6S_i + 4S_{i-1} - S_{i-2}$$

$$e = \left(\frac{1}{16}\right) \{-S_{i+2} + 4S_{i+1} - 6S_i + 4S_{i-1} - S_{i-2}\}$$

También por hipótesis:

$$S'_i = S_i + (-1)^{i-1} e = S_i + e$$

Y sustituyendo el valor de e:

$$S'_i = S_i + \left( \frac{1}{16} \right) \{ -S_{i+2} + 4S_{i+1} - 6S_{i+4}S_{i-1} - S_{i-2} \}$$

Y simplificando:

$$S'_i = \left( \frac{1}{16} \right) \{ -S_{i+2} + 4S_{i+1} + 10S_i + 4S_{i-1} - S_{i-2} \}$$

La cual es la fórmula de graduación de un dieciseisavo.

## **Proyección de la población censada y ajustada al 30 de junio del año censal**

Una vez evaluada y corregida la estructura por edad de la población censal, es necesario para tener los denominadores de tasas de mortalidad, la estimación de la población a mitad del año es decir al 30 de Junio del año Censal.

Antes de indicar como se lleva a cabo a proyección se hace notar la razón por la cual esto es indispensable.

Una tasa de mortalidad para el grupo quinquenal de edades cumplidas entre X y X + 4 se define como la división del número de defunciones registradas en el año Censal (supongamos 1990) y los años persona - vividos por la cohorte de en estudio entre las edades x y x+4 cumplidos. Entendiendo por cohorte al número de personas que comparten un mismo evento origen, que en este caso es el de estar vivo a edad exacta x.

Los años - persona son las unidades de tiempo, medida en años, que aportó cada individuo de la cohorte en cuanto a años vividos entre las edades x y x +4 años cumplidos.

Por ejemplo:

Supongamos 48 personas. que llegan con vida a los 20 años y que 5 de ellas mueren entre los 20 y 24 años cumplidos; y supongamos que 1 de ellas murió a los 20 años 4 días, 3 a los 22 años, 10 meses, 8 días y la otra a los 24 años, 1 mes, 28 días entonces la tasa de mortalidad específica para esta cohorte y para el grupo quinquenal de edad 20 -24 años será:

$$\begin{aligned}
 {}_5M_{20} &= \frac{D_{(20,25)}^{R,1990}}{\text{años - persona}(20 - 25)} \\
 &= \frac{5}{5(43) + \frac{4}{365}(1) + (2 + \frac{10}{12} + \frac{8}{365})(3) + (4 + \frac{1}{12} + \frac{28}{365})(1)}
 \end{aligned}$$

Donde:

${}_5M_{20}$	Denota a la tasa de mortalidad específica para el grupo de edad 20 y 5 años exactos más es decir entre 20 y 24 años cumplidos.
R.1990	Denota a las defunciones registradas en el año 1990 de personas entre las edades exactas 20 a 25 años, que en este ejemplo son 5.
Años - persona (20 - 25)	Denota los años - persona que aportaron las 48 personas en los cinco años comprendidos entre las edades exactas 20 y 25, con vida, es decir, para los que fallecieron, antes de hacerlo, y para los que sobrevivieron, en este caso 43 personas, con 5 años cada uno de ellos.

Dado que difícilmente se tendían estadísticas vitales que permitan estimar los años - persona vividos siguiendo la definición de manera puntual se utiliza la hipótesis de distribución uniforme o lineal de las defunciones, lo que es valido para

todos los grupos de edad excepto el primero (0 a 4 años cumplidos), el cual será tratado más adelante.

Siguiendo el ejemplo planteado y suponiendo distribución uniforme lineal de las defunciones tendremos que la aproximación que empleamos para la estimación de los años-personas vividos por la cohorte de 48 personas a edad exacta 20 años será:

$$5(43) + \frac{5}{2}(5)$$

Ya que los años – persona vividos se pueden estimar con la población al 30 de junio del año considerado, para los grupos de edades quinquenales a partir del 5 a 9 años cumplidos, es necesario proyectar la estructura por edad de la población censada del día en que fue censada al 30 de Junio del año Censal.

Supongamos que se tienen la población  $P_0$  origen, en el año inicial que llamaremos cero. Un año después tendremos  $P_1$  que será igual a  $P_0$  más un porcentaje de  $P_0$ , el cual en general es positivo, y lo denotaremos con  $r$ , y que comúnmente se le llama tasa de crecimiento.

Así:

$$P_1 = P_0 + P_0 r = P_0(1+r)$$

Supóngase  $r$  constante en el tiempo, entonces:

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 + P_1 r = P_1(1+r) \\ &= P_0 (1+r) (1+r) = P_0(1+r)^2 \end{aligned}$$

No es difícil ver que la población  $t$  años después en función de la población origen  $P_0$ , guarda la relación:

$$P_t = P_0 (1+r)^t$$

Demostración por inducción matemática.

Para  $t = 1$

$$P_1 = P_0 + P_0 r = P_0(1+r)^1$$

Suponemos valido para  $t = k$  (hipótesis de inducción)

$$P_k = P_0 (1+r)^k$$

Lo demostraremos para  $t = k + 1$ :

$$\begin{aligned} P_{k+1} &= P_k + P_k r = P_k(1+r) \\ &= P_0 (1+r)^k(1+r) = P_0 (1+r)^{k+1} \end{aligned}$$

El problema se centra ahora en estimar a la tasa de crecimiento  $r$ . Para ello tomamos la información en cuanto al total de la población censada en dos censos sucesivos.

Sea  $P_t$  la población total censada en el primer censo y  $P_{t+n}$  la población total censada en el segundo censo;  $n$  en el caso de México es aproximadamente igual a 10.

Conociendo  $P_t$ ,  $P_{t+n}$  y  $n$  aplicamos la relación obtenida bajo la hipótesis de  $r$  constante en el tiempo y despejamos su valor, es decir:

$$P_{t+n} = P_t(1+r)^n$$

Entonces:

$$\left( \frac{P_{t+n}}{P_t} \right)^{\left( \frac{1}{n} \right)} = (1+r)$$

Finalmente:

$$r = \left( \frac{P_{t+n}}{P_t} \right)^{\left( \frac{1}{n} \right)} - 1$$

Una vez estimado el valor de la tasa de crecimiento  $r$  podemos proyectar la estructura por edad de la población censada, esto al 30 de Junio del año censal.

Por ejemplo:

Dada la población censada, evaluada y corregida con edad entre  $X$  y  $X + 4$  años cumplidos ( $X = 5, 10, 15, \dots$ ) al 4 de Junio de 1980 (año en que se levanto el X Censo Nacional de Población y vivienda en México), la que denotamos  $P_{x, x+4}^{CP4\ 06\ 80}$  la población estimada al 30 de junio de 1980, que denotamos  $P_{x, x+4}^{CP30\ 06\ 80}$  será estimada con la siguiente relación:

$$P_{x, x+4}^{CP30\ 06\ 80} = P_{x, x+4}^{CP4\ 06\ 80} (1+r)^{\frac{26}{365}}$$

donde  $\frac{26}{365}$  denotan los días entre la fecha del levantamiento del censo y el 30 de Junio del año censal.

Hasta aquí se puede tener ya los denominadores de las tasas específicas de mortalidad por grupos quinquenales de edad ( ${}_5M_x$ ) para  $x = 5, 10, 15, \dots$ ; las estimaciones de los denominadores de la tasa de mortalidad infantil ( ${}_1M_0$ ) y del grupo de edad 1 a 4 años cumplidos ( ${}_4M_1$ ) se verán más adelante, con la presentación de los factores de separación

## **Evaluación y corrección de la distribución de las defunciones por grupos quinquenales de las defunciones por grupos quinquenales de edades**

Se tienen actualmente métodos que miden con cierta precisión el grado de subregistro de las defunciones, tanto en el primer grupo de edad (0 a 4 años cumplidos) como para el resto de los grupos.

Dado que dichos métodos requieren de un mayor conocimiento del Análisis Demográfico y manejo de la información, aquí se presentará un método sencillo y eficaz para estimar el grado de subregistro de las defunciones, tanto del primer grupo de edad, el que se divide en dos grupos (cero años cumplidos y 1 a 4 años cumplidos), y para el resto de los grupos (5 a 9, 10 a 14, ..., 85 y más).

Inicialmente se vera la estimación del grado de subregistro de las defunciones para los grupos de edad 5 a 9, 10 a 14, hasta el 85 y más años cumplidos de edad. Para ello suponemos tener para dos censos sucesivos, las estructuras por grupos quinquenales de edad, evaluadas, corregidas y proyectadas al 30 de Junio de cada uno de los dos años censados; ellas para los grupos de edades 5 a 9 años cumplidos en adelante.

Se debe tener las defunciones registradas para dichos grupos quinquenales de edad, en tres años, uno anterior, otro posterior y para el año en que se esta calculando la tabla.

Por ejemplo; si se esta calculando la tabla para el año 1990 entonces hay que captar la información de las defunciones registradas en 1989, 1990 y 1991 por grupos quinquenales de edad a partir del grupo 5 a 9 años cumplidos.

La razón de captar la información anterior, es el tener el promedio de defunciones registradas en esos tres años y reducir el sesgo por subregistro de las



$$D_{x,t+4}^{R,t}$$

defunciones. El promedio de las defunciones será aritmético, es decir:

$$\frac{1}{3} \sum_{t=1989}^{1990} D_{x,t+4}^{R,t} \text{ donde } D_{x,t+4}^{R,t} \text{ representa las defunciones registradas en el año } t \text{ de}$$

personas que fallecieron entre las edades cumplidas  $x$  y  $x + 4$  años.

El método que se describe a continuación, para estimar el grado de subregistro de las defunciones, se basa en la hipótesis de población cerrada a la migración y que las estructuras al 30 de Junio de cada uno de los dos años censales sucesivos es, con alta precisión, la real y en la estabilización en los efectivos de defunciones en los diez años considerados (entre el primero y el segundo censo).

La población que al 30 de Junio del año 1980 (año del primer censo) tenga entre las edades cumplidas  $X$  y  $X + 4$ , al 30 de Junio del año 1990 (año del segundo censo) la población sobreviviente será igual a la que tiene entre  $X + 10$  y  $X + 14$  años cumplidos.

Si denotamos a dichas poblaciones como  $P_{x,x+4}^{30.06.t}$  y  $P_{x+10,x+14}^{30.06.t+10}$  respectivamente, entonces bajo los supuestos antes citados:

$$\frac{1}{10} (P_{x+10,x+14}^{30.06.t+10} - P_{x,x+4}^{30.06.t}) \text{ debe ser aproximadamente igual}$$

$$\frac{1}{3} \sum_{1989}^{1990} (D_{x,t+4}^{R,t} + D_{x+5,x+9}^{R,t} + D_{x+10,x+14}^{R,t} + \dots)$$

ya que la décima parte de la diferencia entre las dos poblaciones al 30 de Junio de sus respectivos años censales, se debe a las defunciones que anualmente se debieron registrar en personas que al fallecer tenían entre las edades cumplidas  $X$  y  $X + 4$  años, lo que debe de coincidir, de no existir subregistro de las defunciones y de cumplirse las hipótesis del método con el promedio de las defunciones y de cumplirse las hipótesis del método con el promedio de las defunciones a registrar

entre 1989 y 1990 (siguiendo el ejemplo) y que tenían entre  $X$  y  $X + 14$  años cumplidos. Dado que generalmente se tendrá un subregistro:

$$a = \frac{1}{10} (P_{x+10, \tau+4}^{30 60r-10} - P_{x, \tau+4}^{30 06t}) > \left\{ \frac{1}{3} \sum_{1989}^{1990} (D_{x, \tau+4}^{Rt} + D_{x+5, \tau+9}^{Rt} + D_{\tau+10, x+14}^{Rt} +) \right\}$$

por lo que existirá un número  $K$  tal que:

$$a = (1+k)b$$

donde  $K$  mide el grado de subregistro de las defunciones en los grupos de edad  $(X, X + 4), (X + 5), X + 9)$  y  $(X + 10), X + 14)$  años cumplidos, y  $(1 + K)$  será el factor de corrección que se debe aplicar a dichas defunciones.

### **Estimación de las tasas de mortalidad específicas por grupo quinquenal de edades, a partir de 5 a 9 años cumplidos**

Una vez estimada, por un lado, la estructura por grupos quinquenales de edad, para el año censal asociado al año de referencia de la tabla; evaluada, corregida y proyectada al 30 de Junio del año censal, y por otro lado, la estructura promedio corregida de las defunciones, para los mismos grupos quinquenales de edades; se puede estimar las tasas de mortalidad específicas para dichos grupos de edad.

### **Estimación de la tasa de mortalidad infantil ( ${}_1M_0$ ) y la del grupo una a cuatro años cumplidos ( ${}_4M_1$ )**

Dado que la estructura de la población censada no es confiable para el grupo de edad 0 a 4 años cumplidos, sobre todo por la no declaración de los niños menores

de un año, se hace necesario estimar la población al 30 de Junio del año censal con un tratamiento de la información diferente al que se uso para los grupos quinquenales de edad a partir del 5 a 9 años.

El grupos quinquenales inicial, 0 a 4 años cumplidos, se divide en dos grupos, el de cero años cumplidos y el de uno a cuatro años cumplidos, esto por la importancia del indicador  ${}_1M_0$  y su asociación a aspectos sociales, económicos y de salud pública.

Inicialmente se presentará la estimación de los denominadores de las tasas de mortalidad  ${}_1M_0$  y  ${}_4M_1$ , es decir la población estimada al 30 de Junio del año censal de cero años cumplidos y de uno a cuatro años cumplidos respectivamente.

Para ilustrar el método a seguir supóngase que deseamos dos poblaciones al 30 de Junio de 1990. Para ello requerimos de la siguiente información:

- Los nacimientos registrados en los años de 1985 a 1990, los que denotaremos  $N_i$  ( $i=1985,1986,\dots, 1990$ ).
- Para el grupo de edad cero años cumplidos, las defunciones registradas de 1985 a 1990, desagregadas, en cuanto a la edad del infante al momento de la muerte, en días, de cero a seis días cumplidos, en semanas, de una a tres semanas cumplidas y en meses, de uno a once meses cumplidos.
- Para el grupo de edad uno a cuatro años cumplidos, las defunciones registradas de 1986 a 1990 de un año de edad cumplidos por el infante al morir, de 1987 a 1990 de dos años cumplidos, de 1988 a 1990 de tres años cumplidos, y de 1989 y 1990 de cuatro años cumplidos.

En el siguiente cuadro se resume y denota la información, en cuanto a defunciones registradas requeridas para el grupo de edad uno de cuatro años cumplidos.

Edad al momento de la muerte años cumplidos	1986	1987	1988	1989	1990
1	$D_{1,R}^{1986}$	$D_{1,R}^{1987}$	$D_{1,R}^{1988}$	$D_{1,R}^{1989}$	$D_{1,R}^{1990}$
2		$D_{1,R}^{1987}$	$D_{1,R}^{1988}$	$D_{1,R}^{1989}$	$D_{1,R}^{1990}$
3			$D_{1,R}^{1988}$	$D_{1,R}^{1989}$	$D_{1,R}^{1990}$
4				$D_{1,R}^{1989}$	$D_{1,R}^{1990}$

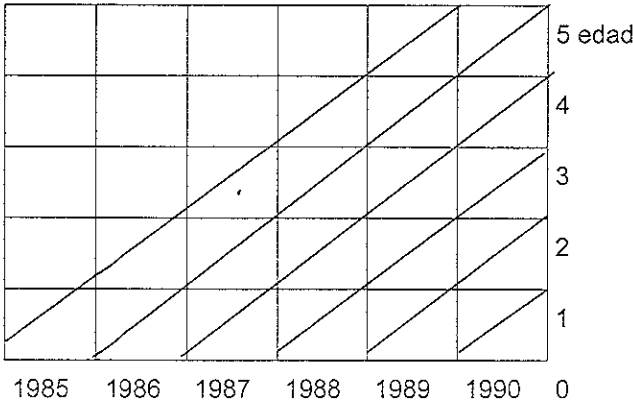
Se presenta a continuación la información en un diagrama de Lexis, denotando con  $D_i^R$  ( $i = 1985, \dots, 1990$ ) al total de defunciones registradas de infantes de cero años cumplidos al momento de la muerte en el año de registro  $i$ .

				$D_4^R 1989$	$D_4^R 1990$
			$D_3^R 1988$	$D_3^R 1989$	$D_3^R 1990$
		$D_2^R 1987$	$D_2^R 1988$	$D_2^R 1989$	$D_2^R 1990$
		$D_1^R 1987$	$D_1^R 1988$	$D_1^R 1989$	$D_1^R 1990$
	$D_0^R 1986$	$D_0^R 1987$	$D_0^R 1988$	$D_0^R 1989$	$D_0^R 1990$
$N^R 1985$	$N^R 1986$	$N^R 1987$	$N^R 1988$	$N^R 1989$	$N^R 1990$
1985	1986	1987	1988	1989	1990

En el anterior diagrama de Lexis se observa con claridad que las defunciones no están registradas por generación o cohorte, es decir, las defunciones registradas en el año  $i$  con  $x$  años cumplidos al momento de la muerte, pertenecen a dos generaciones; por ejemplo las  $D_2^R 1989$  son defunciones de infantes que al morir

tenían dos años cumplidos de edad, registradas en 1989 y de niños que nacieron en 1986 y 1987.

El problema se centra en separar las defunciones por generación y poder llenar los espacios en el siguiente diagrama de Lexis



Supóngase que ya se tienen divididas las defunciones por generación; para ilustrar su utilidad tomemos los cohortes o generaciones de 1985 y 1986, entonces se puede estimar la población de cuatro años cumplidos al 30 de junio de 1990. Una vez divididas por cohorte las defunciones, se estima la población de 4 años cumplidos, viva al 1.01.1990 como  $(N^{-R 1986} - \sum_{i=1}^9 a_i)$  y la población con los mismos años al 31 de diciembre de 1990 como  $(N^{-R 1986} - \sum_{i=1}^9 b_i)$ ; siendo la estimación de la población de 4 años cumplidos, viva al 30 de Junio de 1990 ( $P_4^{30 03 09}$ ) el promedio aritmético de las poblaciones estimadas al principio y al final de 1990, es decir:

$$P_4^{30 03 09} = \frac{P_4^{1 01 90} + P_4^{31 12 90}}{2}$$

Donde:

$$P_4^{1\ 01\ 90} = N^R 1985 - \sum_{i=1}^9 a_i$$

Y

$$P_4^{31\ 12\ 90} = N^R 1986 - \sum_{i=1}^9 b_i$$

Una vez vista la importancia de separar las defunciones, se verá a continuación al cálculo de los factores de separación que servirán para lograr dicho objetivo: separar el total de defunciones por cohorte o generación.

### Factores de separación.

En principio se verá para el primer grupo de edad (cero años cumplidos), la manera en que se pueden separar las defunciones registradas en cada año, por generación o cohorte. Para ello ya se deben tener las defunciones desagregadas en días, semanas y meses cumplidos, de acuerdo a la desagregación antes indicada.

La hipótesis con la que se trabajará es la de distribución uniforme o lineal de las muertes, en cada uno de los intervalos de tiempo en que se desagregaron las defunciones, así las personas que fallecieron teniendo cero días cumplidos, supondremos que vivieron en promedio medio día, es decir  $\frac{1}{2} \frac{1}{365}$  de año; los que murieron  $\frac{1}{365} + \frac{1}{2} \frac{1}{365}$  teniendo un día cumplido, supondremos que en promedio vivieron uno y medio día, es decir,  $\frac{3}{2} \frac{1}{365}$  de año, y así sucesivamente.

En la siguiente tabla se presentan el tiempo que en promedio aportó cada persona que murió en el grupo de edad cero años cumplidos, por intervalo de edad, de acuerdo a la desagregación antes indicada.

Para estimar el factor de separación, el cual corresponde al triángulo superior de cada año, aplicamos los valores  $g_i$  a las correspondientes defunciones, multiplicándolos y sumando los 21 productos, el resultado representa la cantidad total que en tiempo aportaron con vida las personas que murieron en el año considerado y que pertenecen a la generación, o cohorte, un año anterior al año de registro de la defunción.

Ahora, bien, si deseamos el promedio de año que vivieron las personas de la generación un año anterior al año de registro, es necesario dividir la suma de los 21 productos entre el total de defunciones registradas en el año en consideración.

Denotando dicho valor como  $K^t$ , el cual además de ser la fracción de año que en promedio vivieron los niños de la cohorte anterior al año de registro y que murieron en dicha año, es el factor que separa a las defunciones registradas en el año de registro, es decir, el porcentaje de defunciones pertenecientes a la cohorte o generación un año anterior al año de registro de ellas.

Por tanto:

$$K^t = \frac{\sum g_i D_i^{R,t}}{D_0^{R,t}}$$

Donde:

$D_i^{R,t}$	son las defunciones registradas en el año asociadas al intervalo de edad
-------------	--

	cumplida g1
$D_q^{Rt}$	son las defunciones registradas en el año t de personas con edad al morir de cero años cumplidos.

Así, por ejemplo, si tenemos el total de defunciones registradas en 1987 de personas que al morir tenían cero años cumplidos ( $D_q^{R1987}$ ) entonces:

$$K^{1987} D_q^{R1987}$$

Representa el porcentaje de dichas muertes que pertenecen a las personas que nacieron en 1986 y que murieron en 1987 y:

$$(1 - K^{1987}) D_q^{R1987}$$

Representa el porcentaje de las mismas muertes que pertenecen a las personas que nacieron en 1987 y que murieron en el mismo año.

Pasando a la estimación de los factores de separación, para las defunciones registradas de niños entre 1 y 4 años cumplidos de edad, se debe decir que el procedimiento es análogo al que se empleo en el caso de las defunciones de infantes de cero años cumplidos.

Sin embargo, debido a que los valores de dichos factores no difieren de los que se muestran en el siguiente cuadro:

Edad, años cumplidos	Factores de separación
1	0.41
2	0.43



3	0.45
4	0.47

Se han tomado como los factores de separación para las defunciones registradas en el grupo de edad uno a cuatro años cumplidos. Naturalmente que si se desea verificar la validez o precisión de los factores de separación dados, el investigador tendría que obtenerlos, desagregando en semanas o meses las defunciones registradas en esos cuatro años de vida, y posteriormente estimar los factores de separación.

Por lo tanto las poblaciones estimadas al 30 de junio de 1990 con cero años cumplidos ( $P_{\varrho}^{30.06.90}$ ) y de uno a cuatro años cumplidos ( $P_{1-4}^{30.06.90}$ ) se estima de la siguiente manera:

$$P_{\varrho}^{30.06.90} = \frac{P_{\varrho}^{1.01.90} - P_{\varrho}^{31.12.90}}{2}$$

$$P_{1-4}^{30.06.90} =$$

$$\frac{1}{2} \left[ \left\{ P_1^{1.01.90} + P_2^{1.01.90} + P_3^{1.01.90} + P_4^{1.01.90} \right\} + \left\{ P_1^{31.12.90} + P_2^{31.12.90} + P_3^{31.12.90} + P_4^{31.12.90} \right\} \right]$$

Así, las tasas de mortalidad  ${}_1M_0$  y  ${}_4M_1$  quedan finalmente definidas como:

$${}_1M_0 = \frac{\frac{1}{3} (D_{\varrho}^{R.89} + D_{\varrho}^{R.90} + D_{\varrho}^{R.91})}{P_{\varrho}^{30.06.90}}$$

$${}_4M_1 = \frac{\frac{1}{3}(D_{1-4}^{R 89} + D_{1-4}^{R 90} + D_{1-4}^{R 91})}{P_{1-4}^{30 06 90}}$$

Cabe señalar que las defunciones registradas de cero años cumplidos y de uno a cuatro años cumplidos, se encuentra subregistradas, sobre todo las de cero años cumplidos. Para corregirlas es necesario dominar técnicas avanzadas de análisis demográfico.

El subregistro a nivel Nacional, esperado para 1990, de las defunciones de cero años cumplidos oscila entre un 15 y 20 por ciento y para las defunciones entre uno y cuatro años cumplidos entre un 8 y un 10 por ciento. Recomendando incrementar el valor de  ${}_1M_0$  en un 18 por ciento y el de  ${}_4M_1$  en un 9 por ciento.

Hasta aquí se tienen ya presentada la manera de evaluar, corregir y proyectar la información censal, y evaluar y corregir la información de las estadísticas vitales, esto con el fin de obtener las tasas específicas de mortalidad, para cada uno de los 19 grupos de edades cumplidas; las que se denotan en el siguiente cuadro:

Grupo de edad	Tasa de mortalidad	Grupo de edad	Tasa de mortalidad
0	${}_1M_0$	45-49	${}_5M_{45}$
1-4	${}_4M_1$	50-54	${}_5M_{50}$

5-9	${}_5M_5$	55-59	${}_5M_{55}$
10-14	${}_5M_{10}$	60-64	${}_5M_{60}$
15-19	${}_5M_{15}$	65-69	${}_5M_{65}$
20-24	${}_5M_{20}$	70-74	${}_5M_{70}$
25-29	${}_5M_{25}$	75-79	${}_5M_{75}$
30-34	${}_5M_{30}$	80-84	${}_5M_{80}$
35-39	${}_5M_{35}$	85-+	${}_+M_{85}$
40-44	${}_5M_{40}$		

Lo que resta hacer es generar a partir de las tasas específicas de mortalidad las otras seis series de ella ( ${}_nq_x$ ,  $l_x$ ,  $d(x,x+n)$ ,  ${}_nL_x$ ,  $T_x$  y  $e_x$ ).

### Relación entre las tasas de mortalidad y cocientes o probabilidades de muerte.

Supóngase válida la hipótesis de distribución uniforme de las defunciones, esto para edades por encima de los cinco años de edad, y que deseamos estimar la tasa de mortalidad entre la edad  $x$  y la  $x+1$  exacta. Entonces la tasa específica de mortalidad  ${}_1M_x$  sería igual a:

$${}_1M_x = \frac{d_x}{l_x - \frac{d_x}{2}} = \frac{d_x}{l_{x+1} - \frac{d_x}{2}} = \frac{d_x}{l_{x+0.5}} = \frac{d_x}{L_x} = \frac{d_x}{\frac{l_x + l_{x+1}}{2}}$$

Donde:

$d_x$	Representa a las defunciones de la tabla de mortalidad (no las defunciones observadas), entre las edades exactas $x$ y $x+1$ o a edad cumplida $x$ .
$l_{x+1}$	Representa los sobrevivientes de la tabla de mortalidad a edad exacta $x+1$ ( $i = 0, 1$ )
${}_1L_x$	Representan los años – persona vividos entre las edades exactas $x$ y $x + 1$ y también las personas vivas a edad cumplida $x$ años

Cabe señalar que se supone también que el fenómeno migración no perturba al fenómeno mortalidad, es decir, que la diferencia de los sobrevivientes entre dos edades exactas solo se debe a las defunciones y no a movimientos migratorios.

Por lo tanto:

$$l_x - l_{x+1} = d_x$$

Teniéndose finalmente que los años – persona vividos entre  $x$  y  $x + 1$  años exactos es igual a:

$${}_1L_x = l_{x+0.5} = l_x - \frac{d_x}{2} = l_x - \frac{l_x - l_{x+1}}{2} = \frac{l_x + l_{x+1}}{2} = l_{x+1} + \frac{d_x}{2} = l_{x+1} + \frac{l_x - l_{x+1}}{2} = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$$

La probabilidad de muerte o cociente de mortalidad entre las edades exactas  $X$  y  $X + 1$  se define en base a lo que conocemos como probabilidad clásica, es decir, los "casos favorables" entre el "total de casos" en este sentido  $d_x$  representa los "casos favorables" y  $l_x$  el "total de casos". Así la probabilidad de muerte entre las edades exactas  $x$  y  $x+1$ , que se denota como  ${}_1q_x$  es igual a:

$${}_1q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

Tomando la relación inicial de tasa específica de mortalidad y completando en el numerador y denominador el cociente  ${}_1q_x$ , se obtiene:

$${}_1M_x = \frac{dx}{l_x - \frac{dx}{2}} = \frac{\frac{dx}{l_x}}{\frac{l_x}{l_x} - \frac{dx/l_x}{2}} = \frac{{}_1q_x}{1 - \frac{{}_1q_x}{2}}$$

Dado que inicialmente lo que se tiene son las tasas específicas de mortalidad, lo que se desea es una relación que a las probabilidades  ${}_1q_x$  las tenga en función de las tasas específicas de mortalidad  ${}_1M_x$ , lo que se obtiene despejando  ${}_1q_x$  de la última relación encontrada.

$${}_1M_x \left(1 - \left(1 - \frac{{}_1q_x}{2}\right)\right) = {}_1q_x$$

$$\Rightarrow {}_1M_x = {}_1q_x \left(1 + \frac{{}_1M_x}{2}\right)$$

$$\Rightarrow {}_1q_x = \frac{{}_1M_x}{1 + \frac{{}_1M_x}{2}} = \frac{2 \cdot {}_1M_x}{2 + {}_1M_x}$$

Observación:

Otra forma de obtener la estimación de los años - persona vividos de los sobrevivientes entre las edades exactas  $x$  y  $x + 1$ , es empleando el cálculo diferencial e integral. Suponiendo que pasa una línea recta entre los puntos  $(x, l_x)$  y  $(x+1, l_{x+1})$  y obteniendo área bajo esa fracción de recta y el eje de las edades, lo que representará los  ${}_1L_x$ .

$$\begin{aligned} \therefore {}_1L_x &= \int_x^{x+1} l_x dx = \int_x^{x+1} \{K(X-x) + l_x\} dx = k \left\{ \frac{x^2}{2} \Big|_x^{x+1} - xX \Big|_x^{x+1} \right\} + X l_x \Big|_x^{x+1} \\ &= K \left\{ \left( \frac{2x+1}{2} \right) - x \right\} + l_x \\ &= \frac{k}{2} + l_x = \frac{l_{x+1} - l_x}{2} + l_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2} \end{aligned}$$

Si los puntos fueran  $(x, l_x)$  y  $(x+5, l_{x+5})$  entonces  ${}_5L_x$  se obtendría de la siguiente manera análoga:

$$\begin{aligned} \therefore {}_5L_x &= \int_x^{x+5} (K(X-x) + l_x) dx = K \left( \left( \frac{x^2}{2} - xX \right) \Big|_x^{x+5} + X l_x \Big|_x^{x+5} \right) \\ &= K \left( \frac{25}{2} \right) + 5 l_x = (l_{x+5} - l_x) \left( \frac{5}{2} \right) + 5 l_x \\ &= \frac{5}{2} (l_x + l_{x+5}) \end{aligned}$$

Por lo tanto, la tasa específica de mortalidad entre las edades exactas X y X+5 es igual a:

$$\begin{aligned} {}_5M_x &= \frac{d(x, x+5)}{{}_5L_x} \\ &= \frac{d(x, x+5)}{5l_x - \frac{5}{2}d(x, x+5)} = \frac{d(x, x+5)}{\frac{5}{2}(l_x, l_{x+5})} \end{aligned}$$

Y el cociente o probabilidad de muerte entre las mismas edades exactas será:

$${}_5q_x = \frac{d(x, x+5)}{l_x}$$

Siguiendo el mismo procedimiento que para la obtención de la relación entre  $1q_x$  y  $1m_x$ , se tiene en este caso:

$$\begin{aligned} {}_5M_x &= \frac{d(x, x+5)}{5l_x - \frac{5}{2}d(x, x+5)} \\ &= \frac{d(x, x+5)}{lx} \\ &= \frac{\left(\frac{l_x}{l_x}\right) - \frac{5}{2}\left(\frac{d(x, x+5)}{l_x}\right)}{5 - \left(\frac{5}{2}\right)q_x} \\ &= \frac{{}_5q_x}{5 - \left(\frac{5}{2}\right)q_x} \end{aligned}$$

Y despejando  ${}_5q_x$ :

$${}_5M_x \left(5 - \left(\frac{5}{2}q_x\right)\right) = {}_5q_x$$

$$\Rightarrow {}_5M_x = 5 {}_5q_x \left( 1 + \frac{5}{2} {}_5M_x \right)$$

$$\Rightarrow {}_5q_x = \frac{5 {}_5M_x}{1 + \frac{5}{2} {}_5M_x}$$

$$\Rightarrow {}_5q_x = \frac{10 {}_5M_x}{2 + 5 {}_5M_x}$$

$$\Rightarrow {}_5q_x = \frac{(2)(5) {}_5M_x}{2 + 5 {}_5M_x}$$

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

Para el primer grupo de edad, cero años cumplidos, empleamos el factor de separación del año censal (t), para estimar la relación entre la tasa de mortalidad infantil y la probabilidad de morir en el primer año de vida; de tal manera que.

$${}_1M_0 = \frac{d_0}{l_0 - (1-k') \frac{d_0}{2}} = \frac{d_0}{{}_1L_0}$$

Donde:

$l_0$  representa a los sobrevivientes a edad exacta cero y es llamado el radix de la tabla de mortalidad que generalmente es igual a 100,000.

y dado que  ${}_1q_0 = \frac{d_0}{{}_1L_0}$ , entonces:

$${}_1M_0 = \frac{\frac{d_0}{l_0}}{\frac{l_0}{l_0} - (1-K') \left( \frac{d_0/l_0}{2} \right)} = \frac{{}_1q_0}{1 - (1-k')}$$



y despejando  ${}_1q_0$ , se obtiene:

$${}_1M_0 (1 - (1 - K^t) \frac{{}_1q_0}{2}) = {}_1q_0$$

$$\Rightarrow {}_1M_0 = {}_1q_0 \left\{ 1 + (1 - K^t) \frac{{}_1M_0}{2} \right\}$$

$$\therefore {}_1q_0 = \frac{2 {}_1M_0}{2 + (1 + K^t) {}_1M_0}$$

Para el grupo de edad 1 a 4 años cumplidos puedo estimar sin mayores problemas el valor  ${}_1M_x$ , con  $x=1,2,3$  y 4, ya que:

$${}_1M_x = \frac{\frac{1}{3} (D_x^{R(t-1)} + D_x^{R(t)} + D_x^{R(t+1)})}{P_x^{30.06t}}$$

y con respecto a la tabla de mortalidad, empleando los factores de separación antes indicados, se obtendría:

$${}_1M_1 = \frac{d_1}{{}_1L_1} = \frac{d_1}{l_1 - .059d_1}$$

$${}_1M_2 = \frac{d_2}{{}_1L_2} = \frac{d_2}{l_2 - .057d_2}$$

$${}_1M_3 = \frac{d_3}{{}_1L_3} = \frac{d_3}{l_3 - .055d_3}$$

$${}_1M_4 = \frac{d_4}{{}_1L_4} = \frac{d_4}{l_4 - .053d_4}$$

y dado que  ${}_1q_x = \frac{d_x}{l_x}$  para toda  $x$  y en nuestro caso particular para  $x = 1, 2, 3$  y  $4$ ,

entonces:

$${}_1M_1 = \frac{{}_1q_1}{l_1 - .059{}_1q_1} \Rightarrow {}_1q_1 = \frac{{}_1M_1}{l_1 + .059{}_1M_1}$$

$${}_1M_2 = \frac{{}_1q_2}{l_1 - .057{}_1q_2} \Rightarrow {}_1q_2 = \frac{{}_1M_2}{l_2 + .057{}_1M_2}$$

$${}_1M_3 = \frac{{}_1q_3}{l_1 - .055{}_1q_3} \Rightarrow {}_1q_3 = \frac{{}_1M_3}{l_3 + .055{}_1M_3}$$

$${}_1M_4 = \frac{{}_1q_4}{l_1 - .053{}_1q_4} \Rightarrow {}_1q_4 = \frac{{}_1M_4}{l_4 + .053{}_1M_4}$$

Una vez obtenidos los valores  ${}_1q_x$  para  $x = 1, 2, 3$  y  $4$  podemos obtener el valor  ${}_4q_1$  ya que:

$${}_4q_1 = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{l_1}$$

Obteniendo de la relación entre  $q_x$ ,  $l_x$ , y  $d_x$  los valores del numerador, lo que se resume en el siguiente cuadro:

### Las series $l_x$ , $d(x, x+n)$ , $nL_x$ , $T_x$ y $e_x$ de la tabla de mortalidad.

En este apartado se presentarán las relaciones que existen entre las series restantes de la tabla de mortalidad, las que una vez obtenidas las series de las tasas y de las probabilidades de muerte ( ${}_nM_x$  y  ${}_nq_x$ ) se directa su obtención.

Para obtener la serie de los sobrevivientes a edad exacta  $x$ , se parte de un radix ( $l_0$ ) definido y que generalmente es de 100,000 personas. El valor de  $l_1$  (sobrevivientes a edad exacta uno, en ausencia del fenómeno migración) se estima a partir de la diferencia entre  $l_0$  u  $d_0$  (defunciones de tala a edad cumplida cero años), estas últimas a su vez se obtienen despejando su valor del cociente o probabilidad de muerte  ${}_1q_0 = \frac{d_0}{l_0}$ , entonces  $d_0 = l_0 \cdot {}_1q_0$

Para obtener el resto de los valores de  $l_{x+n}$  se sigue el mismo procedimiento, es decir, empleándose las relaciones:

$$l_{x+n} = l_x - d_{(x, x+n)}$$

Donde:

$$d_{(x, x+n)} = l_x \cdot nq_x$$

Es obvio que la obtención de la serie  $d_{(x, x+n)}$ , defunciones de tabla de personas entre las edades exactas  $x$  y  $x+n$ , se tuvo que obtener al generarse los valores de la serie de los sobrevivientes  $l_x$ .

Cabe señalar que la relación entre las defunciones de tabla y la serie de sobrevivientes es la siguiente:

$$d_{(x, x+n)} = l_x - l_{x+n}$$

La siguiente serie es la serie de los años - persona vividos ( ${}_nL_x$ ) la que se obtiene a partir de las series de las tasas específicas de mortalidad y de las defunciones, ya que por definición se tiene la siguiente relación:

$${}_nM_x = \frac{d_{(x, x+n)}}{{}_nL_x}$$

Por lo tanto:

$${}_nL_x = \frac{d_{(x \ x-n)}}{{}_nM_x}$$

La serie  $T_x$  es necesaria para estimar la serie de las esperanzas de vida a edad  $x$ ,  ${}^0e_x$ . Los valores de  $T_x$  se obtienen simplemente acumulando los valores de los años – persona vividos a partir de la edad  $x$  y hasta la última edad considerada en la tabla de vida ( $w$ ).

Numéricamente el valor  $T_x$  es:

$$T_x = \sum_{i=x}^w {}_iL_i \quad \text{para } n = 1, 4, 5, 10, 15, \dots$$

$$i = 0, 1, 5, 10, \dots$$

La última serie, la que resume el impacto de la mortalidad por edad, es la de las esperanzas de vida a edad exacta  $x$ , la que se define cómo el número de años – persona vividos acumulados por capita de personas vivas a edad exacta  $x$ , es decir divididos por los sobrevivientes a edad  $x$ .

Así, la esperanza de vida a edad  $x$  se estima con la siguiente relación:

$$e^0_x = \frac{T_x}{l_x}$$

En el siguiente cuadro se resumen las series de la tabla abreviada de mortalidad, con la notación que en general se emplean con fines prácticos de mecanografiado.

Edad $x$	$q(x)$	$l(x)$	$d(x+x+n)$	$m(x)$	$L(x)$	$T(x)$	$e(x)$
0							
1							
5							
10							
15							
...							
80							
85							

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el siguiente capítulo se harán una serie de pruebas utilizando el método de asset share expuesto en el capítulo 2, y utilizando la tabla de mortalidad 2000 expuestas en el capítulo anterior, así como la tabla de mortalidad de Experiencia Mexicana 1982-1989 modificada, esto con el fin de comprobar el efecto que tiene el uso de cada una de las tablas de mortalidad al calcular una prima.

Se calculará la tarifa por quinquenios y después se graficará.

#### **Supuestos de tarificación:**

Se utilizarán las bases técnicas expuestas en el marco legal del capítulo 1 y los cálculos expuestos en el capítulo 2, la tabla de mortalidad de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas 2000 para generar la reserva matemática.

#### **Pruebas a realizar:**

Se efectuará el cálculo de primas de un temporal tradicional de plazo 20, con comisiones decrecientes, utilizando en los cálculos de tarifa la tabla de mortalidad Experiencia Mexicana 1982-1989 y la de México 2000 para hombres y mujeres.

Tablas de mortalidad utilizadas:

Experiencia Mexicana 82-89 Modificada							
Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)
18	1.27	42	3.84	66	24.43	90	175.93
19	1.30	43	4.11	67	26.54	91	190.25
20	1.34	44	4.40	68	28.84	92	205.58
21	1.38	45	4.72	69	31.34	93	221.98
22	1.42	46	5.07	70	34.06	94	239.48
23	1.47	47	5.45	71	37.02	95	258.13
24	1.52	48	5.86	72	40.24	96	277.95
25	1.57	49	6.31	73	43.75	97	298.98
26	1.64	50	6.80	74	47.55	98	321.21
27	1.70	51	7.33	75	51.69	99	1,000.00
28	1.77	52	7.91	76	56.18		
29	1.85	53	8.55	77	61.05		
30	1.94	54	9.24	78	66.34		
31	2.03	55	10.00	79	72.08		
32	2.14	56	10.82	80	78.29		
33	2.25	57	11.72	81	85.03		
34	2.37	58	12.69	82	92.32		
35	2.50	59	13.76	83	100.21		
36	2.65	60	14.92	84	108.74		
37	2.81	61	16.19	85	117.96		
38	2.98	62	17.57	86	127.90		
39	3.17	63	19.07	87	138.62		
40	3.38	64	20.70	88	150.17		
41	3.60	65	22.49	88	162.59		

México 2000 Hombres							
Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)
18	0.75	42	2.12	66	22.91	90	209.65
19	0.76	43	2.26	67	24.67	91	232.35
20	0.76	44	2.38	68	26.02	92	257.20
21	0.77	45	2.54	69	27.34	93	284.32
22	0.82	46	2.78	70	28.72	94	313.76
23	0.76	47	3.12	71	30.27	95	345.57
24	0.74	48	3.18	72	32.08	96	379.74
25	0.73	49	3.26	73	37.10	97	416.20
26	0.72	50	3.45	74	41.71	98	454.82
27	0.68	51	3.87	75	45.66	99	495.38
28	0.76	52	4.53	76	50.11		
29	0.82	53	5.09	77	55.12		
30	0.86	54	5.83	78	60.74		
31	0.94	55	6.70	79	67.05		
32	1.07	56	7.64	80	74.13		
33	1.08	57	8.59	81	82.06		
34	1.10	58	10.51	82	90.93		
35	1.11	59	12.38	83	100.86		
36	1.13	60	14.21	84	111.95		
37	1.14	61	15.98	85	124.30		
38	1.33	62	17.70	86	138.06		
39	1.51	63	18.85	87	153.34		
40	1.69	64	20.43	88	170.27		
41	1.89	65	21.96	89	189.00		



México 2000 Mujeres							
Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)	Edad	1000*q(x)
18	0.41	42	1.57	66	12.95	90	169.83
19	0.42	43	1.72	67	13.90	91	184.99
20	0.43	44	1.87	68	16.21	92	201.45
21	0.45	45	2.05	69	18.70	93	220.10
22	0.46	46	2.25	70	21.13	94	241.21
23	0.48	47	2.46	71	23.47	95	268.57
24	0.50	48	2.71	72	25.80	96	305.42
25	0.52	49	2.98	73	28.68	97	363.28
26	0.54	50	3.28	74	31.77	98	466.23
27	0.57	51	3.61	75	34.75	99	650.74
28	0.60	52	4.01	76	37.84		
29	0.63	53	4.39	77	42.01		
30	0.66	54	4.80	78	47.50		
31	0.70	55	5.21	79	52.92		
32	0.75	56	5.63	80	59.01		
33	0.80	57	6.00	81	65.21		
34	0.85	58	6.46	82	72.85		
35	0.91	59	6.93	83	83.97		
36	0.98	60	7.40	84	93.83		
37	1.05	61	7.89	85	104.50		
38	1.14	62	8.37	86	116.04		
39	1.23	63	9.45	87	128.32		
40	1.33	64	10.56	88	141.00		
41	1.45	65	11.71	89	155.55		

En el siguiente cuadro se resumen los casos:

Caso	Moneda	Objetivo
1	Dólares	Hacer notar la diferencia entre la tarificación separada entre hombres y mujeres versus el cálculo de tarifas usando la tabla de mortalidad sin segmentación por sexo.
2	Nacional	Hacer notar la diferencia entre la tarificación separada entre hombres y mujeres versus el cálculo de tarifas usando la tabla de mortalidad sin segmentación por sexo.
3	Nacional	Verificar el cambio en tarifa cuando se introducen factores que modifican la tabla de mortalidad por el hábito (fumador o no fumador) que tenga un asegurado versus el descuento en edad (2 años) que otorgan las compañías aseguradoras cuando el asegurado no fuma.
4	Nacional	Verificar el cambio en tarifa cuando se introducen factores que modifican la tabla de mortalidad por el estado de salud del asegurado (riesgo estándar o riesgo preferente).
5	Nacional	Igual que el caso 3 pero en el caso en el que el asegurado sea mujer.
6	Nacional	Igual que el caso 3 pero en el caso en el que el asegurado sea hombre.

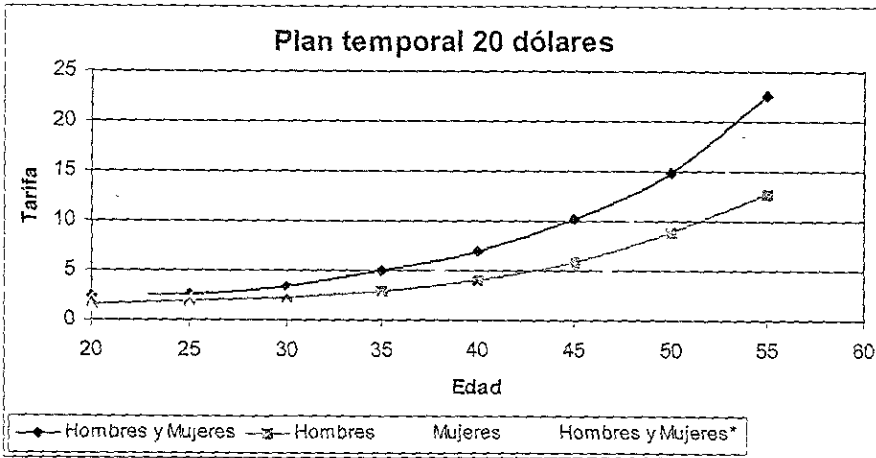
A continuación se expone una breve explicación de cada caso:

Caso	Observaciones
1	Como se puede observar con la tabla México 2000 se obtienen dos tarifas, una por hombres y otra por mujeres, a diferencia de lo que se puede obtener por la tabla de Experiencia Mexicana 82-89 Modificada (EM8289M), en donde sólo se puede obtener una tarifa, lo que se hace de forma tradicional es otorgar un descuento cuando el asegurado es mujer (3 años) que como podemos en la gráfica aún es muy cara.
2	Lo mismo que el punto anterior, con la diferencia de la tarifa por ser moneda nacional, es importante mencionar que lo que nos da la diferencia es la tasa de interés con la que calculamos la tarifa.
3	En éste caso lo que es interesante son los datos de las columnas tres y cuatro. Ya que en la columna tres se presenta la tarifa calculada con la tabla (EM8289M) con un descuento de tres años y en la cuarta columna el efecto que tienen factores de riesgo (otorgados por reaseguradores, mismos con los que se afecta a la tabla de mortalidad) sobre el precio del seguro, resultando mejor aplicar directamente el factor sobre la tabla de mortalidad que hacer el descuento sobre la edad de dos años.
4	Lo importante es el impacto de los factores en la tabla de mortalidad para el caso de que el asegurado tenga un excelente estado de salud, ya que este factor ayuda a que la tarifa sea más económica.
5 y 6	Es igual que para los casos 3 y cuatro respectivamente pero tomando en cuenta que el asegurado es mujer.

**CASO 1**

Temporal 20, dólares:

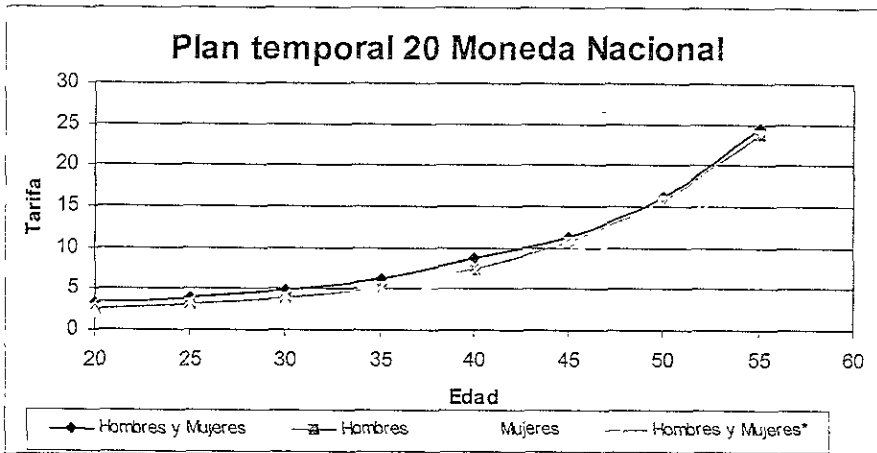
Tabla utilizada para el cálculo de tarifas	EM82-89 Modificada	México 2000 Hombres	EM82-89 Modificada	México 2000 Mujeres
Edad	Hombres y Mujeres	Hombres	Hombres y Mujeres*	Mujeres
20	2.34	1.61	2.34	1.29
25	2.62	1.92	2.44	1.44
30	3.46	2.24	2.89	1.67
35	4.96	2.89	4.18	2.21
40	6.97	4.04	5.62	3.00
45	10.19	5.86	8.08	4.28
50	14.84	8.93	11.85	6.48
55	22.61	12.78	17.38	9.38



**CASO 2**

Temporal 20, moneda nacional:

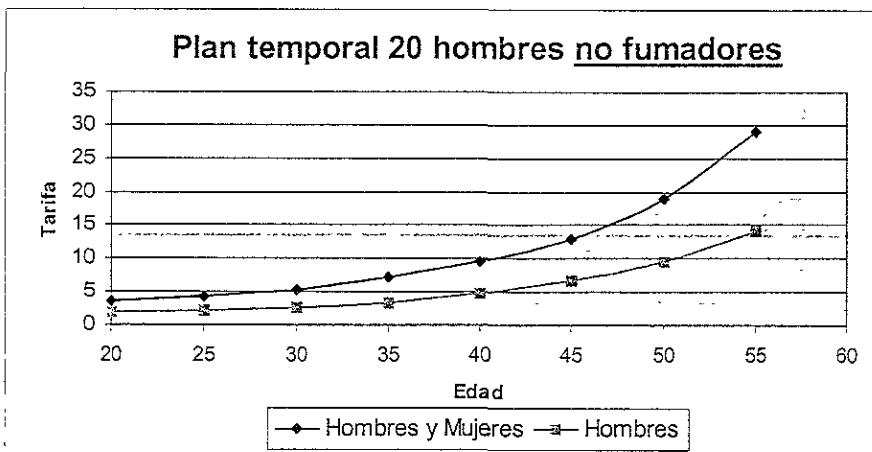
Tabla utilizada para el cálculo de tarifas	EM82-89 Modificada	México 2000 Hombres	EM82-89 Modificada	México 2000 Mujeres
Edad	Hombres y Mujeres	Hombres	Hombres y Mujeres*	Mujeres
20	3.37	2.56	3.37	2.20
25	3.92	3.03	3.55	2.57
30	4.89	3.88	4.27	3.23
35	6.25	5.34	5.34	4.33
40	8.69	7.44	7.14	5.95
45	11.26	10.73	9.63	8.49
50	16.12	15.87	12.84	12.42
55	24.49	23.74	18.97	18.46



**CASO 3**

Temporal 20 moneda nacional, hombres no fumadores:

Tabla utilizada para el cálculo de tarifas	EM82-89 Modificada	México 2000 Hombres	Con descuento de dos años	Incluyendo factores
			EM82-89 Modificada	México 2000 Hombres
Edad	Hombres y Mujeres	Hombres	Hombres y Mujeres	Hombres
20	3.37	2.56	3.37	1.90
25	3.92	3.03	3.66	2.18
30	4.89	3.88	4.47	2.60
35	6.25	5.34	5.60	3.46
40	8.69	7.44	7.64	4.69
45	11.26	10.73	10.14	6.64
50	16.12	15.87	13.81	9.61
55	24.49	23.74	20.63	14.13

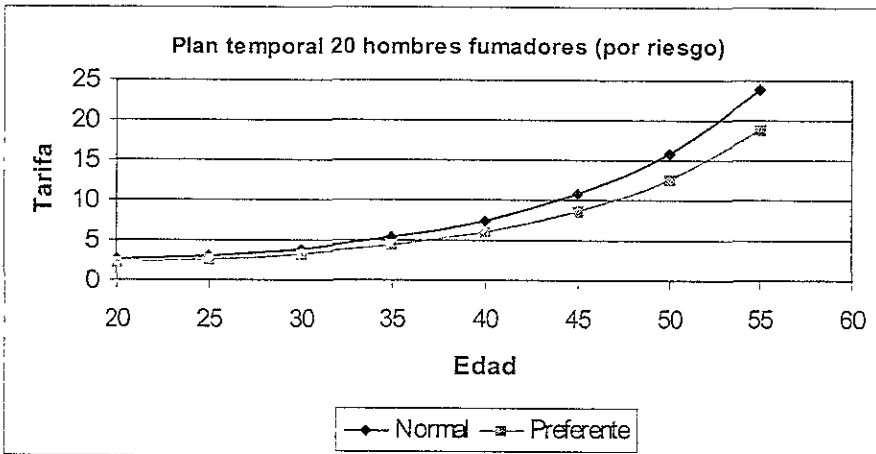


**CASO 4**

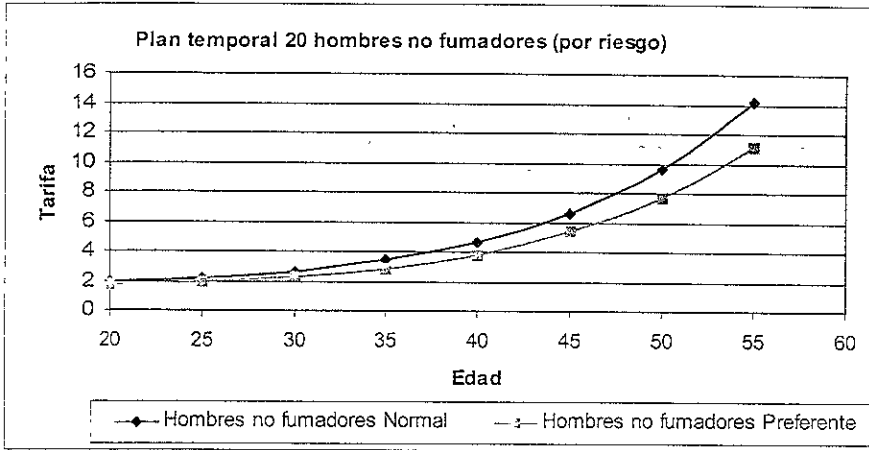
Temporal 20, moneda nacional, riesgos normal y preferente.

Tabla utilizada para el cálculo de tarifas		México 2000 Hombres			
Edad	Hombres fumadores		Hombres no fumadores		
Riesgo	Normal	Preferente	Normal	Preferente	
20	2.56	2.23	1.90	1.70	
25	3.03	2.60	2.18	1.92	
30	3.88	3.27	2.60	2.26	
35	5.34	4.41	3.46	2.84	
40	7.44	6.07	4.69	3.81	
45	10.73	8.66	6.64	5.36	
50	15.87	12.69	9.61	7.63	
55	23.74	18.86	14.13	11.10	

a) Hombres fumadores, riesgo normal y preferente:



b) Hombres no fumadores, riesgo normal y preferente:

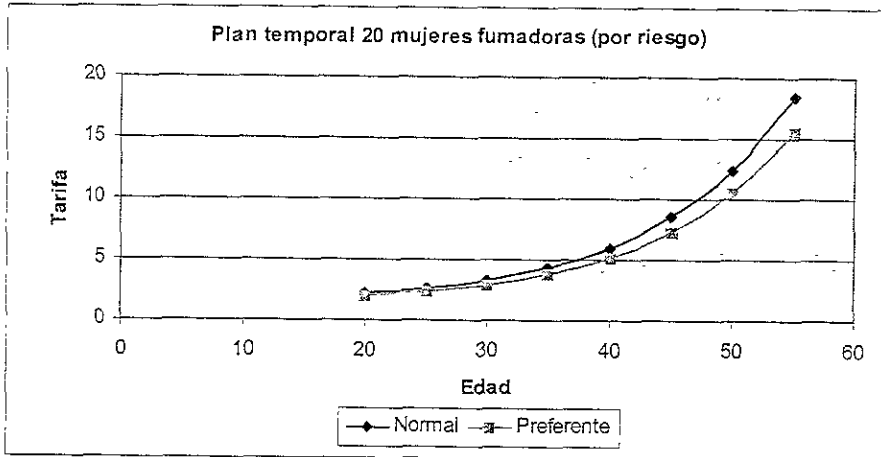




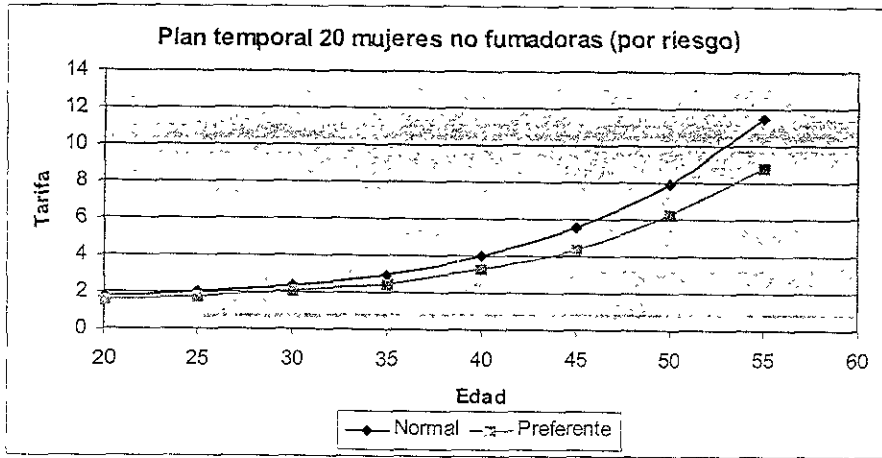
CASO 6

Tabla utilizada para el cálculo de tarifas		México 2000 Mujeres			
Edad	Mujeres fumadoras		Mujeres no fumadoras		
Riesgo	Normal	Preferente	Normal	Preferente	
20	2.20	2.01	1.72	1.57	
25	2.57	2.32	1.96	1.77	
30	3.23	2.87	2.35	2.08	
35	4.33	3.80	2.92	2.42	
40	5.95	5.15	4.00	3.28	
45	8.49	7.27	5.53	4.33	
50	12.42	10.55	7.90	6.25	
55	18.46	15.59	11.50	8.74	

a) Mujeres fumadoras, riesgo normal y preferente:



b) Mujeres no fumadoras, riesgo normal y preferente:



## CONCLUSIONES

Como se pudo observar las actividades que se deben desarrollar para el diseño de un nuevo producto son muchas y muy variadas y no se restringe sólo al cálculo de tarifas. Es importante el trabajo interdisciplinario y estar consciente de que cada documento o cálculo que hagamos afectará al trabajo de las demás áreas.

Un documento muy importante de elaborar y de tener en cuenta con mucha atención es el de las Condiciones Generales del contrato de seguro, ya que deberá ir ligado al producto que estemos diseñando y no tener ambigüedades, por ejemplo, podríamos estar calculando un seguro en donde matemáticamente calculemos un seguro cubrirá dos riesgos por ejemplo muerte e invalidez y que pagaremos al primer evento que ocurra y sin embargo no darle la debida importancia al momento de definirlo en las Condiciones Generales y redactar por invalidez "y/o" muerte, con lo cual se podría dar la confusión de que un asegurado se invalide y después fallezca y por la "y" si hubiera entendido "beneficio por invalidez y muerte" con lo que nos veríamos obligados a pagar los dos eventos.

Las políticas de aceptación también tienen gran importancia, pues éstas nos dan márgenes de confiabilidad sobre la tabla de mortalidad, porque en estas tablas se toma a la población en general, incluyendo a grupos de edad que no tienen acceso a servicios médicos, por lo cual hace que la mortalidad sea más alta. A través de las restricciones que ponemos en este documento podemos tener la seguridad de que el segmento de personas que tenemos aseguradas tiene una mortalidad menor a la de la tabla de mortalidad que estemos utilizando.

Además se abarcaron los cálculos básicos para obtener las primas a través de un asset share, que es un instrumento utilizado por gran parte del sector asegurador para el cálculo de primas. Aunque cabe hacer la observación que existen en el mercado paquetes actuariales para tal objetivo, pero la mayoría de ellos no son

muy claros en cuanto a las fórmulas o procedimientos que utilizan para llegar a los resultados.

También se expuso la forma de calcular y ajustar una tabla de mortalidad abreviada, ya que en general no tenemos instrumentos, ni bibliografía o algún paquete en el mercado, para realizar una tabla de mortalidad de experiencia propia de una compañía lo cual sería muy útil para poder desarrollar un producto de acuerdo a las características de la población que adquiere seguros.

En el capítulo IV se pudo apreciar la importancia del uso de una tabla de mortalidad adecuada para el cálculo de las primas de seguro, ya que podemos estar calculando primas con una tabla "cara" con la que lo único que lograremos será tarificar un seguro que se salga de los precios del mercado. O utilicemos parámetros que no son de mortalidad, como por ejemplo la tasa de interés con la que calculamos la prima y que ocurra un cambio en éstas como lo estamos experimentando en estos momentos, que trae como consecuencia que el producto que hayamos diseñado ya no sea rentable y sólo de como resultado pérdidas.

Otro aspecto importante es el de los factores que se utilizan para hacer descuentos por el hábito de fumar o el que se aplica de acuerdo al estado de salud de la persona (riesgo estándar o preferente), éstos factores son proporcionados por los reaseguradores. En su mayoría las compañías reaseguradoras no son nacionales por lo que los factores que utilizamos son extranjeros y no corresponden a la realidad de nuestra población, por lo que sería interesante calcular tablas de mortalidad teniendo en cuenta estos factores, o al menos calcular factores de acuerdo a estadísticas nacionales.

# ANEXO I

## Artículos:

### Artículo 35

La actividad de las instituciones de seguros estará sujeta a lo siguiente:

VII.- Los riesgos en moneda extranjera que pueda asumir una institución en la contratación de seguros, no excederán del porcentaje de sus reservas técnicas que mediante reglas de carácter general, determine la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para cada tipo de seguro. La propia Secretaría podrá autorizar que las inversiones relacionadas con operaciones en moneda extranjera, se constituyan en esta clase de moneda.

El importe de los préstamos con garantía de las reservas matemáticas de primas de la operación de vida, no excederá de la reserva terminal correspondiente. Lo dispuesto en esta fracción no será aplicable a los seguros de pensiones, derivados de las leyes de seguridad social,

XIII.- Las inversiones en valores sólo podrán realizarse en aquellos que sean aprobados por la Comisión Nacional de Valores para este efecto, sin que puedan exceder del 25 por ciento del capital de la emisora cuando se trate de acciones o participaciones representativas de capital social.

### Artículo 36

Las instituciones de seguros al realizar su actividad deberán observar los siguientes principios:

I.- Ofrecer y celebrar contratos en relación a las operaciones autorizadas, en términos de las disposiciones legales aplicables y conforme a los sanos usos y costumbres en materia de seguros con el propósito de lograr una adecuada selección de riesgos que se asuman.

II.- Determinar sobre bases técnicas, las primas netas de riesgo a fin de garantizar con un elevado grado de certidumbre, el cumplimiento de las obligaciones que al efecto contraigan con los asegurados.

III. Prever que las estipulaciones contenidas en la documentación contractual correspondiente a las diversas operaciones de seguro así como en la determinación del importe de las primas y extraprimas, su devolución y pago de dividendos o bonificaciones, en caso de que se contrate ese beneficio, no den lugar a la disminución de la prima neta de riesgo.

IV.- Indicar de manera clara y precisa, en la documentación contractual de las operaciones de seguros y la relacionada con éstas, el alcance, términos, condiciones, exclusiones, limitantes, franquicias o deducibles y cualquier otra modalidad que se establezca en las coberturas o planes que ofrezca la institución de seguros así como los derechos y obligaciones de los contratantes, asegurados o beneficiarios. De igual manera, se deberá procurar claridad y precisión en la comunicación individual o colectiva que por cualquier medio realicen las instituciones de seguros con sus asegurados, contratantes y beneficiarios o con el público en general.

#### **Artículo 36-A**

Para los efectos de lo dispuesto en la fracción II del Artículo 36 de esta Ley, las instituciones de seguros deberán sustentar cada una de sus coberturas, planes y las primas netas de riesgo que correspondan, en una nota técnica en la que se exprese de acuerdo a la operación o ramo de que se trate, lo siguiente:

- a) Las tarifas de primas y extraprimas;
- b) La justificación técnica de la suficiencia de la prima y, en su caso, de las extraprimas;

- c) Las bases para el cálculo de reservas;
- d) Los deducibles, franquicias o cualquier otro tipo de modalidad que, en su caso, se establezcan;
- e) El porcentaje de utilidad a repartir entre los asegurados, en su caso;
- f) Los dividendos y bonificaciones que correspondan a cada asegurado, en los casos que procedan;
- g) Los procedimientos para calcular las tablas de valores garantizados, en los casos en que procedan;
- h) Los recargos por costos de adquisición y administración que se pretendan cobrar;
- i) Cualquier otro elemento técnico que sea necesario para la adecuada instrumentación de la operación de que se trate.

Las instituciones de seguros sólo podrán ofrecer al público los servicios relacionados con las operaciones que esta Ley les autoriza, previo al registro de las notas técnicas que al efecto lleve la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

El registro de la nota técnica no prejuzga en ningún momento sobre la veracidad de los supuestos en que se base ni la viabilidad de sus resultados.

La nota técnica quedará inscrita en el registro a partir del día en que se presente y la institución de inmediato podrá ofrecer al público los servicios previstos en dicha nota.

Sin embargo, si la nota técnica no está integrada de acuerdo a lo dispuesto en este Artículo, la Comisión en un plazo que no excederá de 30 días hábiles a partir de aquél en que fue presentada, suspenderá su registro. En este caso, la institución dejará de ofrecer y contratar la operación correspondiente hasta en tanto integre la nota técnica conforme a lo dispuesto en este Artículo. Si la institución no presenta todos los elementos dentro de un término de 60 días

hábiles a partir de aquél en que se le haya comunicado la suspensión del registro, el mismo quedará revocado.

Las operaciones que la institución haya realizado desde la fecha de presentación de la nota técnica hasta la de suspensión del registro, o después de éste, deberán ajustarse a costa de la institución, a los términos correspondientes de la nota técnica cuyo registro se haya restablecido y si la institución no la presenta y opera la revocación del registro, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas ordenará las correcciones que conforme a lo dispuesto en la fracción I del Artículo 36 de esta Ley procedan, ello con independencia de las sanciones que conforme a la presente Ley correspondan.

Cuando las operaciones que realicen las instituciones de seguros, obtengan resultados que no se apeguen razonablemente a lo previsto en la nota técnica correspondiente y, por ello, se afecten los intereses de los contratantes, asegurados o beneficiarios así como la solvencia y liquidez de esas instituciones, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas podrá revocar el registro de la nota técnica.

La institución de seguros a la que se le revoque su registro de nota técnica, deberá adecuarla a las condiciones que se hayan presentado en el manejo y comportamiento del riesgo cubierto y someterla a dictamen para efectos del registro. Si a juicio de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas no hubieren sido subsanadas las deficiencias de la nota técnica ordenará las modificaciones o correcciones que procedan, prohibiendo entretanto su utilización.

Si la Comisión no ordena modificación o corrección dentro del plazo de 30 días hábiles a partir de la presentación de la nota técnica modificada, la misma quedará registrada.

La instituciones que realicen operaciones sin fundamento en la nota técnica a que se refiere este Artículo, omitan su registro o desarrollen las operaciones en términos distintos a los que se consideren en la misma, serán sancionadas en los términos de esta Ley.



Cuando una institución de seguros otorgue una cobertura, en contravención a este Artículo, que dé lugar al cobro de una prima o extraprima inferior a la que debería cubrirse para riesgos de la misma clase, que la institución opere, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas le concederá un plazo de diez días a partir de la fecha de notificación para que exponga lo que a su derecho convenga. Si dicha Comisión determina que ha quedado comprobada la falta, le ordenará a la empresa que dentro del término que señale, no mayor de treinta días naturales, corrija el documento de que se trate manteniendo la vigencia de la póliza hasta su determinación a su costa no pudiendo, en su caso, renovarse la póliza en las mismas condiciones.

En las coberturas de vida o accidentes y enfermedades en que una institución de seguros cobre una prima o extraprima superior a la que debería cubrirse para los riesgos de la misma clase que la propia institución opere, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, ajustándose al procedimiento citado en el párrafo anterior, si determina que ha quedado comprobada la falta, lo comunicará al contratante, asegurado o beneficiario o a sus causahabientes para que en un plazo de diez días a partir de la fecha de notificación, determine si se le devuelve el exceso cobrado y su rendimiento o se aumenta la suma asegurada. En caso de que no resuelva nada en el referido plazo, la Comisión ordenará a la institución la devolución del exceso cobrado y su rendimiento. Tratándose de coberturas de daños, la Comisión dará vista al interesado previamente y ordenará a la institución que devuelva el exceso cobrado y su rendimiento.

#### **Artículo 41**

Las instituciones de seguros sólo podrán pagar comisiones y cualquier otra compensación por la contratación de seguros a agentes de seguros, sobre las primas que efectivamente hayan ingresado a la institución.

Las instituciones de seguros podrán tomando en cuenta las condiciones de contratación o características de los riesgos que cubran los seguros, aplicar total o parcialmente las comisiones establecidas para los agentes en beneficio del asegurado o contratante, en su caso, procurando en todo momento el desarrollo de planes de seguro. En este supuesto, las instituciones deberán especificar en la póliza el momento de la reducción de primas que corresponda a la aplicación total o parcial de las citadas comisiones.

En los seguros que se formalicen a través de contratos de adhesión, la venta podrá realizarse sin la intervención de un agente de seguros, caso en que las instituciones podrán pagar o compensar a otras personas morales, servicios distintos a los que esta Ley reserva a los agentes de seguros, efecto para el cual deberá suscribir contratos de prestación de servicios cuyos textos deberán hacerse del previo conocimiento de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

#### **Artículo 46**

Las instituciones de seguros deberán constituir las siguientes reservas técnicas:

- I. Reservas de riesgos en curso;
- II. Reservas para obligaciones pendientes de cumplir;
- III. Reservas de previsión; y
- IV. Las demás previstas en esta Ley.

#### **Artículo 47**

Las reservas de riesgos en curso que deberán constituir las instituciones, por los seguros o reaseguros que practiquen, serán:

I.- Para los seguros de vida en los cuales la prima sea constante y la probabilidad de siniestro creciente con el tiempo, la reserva matemática de primas

correspondientes a las pólizas en vigor en el momento de la valuación, calculada de acuerdo con los métodos actuariales que mediante reglas de carácter general, autorice la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

En ningún caso la reserva matemática de primas será menor de la que resulte de aplicar el método llamado "Año Temporal Preliminar".

II.- Para los seguros de vida temporales a un año, la parte de la prima neta no devengada a la fecha de la valuación, dentro del período de cada año en vigor;

Las tablas de mortalidad, invalidez, morbilidad y sobrevivencia, así como la tasa máxima de interés compuesto que, en su caso, deban usarse para calcular las reservas de riesgos en curso, serán las que determine la Secretaría de Hacienda y Crédito Público mediante reglas de carácter general.

#### **Artículo 48**

Cuando alguno o algunos de los valores que se garanticen en una póliza sean mayores que la reserva terminal respectiva, se ajustarán las reservas de acuerdo con los procedimientos actuariales que para tal efecto autorice la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

#### **Artículo 49**

Si durante dos años consecutivos, el interés medio neto percibido de las inversiones de una institución de seguros que deba constituir reserva matemática de primas, resulta ser inferior al tipo de interés usado para el cálculo de sus reservas, dicha institución, para efectos de la valuación de sus pólizas ajustará sus reservas de acuerdo con los procedimientos actuariales que para tal caso autorice la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

**Artículo 50**

Las reservas para obligaciones pendientes de cumplir serán:

I.- Por pólizas vencidas, por siniestros ocurridos, y por repartos periódicos de utilidades el importe total de las sumas que deba desembolsar la institución, al verificarse la eventualidad prevista en el contrato, debiendo estimarse conforme a las bases siguientes:

a).- Para las operaciones de vida, las sumas aseguradas en las pólizas respectivas, con los ajustes que procedan, de acuerdo con las condiciones del contrato. En obligaciones pagaderas a plazos, el valor presente de los pagos futuros, calculado al tipo de interés que fije la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Tratándose de rentas, el monto de las que estén vencidas y no se hayan cobrado;

II.- Por siniestros ocurridos y no reportados, así como por los gastos de ajuste asignados al siniestro de que se trate, las sumas que autorice anualmente la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas a las instituciones, considerando la experiencia de siniestralidad de la institución y tomando como base los métodos actuariales de cálculo de cada compañía que en su opinión sean los más acordes con las características de su cartera.

Estas reservas se constituirán conforme a lo que señale la Secretaría de Hacienda y Crédito Público mediante reglas de carácter general y sólo podrán utilizarse para cubrir siniestros ocurridos y no reportados, así como gastos de ajuste asignados al siniestro.

**Artículo 53**

Las instituciones de seguros calcularán y registrarán las reservas a que se refiere el Artículo 46 de esta Ley al 31 de diciembre de cada año para efectos de balance, sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo 55. La Secretaría de Hacienda y Crédito

Público podrá ordenar que en cualquier momento se haga una evaluación de dichas reservas y las instituciones estarán obligadas o registrarlas e invertirlas de inmediato, conforme a los resultados que arroje dicha estimación por cada operación y ramo.

### **Artículo 55**

Las instituciones de seguros deberán constituir las reservas técnicas previstas en esta Ley para efectos de su inversión, en los términos siguientes:

I.- El monto de las reservas determinado conforme al Artículo 53 de esta Ley, se incrementará durante el ejercicio en la forma y con la periodicidad que al efecto señale la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, mediante reglas de carácter general, tomando en cuenta la conveniencia de propiciar que las instituciones mantengan las reservas en proporción a las operaciones realizadas, de manera que durante todo el ejercicio cuenten con los recursos necesarios para garantizar sus responsabilidades, y con vista a que su monto se incremente gradual y oportunamente conforme a la estimación del que deban alcanzar las propias reservas al 31 de diciembre siguiente;

II.- Las reservas para obligaciones pendientes de cumplir a que se refieren las fracciones I y II del Artículo 50, deberán calcularse y registrarse en los términos previstos por dichas fracciones; y

III.- La inversión de las reservas y de los incrementos periódicos, deberá ajustarse a las proporciones y demás requisitos que exige esta Ley, y efectuarse en el término que al efecto señale la Secretaría de Hacienda y Crédito Público mediante reglas de carácter general.

**Artículo 56**

Las instituciones de seguros invertirán los recursos que manejen en términos que les permitan mantener condiciones adecuadas de seguridad y liquidez apropiada al destino previsto para cada tipo de recursos. A tal efecto, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, determinará las clasificaciones que las propias instituciones deberán hacer de sus activos, en función de la seguridad y liquidez de dichos activos, determinando, asimismo, los porcentajes máximos de las reservas técnicas y en su caso, de los demás recursos que con motivo de sus operaciones mantengan las instituciones, dentro de los que se encuentran comprendidos los fondos del seguro de vida-inversión, así como las operaciones a que se refieren las fracciones III y III Bis del Artículo 34 de esta Ley; las primas de seguros cobradas por anticipado, las primas cobradas no aplicadas y otros de naturaleza similar, que podrán estar representados por los distintos grupos de activos resultantes de las referidas clasificaciones.

Las disposiciones de carácter general para determinar las clasificaciones y porcentajes a que se refiere este Artículo, deberán ajustarse al régimen siguiente:

- a) Considerarán la situación que al respecto guarden en general las instituciones a que se apliquen y la composición y estabilidad de sus recursos, señalándoles plazos para ajustarse a las modificaciones que se hagan a dichas clasificaciones o porcentajes, en caso de ser necesario;
- b) Tomarán en cuenta los plazos de las operaciones, el riesgo a que esté expuesto el cumplimiento oportuno de las mismas y, en su caso, la proporción que represente el saldo insoluto de los financiamientos frente al importe de la garantía; y
- c) Las clasificaciones y porcentajes mencionados podrán ser determinados para diferentes tipos de reservas técnicas o de otra clase de recursos, así como

para distintas instituciones clasificadas según las operaciones para las que tengan autorización, su ubicación, magnitud u otros criterios.

El presente Artículo no será aplicable respecto a las inversiones con cargo a la suma del capital pagado, reservas de capital y los demás rubros de capital que determine el catálogo de cuentas a que se refiere el Artículo 101 de esta Ley, computables para el capital mínimo de garantía.

Además de contar con los anteriores artículos, también tenemos las siguientes circulares, para los fines del trabajo solo se mencionarán los párrafos que corresponden al diseño de nuevos productos.

## Circulares:

### Circular S-7.1

IV.- Los planes de seguros de vida referidos en esta autorización, así como la tarifa de primas y extraprimas, los procedimientos para calcular las tablas de valores garantizados, las reservas por riesgos peligrosos o anormales y por cláusulas adicionales, el porcentaje de utilidades a repartir ente los asegurados, la determinación del dividendo que corresponda a cada asegurado, relacionados con tales primas, cláusulas y endosos, se ajustarán a las características generales que al efecto emita la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas y sólo podrán usarse o ponerse en vigor cuando hayan sido previamente aprobados por dicha Dependencia. Cualquier variación a los planes, tarifas, tablas, reservas, porcentajes o procedimientos de cálculo y demás elementos incorporados a las pólizas de seguro y reaseguro motivo de esta autorización, deberán someterse igualmente a la previa aprobación de la citada Comisión.

V.- El interés técnico de los planes de esta clase de seguros no será superior al 4% anual y la tasa de préstamos sobre pólizas no será inferior al 6% anual.

### Circular S-8.1

Se señala la forma y términos en que se deberán presentar para efectos de registro.

IV.- De conformidad con los artículos 36, 36-A, 36-B, 36-C. 96 y 107 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, las Reglas de operación para los Seguros de Pensiones, Derivados de las Leyes de Seguridad Social y las Reglas para la Operación del Ramo de Salud, con objeto de que esta Comisión realice las labores de inspección y vigilancia relativas al cumplimiento de las disposiciones legales aplicables, de los principios y sanos usos y costumbres



en materia de seguro, así como la claridad, congruencia y precisión en los documentos contractuales, las instituciones y sociedades mutualistas de seguros deberán presentar las notas técnicas y los documentos contractuales de los planes de seguros que ofrezcan, conforme a las siguientes disposiciones.

## NOTAS TÉCNICAS

### PRIMERA

Para los efectos del artículo 36-A de la ley citada, relativa al registros de bases técnicas para la determinación de primas, reservas, extraprimas, dividendos y en general, todos los procedimientos técnicos considerados en el diseño de planes de seguros, así como los procedimientos para la modificación de las mencionadas bases técnicas, estas instituciones y sociedades mutualistas de seguros deberán presentar por triplicado la documentación correspondiente conforme a lo indicado en la Segunda de las presentes disposiciones, a la Dirección de Vigilancia Actuarial o a la Dirección de Vigilancia del Seguro de Pensiones de esta Comisión, tratándose de instituciones autorizadas para operar los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social.

### SEGUNDA

Para el trámite de registro de bases técnicas se deberá incluir con la nota técnica del plan de seguros que se pretende registrar, una carta de presentación conforme a la siguiente:

1. La carta de presentación deberá contener:

- Membrete oficial de la institución o sociedad mutualista de que se trate,
- Domicilio para oír y recibir notificaciones: calle, número, colonia, código postal.
- Teléfono y fax.

- Descripción de la solicitud, aclarando, en su caso, si es una modificación o reposición por extravío.
  - Firma, nombre y cédula del actuario responsable de la revisión de la nota técnica.
  - Visto bueno del encargado, responsable o director del área técnica de la institución o sociedad mutualista.
2. La nota técnica del plan de seguros deberá contener los datos que a continuación se mencionan, según apliquen para el ramo y operación de que se trate:
- I. Las características generales del plan:
    - Nombre comercial del plan (en su caso)
    - Descripción de la cobertura básica
    - Descripción de las coberturas adicionales (en su caso)
    - Temporalidad del plan
    - Operación y ramo en el que se registrará.
    - Para los planes del ramo de Salud, indicar si se utilizarán recursos propios o de terceros.
  - II. Hipótesis demográficas y financieras
    - Hipótesis demográficas: Se indicarán las tablas de mortalidad que se utilizarán, atendiendo a la normatividad vigente.
    - Hipótesis financieras- Se indicará la tasa de interés técnico que se utilice para la determinación de la prima y de la reserva, atendiendo a la normatividad vigente.
    - Otras hipótesis demográficas. Se definirán y anexarán cualquier otro tipo de hipótesis demográficas que se hayan utilizado en la

elaboración del plan, tales como tablas de morbilidad, incapacidad, rotación, etc.

### III. Procedimientos técnicos

- Primas de riesgo, de tarifa y extraprimas. Indicar el procedimiento para su determinación, demostrando con procedimientos actuariales, técnicos y financieros que estas son suficientes para garantizar el interés de los asegurados, así como la solvencia de la institución o sociedad mutualista.
- Reservas técnicas: En forma detallada se indicarán procedimientos para su cálculo y constitución, apegándose a las normas legales vigentes y a criterios universalmente aceptados.
- Valores garantizados: Detallar el cálculo y forma en que se otorgarán.
- Gastos de administración: Indicar el valor de los recargos por este concepto.
- Gastos de adquisición. indicar el valor de los recargos por este concepto.
- Deducibles, coaseguros y franquicias.
- Dividendos y bonificaciones: Detallar el procedimiento con el que se calcularán, en el entendido de que dichos procedimientos deberán satisfacer los principios técnicos y actuariales, así como las normas legales vigentes.
- Fondos en administración: Definir los conceptos por los que se generarán los procedimientos técnicos y periodicidad con que se determinarán, así como la forma en que se administrarán.
- Otros elementos teóricos: Cualquier otro que sea necesario para la adecuada instrumentación del plan de que se trate.

3. Adicionalmente a la información requerida en los puntos 1 y 2, se deberá entregar un resumen sobre las características principales del plan que se somete a registro, en el sistema en medio magnético que para tales efectos proporcione esta Comisión. El sistema en que se entregue la citada información deberá corresponder a la última versión dada a conocer por este Organismo.

### TERCERA

Toda nota técnica que se someta a registro, deberá contener nombre, firma y número de cédula profesional de un actuario, quien deberá revisarla previamente y certificar que la referida nota técnica está elaborada conforme a las normas legales vigentes y que los procedimientos para la determinación de la prima, reserva y demás elementos técnicos que la integran, sean correctos, haciéndose responsable en todo caso de las irregularidades que se observen durante la gestión del registro correspondiente.

### **Circular S-10.1**

Disposiciones generales

#### PRIMERA

Las instituciones de seguros deberán constituir las reservas de riesgos en curso a que se refiere el artículo 47 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de seguros, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 53 de la propia Ley y en las presentes Reglas.

## CAPÍTULO I DE LAS OPERACIONES DE VIDA

### SEGUNDA

La reserva matemática de primas correspondiente a las pólizas en vigor, en el momento de la valuación, se calculará, empleando el método de reserva media, disminuída de las primas netas diferidas, o bien, mediante métodos actuariales exactos, previo registro de la Nota Técnica correspondiente por parte de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

### TERCERA

La reserva media para efectos de valuación, se determinará como la semisuma de la reserva inicial y final del ejercicio correspondiente.

Las instituciones de seguros podrán disminuir de la reserva así calculada, el valor presente de la anualidad de amortización que se previó en la prima de tarifa para cubrir los gastos de adquisición, calculada con las tablas de mortalidad y al tipo de interés usado para determinar la reserva matemática de primas.

El periodo de amortización de los gastos de adquisición de los gastos de adquisición será como máximo el de la duración del pago de primas. Los gastos de adquisición deberán estar contenidos en la prima de tarifa y nunca podrán ser mayores que el porcentaje que de dicha prima fije la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas para cada plan.

La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, en ningún caso permitirá que la reserva matemática de primas sea menor que la que resulte de aplicar los métodos "Año Temporal Preliminar Completo" o "Año Temporal Preliminar Modificado", según sea el caso.

### CUARTA

La reserva matemática de primas se calculará sobre todas las pólizas con las adiciones y obligaciones que se encuentren en vigor al momento de su valuación.

## QUINTA.

En los seguros de vida temporales a un año la reserva se calculará con la parte de la prima neta no devengada, a la fecha de su valuación.

Tratándose de la reserva para los seguros de supervivencia con temporalidad menor o igual a un año, tal reserva se constituirá con el total de la prima neta, más los intereses devengados en el periodo correspondiente, a la tasa de interés utilizada en la determinación de la prima.

SEXTA <sup>1</sup>

Para el cálculo de la reserva matemática de primas, se usará la tabla de mortalidad conocida con el nombre de "Experiencia Mexicana(1982-1989)", de acuerdo a la tabla anexa.

<sup>1</sup> Regla modificada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1991.

## OCTAVA

Las instituciones de seguros, en los planes de seguros de accidentes, enfermedades e invalidez, que empleen el sistema de prima constante, deberán calcular la reserva con base en las tablas de accidentes, enfermedades e invalidez conocidas con los nombres de "Accidental Death 1959", "Task Force" y "Monetary Values For Ordinary Disability Benefit", de Manuel R. Cueto, según corresponda.

## NOVENA

Las reservas correspondientes a pólizas de seguros que garanticen rentas, se calcularán usando la tabla de mortalidad conocida con el nombre de "Standard Annuity Table 1937".

## DÉCIMA

El tipo de interés compuesto que utilicen las instituciones de seguros para el cálculo de la reserva matemática, no será superior al 8%.

## DÉCIMA PRIMERA

Las instituciones y sociedades mutualistas de seguros aplicarán como tasa de financiamiento para el cálculo de primas, la resultante de aplicar hasta el 80% al rendimiento promedio de la reserva en los últimos tres años, previa autorización de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

## PARA BENEFICIOS ADICINALES Y EXTRAPRIMAS

### DÉCIMA SEGUNDA

Para los seguros que se contraten con personas que tengan ocupación peligrosa o pobreza de salud, así como, a los que establezcan beneficios adicionales, les serán aplicables las presentes Reglas, de acuerdo a las características del riesgo de que se trate.

Anexo de la Regla Sexta.

Tasas de Mortalidad Individual Experiencia  
Mexicana (1982-1989)

Edad	1000 (qx)	Edad	1000 (qx)	Edad	1000 (qx)
12	1.12	42	3.84	72	40.24
13	1.14	43	4.11	73	43.75
14	1.16	44	4.40	74	47.55
15	1.19	45	4.72	75	51.69
16	1.21	46	5.07	76	56.18
17	1.24	47	5.45	77	61.05
18	1.27	48	5.86	78	66.34
19	1.30	49	6.31	79	72.08
20	1.34	50	6.80	80	78.29
21	1.38	51	7.33	81	85.03
22	1.42	52	7.91	82	92.32
23	1.47	53	8.55	83	100.21
24	1.52	54	9.24	84	108.74
25	1.57	55	10.00	85	117.96
26	1.64	56	10.82	86	127.90
27	1.70	57	11.72	87	138.62
28	1.77	58	12.69	88	150.17
29	1.85	59	13.76	89	162.59
30	1.94	60	14.92	90	175.93
31	2.03	61	16.19	91	190.25
32	2.14	62	17.57	92	205.58
33	2.25	63	19.07	93	221.98
34	2.37	64	20.70	94	239.48
35	2.50	65	22.49	95	258.13
36	2.65	66	24.43	96	277.95
37	2.81	67	26.54	97	298.95
38	2.98	68	28.84	98	321.21
39	3.17	69	31.34	99	1000.00
40	3.38	70	34.06		
41	3.60	71	37.02		



**Circular S-10.1.6**

SEXTA Para el cálculo de la reserva matemática de primas se utilizará la Tabla de Mortalidad conocida como "CNSF 2000-I (1991-1998)" de acuerdo a la tabla anexa.

**Tasas de Mortalidad Individual CNSF 2000 (1991 - 1998)**

Edad	1000 (qx)	Edad	1000 (qx)	Edad	1000 (qx)
12	0.396	42	3.672	72	33.180
13	0.427	43	3.954	73	35.651
14	0.460	44	4.258	74	38.300
15	0.495	45	4.585	75	41.136
16	0.533	46	4.938	76	44.174
17	0.575	47	5.317	77	47.424
18	0.619	48	5.725	78	50.902
19	0.667	49	6.164	79	54.619
20	0.718	50	6.637	80	58.592
21	0.773	51	7.145	81	62.834
22	0.833	52	7.693	82	67.326
23	0.897	53	8.282	83	72.190
24	0.965	54	8.915	84	77.337
25	1.041	55	9.597	85	82.817
26	1.121	56	10.330	86	88.649
27	1.207	57	11.119	87	94.850
28	1.300	58	11.967	88	101.438
29	1.400	59	12.879	89	108.424
30	1.508	60	13.860	90	115.832
31	1.624	61	14.914	91	123.677
32	1.749	62	16.048	92	131.973
33	1.884	63	17.265	93	140.737
34	2.029	64	18.574	94	149.983
35	2.186	65	19.980	95	159.723
36	2.354	66	21.490	96	169.970
37	2.535	67	23.111	97	180.733
38	2.730	68	24.851	98	192.020
39	2.940	69	26.720	99	203.837
40	3.166	70	28.724	100	1,000.000
41	3.410	71	30.874		

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Seguros Comercial América S.A de C.V.** (1998) El Tubo, proceso de coordinación de proyectos. México.
2. [www.cnsf.gob.mx](http://www.cnsf.gob.mx) **Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, Secretaría de Hacienda y Crédito Público** (2001), Ley General de Seguros y Fianzas, Circulares.
3. **Erich Kögel.** (1996) Productos de seguros de vida para fumadores y no fumadores, aspectos actuariales. Münchener Rück.
4. **José González Galé,** (1980) Elementos de Cálculo Actuarial, Academia Nacional de Ciencias Económicas, Argentina 1980.
5. **Pérez Alonso** (1979), Cálculo Actuarial, UNAM, México.
6. **Chester Wallace Jordan,**(1975), Life Contingencies, The Society of Actuaries, Chicago.
7. **Kenneth Black Jr,** (1994), Life and Health Insurance, New Jersey
8. **Emmett J. Vaughan,** (1999) Fundamentals of Risk and Insurance, USA