



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Propuesta para actualizar las tablas de mortalidad partiendo  
de un modelo europeo (tablas dinámicas)**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ACTUARIO**

**P R E S E N T A:**

**ANDRES BARAJAS PAZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ACTUARIO RICARDO HUMBERTO SEVILLA AGUILAR**

**2007**





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.

### Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno Barajas Paz Andres 26 15 54 19 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Actuaría 401109799
2. Datos del tutor Act Ricardo Humberto Sevilla Aguilar
3. Datos del sinodal 1 M en D María Teresa Velázquez Uribe
4. Datos del sinodal 2 Act José Fabián González Flores
5. Datos del sinodal 3 Act Ulises Samuel Rubio Bautista
6. Datos del sinodal 4 Act Fernando Eleazar Vanegas Chávez
7. Datos del trabajo escrito Propuesta para actualizar las tablas de mortalidad partiendo de un modelo europeo (tablas dinámicas) 121 p 2007

“Llegar juntos es un comienzo;  
mantenerse juntos es progreso;  
trabajar juntos es éxito”  
Henry Ford

A mi querida Mamá:

Además de ser una excelente madre, has sido una gran amiga que me ha ayudado a superar muchas etapas complicadas de mi vida. Hay tantas cosas por agradecerte...gracias por brindarme la vida, por cuidarme, educarme, quererme, por enseñarme a perseguir siempre mis sueños sin importar lo complicado que sea el camino para lograrlos y sobre todo por enseñarme que debo ser constante en la vida para lograr cualquier meta que me proponga, y créeme...tenías razón.

A mi querido Hermano:

Siempre me has acompañado en todas mis victorias y derrotas. En Karate me enseñaste que la disciplina es fundamental para lograr cualquier meta en la vida. Hemos pasado por muchas cosas difíciles pero gracias a eso hemos madurado. Gracias por estar siempre a mi lado, por escucharme, apoyarme y cuidarme.

A mi Papá:

Gracias por darme la oportunidad de vivir. Ojala pudieras y quisieras ver el hombre que soy ahora. Te agradezco por dejarnos vivir en tu casa, gracias a esto hemos vivido tranquilos y muy felices. Te deseo suerte en tu camino.

A mi Tía Nena (Marilú), Tío John y Abuelita (Ma. de la Luz):

Aún en las peores épocas no han dejado que se borre nuestra sonrisa. Gracias por querernos, consentirnos y cuidarnos. Han hecho tantas cosas por nosotros que no podríamos terminar de pagarles en ésta vida, los queremos mucho.

A Rocío Lacayo Linares:

A ti mi princesa te agradezco por devolver la felicidad y la esperanza a mi vida. Desde el primer momento que te vi me robaste una gran sonrisa de alegría y he aprendido contigo que realmente el corazón tiene razones que la razón no entiende. Agradezco a la vida y al destino por haberte conocido, recuerda que somos tú, yo y lo más importante...nosotros.

A Javier Cordero:

Te agradezco por haberme regalado tu tiempo, por enseñarme a tener más confianza en mis proyectos y por apoyarme para lograr mis metas. Espero llegar a ser un gran Actuario como lo eres tú.

A mi Director de Tesis Ricardo Sevilla:

Más que mi Director de Tesis, te considero un gran amigo. Gracias por todos tus consejos, créeme que me han ayudado a ser una mejor persona, gracias por apoyarme y claro por dirigir mi tesis. Aún cuando fuera Domingo siempre tuviste tiempo para mi Tesis...Gracias.

A mi sinodal Maria Teresa:

Me da tanto gusto que además de haber sido una de mis grandes profesoras, haya sido mi sinodal. Gracias por enseñarme la parte más humana de la Actuaría.

A mi sinodal José Fabián:

Muchas gracias por ser más que mi sinodal, por darme consejos que van más allá de la Actuaría y que tienen como objetivo guiarme a mi superación personal y profesional.

A mi sinodal Ulises Rubio:

Por si no te lo había mencionado...eres uno de mis mejores amigos, gracias por dejarme ser parte de tu equipo de fútbol. Es un honor que un gran Actuario como tú haya sido mi sinodal.

A mi sinodal, Maestro y Actuario Fernando Vanegas:

Gracias por enseñarme que el inicio y el final de cada meta son de gran relevancia y representan la calidad con que se ha logrado la meta. Estoy agradecido por haber tenido un sinodal como tú.

A Jorge Avendaño:

No se como agradecerte el tiempo y la ayuda que me proporcionaste durante mi proceso de titulación, reconozco que además de ser un gran Actuario, eres una gran persona. Sinceramente eres un ejemplo a seguir.

A mi amiga Ángeles Arellano:

Que hubiera hecho sin tu ayuda mi querida amiga super fresa, te agradezco tu apoyo y tu amistad desde aquellos tiempos de mi servicio social. Gracias por ser tan sincera, se que siempre voy a contar contigo y te aseguro que contarás siempre conmigo.

A Maximino Gómez:

Te agradezco por darme la oportunidad de hacer mi servicio social en la CNSF ya que fue mi primer paso en el ámbito profesional.

A Gabriel Cárdenas:

Gracias por todo el apoyo que me brindaste durante y posterior a mi servicio social y por enseñarme que el mejor camino al éxito es ser constantes en lo que realicemos.

A mi amigo Ángel Galindo:

En el camino de la vida he encontrado personas que me han guiado a superarme personal y profesionalmente, agradezco que una de esas personas hayas sido tú mi gran amigo Angelo Galindo.

A todos mis profesores:

Gracias por ayudarme en este largo camino de la Actuaría, por compartir su conocimiento y experiencia con la UNAM y nosotros sus alumnos.

A César Carreón:

A ti mi gran amigo de toda la carrera, te agradezco por todo, gracias por enseñarme portugués, por escucharme, apoyarme y sobre todo por ser un elemento muy importante en mi crecimiento personal y profesional.

A Maria Elena:

Te agradezco por regalarme tu amistad y compartir conmigo tu alegría y tu tiempo. Gracias por enseñarme a descubrir a los verdaderos amigos.

A mis amigos Isaac Zurita, Verónica Cuatachón y (NE)<sup>2</sup> Irene:

A ustedes mis mejores amigos de la prepa gracias por seguir en este largo e increíble camino junto a mí, gracias por su apoyo incondicional y su cariño.

<b>Índice</b>		
<b>Introducción</b>		1
<b>Capítulo 1 . Antecedentes</b>		
1.1.	Antecedentes de mortalidad, fecundidad y migración	3
1.2.	Antecedentes de la tabla de mortalidad	7
1.3.	Antecedentes de la Seguridad Social	9
1.4.	Fundamentos Doctrinales de la Seguridad Social	11
<b>Capítulo 2 . Contexto Socio Económico de las tablas de mortalidad estáticas</b>		
2.1.	Aspectos generales de la Seguridad Social	13
2.1.1.	Clasificación de los Sistemas de Seguridad Social	13
2.1.2.	Clasificación de Pensiones	14
2.1.3.	Problemática de los Sistemas de la Seguridad Social	15
2.2.	Ventajas y desventajas en el aumento de la esperanza de vida	20
<b>Capítulo 3 . Situación actual de las tablas de mortalidad</b>		
3.1.	México	23
3.2.	Suiza	39
3.3.	España	48
<b>Capítulo 4 . Proceso de elaboración de tablas de mortalidad estáticas</b>		
4.1.	Elementos	55
4.2.	Metodología	56
4.2.1.	Modelos más conocidos de Mortalidad	56
4.2.2.	Desarrollo de una tabla de Mortalidad	59
<b>Capítulo 5 . Tablas Dinámicas</b>		
5.1.	Aplicación de las tablas dinámicas a México	63
5.2.	Conclusiones	79
<b>Conclusiones</b>		80
<b>Anexos</b>		
ANEXO UNO.	VIDA INDIVIDUAL	82
ANEXO DOS.	VIDA GRUPO	83
ANEXO TRES.	TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE ACTIVOS PARA LA SEGURIDAD SOCIAL	84
ANEXO CUATRO.	TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE INVÁLIDOS PARA LA SEGURIDAD SOCIAL	85
ANEXO CINCO.	TABLAS ABREVIADAS DE MORTALIDAD DE MÉXICO ${}_n q_x$ GÉNERO MASCULINO	86
ANEXO CINCO.	TABLAS ABREVIADAS DE MORTALIDAD DE MÉXICO ${}_n q_x$ GÉNERO FEMENINO	87
ANEXO SEIS.	RESOLUCIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES (DGSFP) TABLAS GENERACIONALES	88
ANEXO SIETE.	TABLA DE MORTALIDAD MÉXICO 2000 (AMA-AMIS)	95
<b>Bibliografía</b>		120

## Índice de Cuadros Y Gráficos

Cuadro 1.1.	Tasas de crecimiento intercensal	5
Cuadro 3.1.	Tablas de asegurados de México	26
Cuadro 3.2.1.	Tablas de mortalidad de Suiza (rentistas)	40
Cuadro 3.2.2.	Tablas de mortalidad de Suiza (asegurados)	42
Cuadro 3.2.3.	Años ganados por género (Suiza)	48
Cuadro 3.3.1.	Años ganados por género (España)	50
Cuadro 4.2.2.1.	Mexican 2000 individual men table – Male	60
Cuadro 5.1.1.	Factor de mejora Quinquenio 5-9 años	64
Cuadro 5.1.2.	Factor de mejora Quinquenio 10-14 años	65
Cuadro 5.1.3.	Factor de mejora Quinquenio 35-39 años	66
Cuadro 5.1.4.	Factor de mejora Quinquenio 60-64 años	66
Cuadro 5.1.5.	Factor de mejora $\lambda_x$ ambos géneros	67
Cuadro 5.1.6.	Factor de mejora $\lambda_x$ género masculino	69
Cuadro 5.1.7.	Valores reales del factor de mejora contra proyectados	71
Cuadro 5.1.8.	Indicadores de la regresión	72
Cuadro 5.1.9.	Resultados de la regresión lineal	73
Cuadro 5.1.10.	Ajuste para la tabla de mortalidad CONAPO (2000)	76
Cuadro 5.1.11.	Resultados de la propuesta de tesis	77
Gráfico 1.1.	Pirámides de población, 1950-2001	6
Gráfico 3.1.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Individual	27
Gráfico 3.1.1.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Individual (Edades de 12 a 50)	27
Gráfico 3.1.2.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Individual (Edades de 50 a 70)	28
Gráfico 3.1.3.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Individual (Edades de 70 a 100)	28
Gráfico 3.1.4.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Grupo	29
Gráfico 3.1.5.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Grupo (Edades de 12 a 50)	29
Gráfico 3.1.6.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Grupo (Edades de 50 a 70)	29
Gráfico 3.1.7.	Mortalidad de Asegurados Ambos Géneros México Grupo (Edades de 70 a 100)	30
Gráfico 3.1.8.	Tasas de Mortalidad de activos para la seguridad social	31
Gráfico 3.1.9.	Tasas de Mortalidad de activos para la seguridad social (Edades de 15 a 50)	31
Gráfico 3.1.10.	Tasas de Mortalidad de activos para la seguridad social (Edades de 50 a 80)	32
Gráfico 3.1.11.	Tasas de Mortalidad de activos para la seguridad social (Edades de 80 a 110)	32
Gráfico 3.1.12.	Comparativo EMSSA H-97 / EMSSA M-97	33
Gráfico 3.1.13.	Tasas de Mortalidad de Inválidos para la seguridad social	33
Gráfico 3.1.14.	Tasas de Mortalidad de Inválidos para la seguridad social (Edades de 15 a 50)	34
Gráfico 3.1.15.	Tasas de Mortalidad de Inválidos para la seguridad social (Edades de 50 a 80)	34
Gráfico 3.1.16.	Tasas de Mortalidad de Inválidos para la seguridad social (Edades de 80 a 100)	35

---

Gráfico 3.1.17. Comparativo EMSSI H-97 / EMSSI M-97	35
Gráfico 3.1.18. Tablas Abreviadas de Mortalidad - Población mexicana Género Masculino	36
Gráfico 3.1.19. Tablas Abreviadas de Mortalidad - Población mexicana Género Femenino	37
Gráfico 3.1.20. Población VS Población de Asegurados género masculino	37
Gráfico 3.1.21. Población VS Población de Asegurados género femenino	38
Gráfico 3.2.1. Tablas GRM (Suiza) género masculino	41
Gráfico 3.2.2. Tablas GRF (Suiza) género femenino	41
Gráfico 3.2.3. Tablas GKM (Grupo-Suiza) género masculino	42
Gráfico 3.2.4. Tablas GKF (Grupo-Suiza) género femenino	43
Gráfico 3.2.5. Tablas GKM (Grupo-Suiza) género masculino (Edades de 15-50 años)	43
Gráfico 3.2.6. Tablas GKF (Grupo-Suiza) género femenino (Edades de 15-50 años)	44
Gráfico 3.2.7. Tablas GKM (Grupo-Suiza) género masculino (Edades de 50-80 años)	44
Gráfico 3.2.8. Tablas GKF (Grupo-Suiza) género femenino (Edades de 50-80 años)	45
Gráfico 3.2.9. Tablas GKM (Grupo-Suiza) género masculino (Edades de 80-120 años)	45
Gráfico 3.2.10. Tablas GKF (Grupo-Suiza) género femenino (Edades de 80-126 años)	46
Gráfico 3.2.11. Tablas de Población de Suiza género masculino	47
Gráfico 3.2.12. Tablas de Población de Suiza género femenino	47
Gráfico 3.2.13. Esperanzas de vida en Suiza	48
Gráfico 3.3.1. Esperanzas de vida en España	51
Gráfico 5.1.1. Factor de Mejora 1930-2000 Quinquenio 5-9 años	65
Gráfico 5.1.2. Factor de Mejora 1930-2000 Quinquenio 10-14 años	65
Gráfico 5.1.3. Factor de Mejora 1930-2000 Quinquenio 35-39 años	66
Gráfico 5.1.4. Factor de Mejora 1930-2000 Quinquenio 60-64 años	67
Gráfico 5.1.5. Factor de mejora Quinquenio 10-14 años	69
Gráfico 5.1.6. Factor de mejora valores reales vs. ajustados	72
Gráfico 5.1.7. Modelo español	74
Gráfico 5.1.8. CONAPO ajustada	77
Gráfico 5.1.9. Mortalidad para la generación de 1957	78



## Introducción

La evolución demográfica de México se conoce cada vez con mayor precisión debido, por un lado, a la creciente cantidad y calidad de las fuentes de datos, y por el otro, al desarrollo de metodologías más completas y apegadas a la realidad demográfica de nuestro país. Si bien actualmente se pueden elaborar proyecciones de población sobre bases más sólidas, las previsiones del futuro comportamiento de la fecundidad, la mortalidad y la migración siguen revistiendo cierto grado de complejidad y continúan siendo motivo de discusión.

El proceso del cambio demográfico, a partir de los años cuarenta, produjo una marcada evolución en la mortalidad mexicana, esto originó un progresivo aumento de la sobrevivencia a edades más adultas. Estas mejoras se deben en general a los adelantos médicos, tecnológicos y quirúrgicos, así como a una mejor atención en los servicios de sanidad y salud pública.

Se sabe que desde 1990 el crecimiento de la población de la tercera edad es inédito en la historia demográfica de México, dicho fenómeno se traduce en presiones sobre las bases del financiamiento de la seguridad social.

El objetivo del presente trabajo de tesis es ofrecer una herramienta a los actuales y futuros Actuarios para actualizar la tabla de mortalidad, dando una mejor aproximación a la mortalidad por generación.

En el presente trabajo de tesis, se tiene como hipótesis que con base en las tablas de mortalidad del Consejo Nacional de Población (CONAPO) se espera construir una nueva tabla de mortalidad con mejor aproximación generacional por medio de la aplicación del modelo europeo (tablas dinámicas) que proporcionará una perspectiva más eficaz probabilísticamente.

Para lograr dicho objetivo se inicia por describir los antecedentes de las tablas de mortalidad (estáticas y dinámicas); proporcionando elementos que enfatizan las ventajas y desventajas que se tienen al seguir usando las tablas estáticas en México, así como lo es la problemática de las pensiones en el contexto socio-económico. Se muestra así, un panorama general sobre las implicaciones que tiene el uso de la tabla de mortalidad estática en México.

Del mismo modo se abordan aspectos concernientes a la situación actual de Suiza y España en el manejo de tablas de mortalidad, observando así la evolución de sus modelos de mortalidad.

En este trabajo, se mencionan y analizan los procesos de elaboración de las tablas de mortalidad (estáticas y dinámicas); describiendo así los elementos necesarios y la metodología del proceso para cada una. Proponiendo la aplicación de las tablas de mortalidad dinámicas en México.

En el capítulo uno se hizo una descripción de los antecedentes más relevantes a nivel mundial correspondientes a la mortalidad, fecundidad, migración, tablas de mortalidad y seguridad social. Además, se mencionan los fundamentos doctrinales de la seguridad social.

Una vez que se han mencionado los antecedentes, fue necesario investigar en el capítulo dos los aspectos más relevantes de la seguridad social, tales como, la clasificación de los sistemas de seguridad social y pensiones. Asimismo, se analizó la problemática de los sistemas de seguridad social y sus correspondientes ventajas y desventajas en el aumento de la esperanza de vida.

En el capítulo tres, gracias a los esfuerzos de la SOA (Society of Actuaries) se han recopilado todas las tablas de mortalidad de cada país y se ha creado un programa llamado Table Manager 3.0 que contiene una base de datos con dichos elementos. Así pues, se analizaron y compararon las tablas de mortalidad para asegurados, rentistas y población general, asimismo, se investigaron y compararon los factores económicos, demográficos para México, Suiza y España. Lo anterior se desarrolló con el objetivo de resaltar la influencia que tienen los países desarrollados con una excelente calidad de vida en el descenso de la mortalidad en comparación con la influencia que podría tener un país en desarrollo como lo es México.

Las tablas de mortalidad desempeñan un papel fundamental en la determinación del precio de los seguros de vida y sabemos que la importancia de estos, es poder satisfacer diversas necesidades de la vida humana tales como la protección de la familia, protección en la vejez incluso protección a los negocios ya que la muerte de una persona puede afectar la vida de otras que dependan de ella. Como consecuencia de esto es importante para un Actuario saber construir una tabla de mortalidad, es por esto que en el cuarto capítulo se mencionan y explican los objetivos que han tenido las teorías más relevantes de las leyes de mortalidad como la de Gompertz y Makeham. Y se analiza el proceso de construcción de los elementos más relevantes de una tabla de mortalidad estática.

Se sabe que las tablas de mortalidad se basan en suponer la experiencia pasada para proyectar el futuro; sin embargo, este supuesto no siempre se realiza ya que como se ha observado, existen mejoras en las condiciones de supervivencia que a su vez inciden en un aumento de la edad promedio de vida. Además, se conoce que la mortalidad es una variable dinámica en la cual diversos factores influyen y cambian continuamente. Es por esto que en el capítulo cinco con el objeto de explicar la mortalidad en mejores términos, se desarrolla un modelo dinámico de mortalidad, dicho modelo es la propuesta y tema central del presente trabajo de tesis, la cual implica la construcción de una tabla Dinámica utilizando la experiencia de mortalidad mexicana, así, se observan las ventajas que tienen las tablas dinámicas o generacionales en comparación con las tablas estáticas.

Finalizando el capítulo cinco, se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo de tesis, seguido de los anexos y por último la Bibliografía.

## Capítulo 1 . Antecedentes

El presente capítulo se abordó a partir de una revisión histórica de los factores en la transición demográfica que han influido en el continuo y acelerado envejecimiento de la población mexicana, es decir, la mortalidad, fecundidad, migración. Posteriormente, se revisaron los antecedentes de la tabla de mortalidad empleada en México y algunos otros países. Y por último, se revisan los acontecimientos más relevantes en la historia de la seguridad social.

Este primer capítulo tiene por objetivo, dar un amplio panorama para más adelante estudiar en el capítulo dos la relación que existe entre estos factores con la problemática de las pensiones de la seguridad social.

### 1.1. Antecedentes de mortalidad, fecundidad y migración

Para los demógrafos, sociólogos, actuarios, etc., el concepto de mortalidad señala la salida de un individuo de la población debido a su fallecimiento.

El estudio de la mortalidad es necesario para el análisis de numerosos aspectos de los restantes componentes de la dinámica demográfica y, sin duda, imprescindible para la comprensión cabal del cambio en la estructura y magnitud de la población.

La mortalidad ha experimentado un descenso continuo desde la culminación de la Revolución Mexicana (1910-1921), dando lugar a un gradual alargamiento de la sobrevivencia de los mexicanos.

En México, la medición de la mortalidad ha sido motivo de investigación para la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y el Colegio de México desde 1960. En 1967 apareció la primer publicación de las tablas abreviadas de mortalidad correspondientes a los años de 1930, 1940, 1950 y 1960 para la población mexicana, con esto se incrementó el interés por tener mayor precisión y conocimiento de los niveles, causas, efectos, comportamiento y tendencias de la mortalidad, de tal modo que se pudiera conocer a nivel entidad federativa (Jiménez y Vázquez, 1988).

En 1988 se publicaron los estudios que realizaron los investigadores de la UNAM Rodolfo Corona Vázquez y Rene Jiménez Ornelas, los cuales se enfocaron en realizar un detallado análisis demográfico de la mortalidad por grupos de edad y género. Como resultado de estos estudios se destacó la disminución acelerada de la mortalidad en la población mexicana en los años 1940 y 1950, debido al aprovechamiento de los adelantos y las experiencias de los países mas desarrollados en materia de medicina y sanidad.

Según datos del CONAPO (Consejo Nacional de Población), en 1930 la esperanza de vida para los hombres era de 35 años y para las mujeres era de 37 años; seis décadas más tarde, en 1995, la esperanza de vida prácticamente se duplicó: 71 y 76 años, respectivamente. En 1998 la esperanza de vida para los hombres fue de 70.7 años y para las mujeres fue de 77 años. En el 2004 prácticamente se quedó igual, la esperanza de vida para los hombres fue de 72.7 años y para las mujeres fue de 77.6 años. El descenso de la mortalidad no se ha dado con la misma intensidad según el género, la edad y la época (CONAPO, 2005).

Los diversos factores de riesgo socioeconómicos y biodemográficos se encuentran estrechamente vinculados entre sí. En el ámbito rural predominan las condiciones que hacen más propicia la mortalidad infantil como es el caso de; madres con baja escolaridad, con fecundidad temprana y con períodos intergenésicos cortos, residentes en viviendas con condiciones sanitarias deficientes.

De esta manera se resaltó que existía una relación estrecha y directa entre el grado de marginación de las entidades federativas y la mortalidad, tal es el caso de Oaxaca, Chiapas y Guerrero en donde la probabilidad de muerte en el período de 1930-1995 era más del doble que la del Distrito Federal. Por lo tanto se determinó que gran parte de la sobre mortalidad de los estados más pobres podría disminuirse abatiendo la mortalidad por enfermedades infecciosas, ya que estas son las más factibles de evitar mediante intervenciones de salud pública (CONAPO, 1997).

Se aprecia claramente la disminución gradual y sostenida de la mortalidad entre 1930 y 1997, período en el que se redujo de 26 a 4.5 defunciones por cada 1000 habitantes, en 1999 se tuvo la cifra de 4.3 defunciones por cada 1000 habitantes. "Entre 1970 y 1997 la población de 65 años o más se incrementó de 3.7% a 4.4%, en 1999 esta población incrementó a 4.7%". México presentó en 1997 un perfil de salud-enfermedad en rápida transformación, caracterizado por una paulatina reducción de las defunciones por padecimientos infecciosos y una tendencia creciente de muertes por enfermedades crónico-degenerativas y por lesiones (CONAPO, 1997).

En adición a lo anterior, la reducción de la probabilidad de muerte acumulada de 1930 a 1995 ha sido de 85% en las mujeres y de 80% en los hombres. El mayor descenso se observó entre 1943 y 1956, cuando la probabilidad de muerte para ambos géneros se redujo casi a la mitad (CONAPO, 1997).

Es necesario enfatizar que entre 1990 y 1996, la mortalidad por el SIDA aumentó para la población entre 15 y 64 años, y se espera que continúe haciéndolo dado el largo período de latencia que precede a su desarrollo.

Una probabilidad alta de sobrevivir y buena salud constituyen una aspiración fundamental de toda sociedad. El mejoramiento de la salud eleva el bienestar de la población y genera un círculo virtuoso entre la salud y el despliegue de las capacidades y potencialidades de los individuos.

De este modo el crecimiento y desarrollo económico de México adquieren importancia en el abatimiento de la mortalidad a través de una intensificación en la inversión en obras de infraestructura que afectan directamente los niveles generales de salud, tales como la introducción de agua potable, drenaje, la creación y extensión de centros de salud e institutos de seguridad social.

Según estimaciones del CONAPO y del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), la población de México ascendía de 42.5 millones de habitantes en 1965 a 94.7 millones de habitantes en 1997 (CONAPO, 2004) y finalmente a 104 millones en 2006 (INEGI, 2006). Así, la situación demográfica de México en 1997 se derivó principalmente al rápido crecimiento que tuvo la población hasta los años setenta, a pesar de que la tasa de crecimiento de la población ha disminuido desde entonces, la población ha seguido aumentando significativamente. De hecho, la tasa de crecimiento natural de la población disminuyó de 3.4% en 1965 a 1.94% en 1997 y finalmente a 0.9% en 2006 (INEGI, 2006).

Se sabe que las tasas de crecimiento intercensal son:

Cuadro 1.1		
Tasa Exponencial	Tasa Aritmética	Tasa Geométrica
$r'' = \frac{\ln\left(\frac{p^{t+h}}{p^t}\right)}{h}$	$r' = \frac{1}{h} \times \left(\frac{p^{t+h}}{p^t} - 1\right)$	$r = \left(\frac{p^{t+h}}{p^t}\right)^{\frac{1}{h}} - 1$

Donde t = tiempo; h = incremento y p = población

De esta manera se resalta que la rápida disminución de la natalidad a partir de la segunda parte de los sesenta, pero sobre todo en los primeros años de los setenta, se registra una significativa disminución del nivel de la fecundidad.

En 1965, en contraste con las reducciones moderadas que se aprecian en la mortalidad, origina la disminución de la tasa de crecimiento, siendo el principal determinante del cambio demográfico observado en México durante las últimas décadas. La combinación de ambos fenómenos conduce a un proceso gradual de envejecimiento de la población.

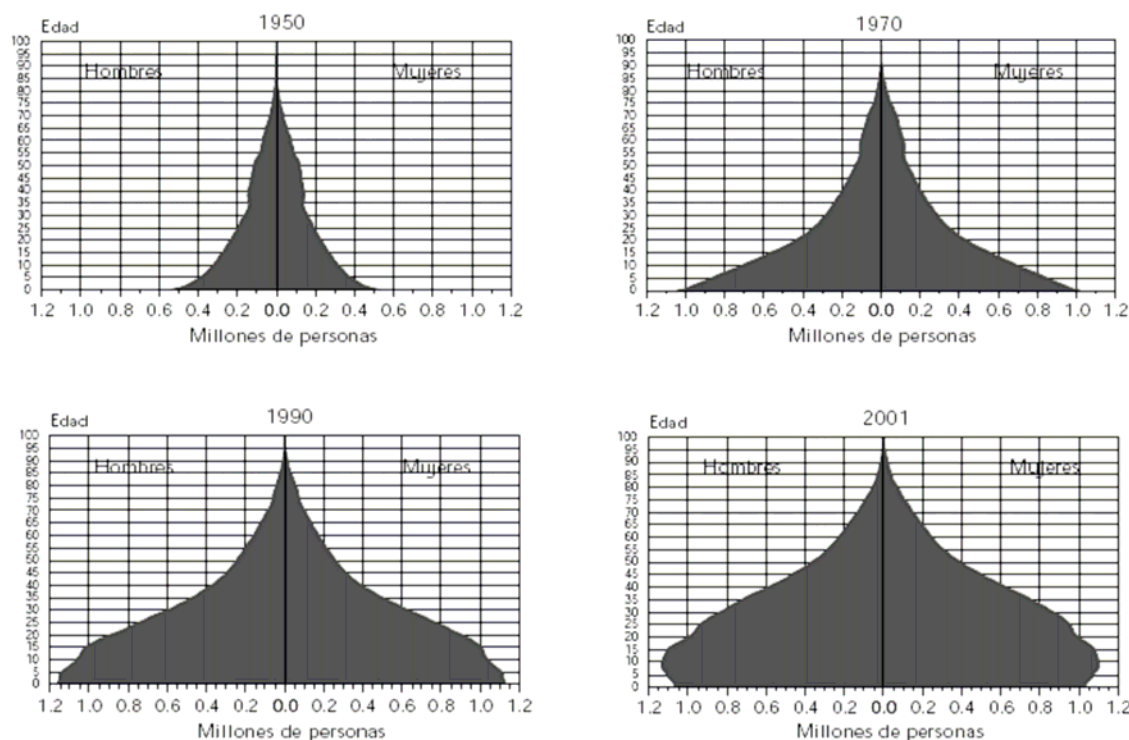
Un rasgo que caracteriza de manera importante a la visión demográfica es la educación de las mujeres ya que este factor está estrechamente relacionado con una baja mortalidad infantil y con una fecundidad reducida, estos factores reflejan un aumento en las posibilidades de que los hijos reciban un mejor cuidado, educación, salud y bienestar en general. Es decir, una alta valoración parental de los hijos, no importando la cantidad de hijos, sino las condiciones de vida de los mismos.

La educación de las mujeres fomenta el afán de logro y superación personales y, obviamente, aumenta la productividad y los beneficios de ésta en el hogar. Favorece también una mayor capacidad de decisión, autonomía y libertad personal, que se expresa tanto en el ámbito público como en el privado.

Por todo lo anterior, se hace necesario enfatizar que el rápido descenso de la fecundidad y la mortalidad en México ha traído como consecuencia una transformación de las pirámides de edades de la poblacional, se puede apreciar que para el año 2001 hubo una contracción de la base y un ensanchamiento de la parte central y la cúspide de la pirámide que reflejaron el gradual envejecimiento de la población desde 1950.

La pirámide por edades es una representación en forma de histograma, en donde en el eje de las ordenadas se miden las edades, y en el eje de las abscisas han de calcularse de tal forma que la superficie de cada rectángulo sea proporcional a la magnitud que se quiere representar.

Gráfico 1.1  
Pirámides de población, 1950-2001



Fuente: estimaciones del CONAPO.

Se podría decir que la continua disminución de la probabilidad de morir ha sido el factor demográfico determinante en el crecimiento acelerado de la población de la tercera edad, ya que entre los nacidos en 1930, el 48% sobrevivieron a los 60 años de edad; en cambio, para la generación de 1960 se espera que el 75% lo hagan; y se prevé que más del 90% de los nacidos en 1995 llegarán a esa edad.

De esta manera, el peso de la enfermedad y la muerte continuará desplazándose de los grupos más jóvenes hacia los de mayor edad.

La población mexicana de la tercera edad (65 años o más) representaba el 3.95% anual en 1997 de la población, su crecimiento fue muy marcado, ya que pasó de 0.74% anual en 1960 a 3.67% en 1990. Para la población de 60 y más su crecimiento vuelve a sorprender, ya que se incrementó de 5.5% en 1982 a 7.5% en 2004 (CONAPO, 2004).

De tal manera que esta población será demográficamente la más dinámica, ya que no sólo aumentará continuamente su magnitud a lo largo del horizonte de la proyección del CONAPO, sino que además lo hará de manera rápida. El crecimiento más dinámico durante el período de 1995-2000 se observó en los adultos mayores (65 años o más). Esta población incrementó su número de 3.93 a 4.86 millones, respectivamente.

El acelerado crecimiento de la población de la tercera edad implica que entre 1995 y 2014 prácticamente duplicará su tamaño, es decir ascenderá a 8.1 millones; en 2034 ascenderá a 20.2 millones; y superará el número de 32 millones para el año 2050, es decir, en el futuro previsible se espera que cada vez sea más agudo el envejecimiento, a tal grado que hacia el año 2050, cuando la población del país alcance casi 132 millones, uno de cada cuatro habitantes formará parte de la tercera edad (CONAPO, 2000).

Otro aspecto relevante en el proceso de envejecimiento, además de los efectos ya comentados de la fecundidad y mortalidad, que interviene es la migración.

En demografía, la migración se define como el cambio de lugar de residencia habitual entre dos áreas geográficas. La migración interna es la migración que se realiza dentro de un país, es decir, es el cambio de residencia habitual respecto a dos áreas del país. Mientras que la migración internacional es la migración que se realiza entre países.

De acuerdo con las proyecciones demográficas del CONAPO la población Mexicana a mediados de 2004 ascendía a 105.3 millones de habitantes. Se estimó que durante 2004 nacieron poco menos de dos millones de nuevos mexicanos, pero cerca de 469 mil fallecieron, dejando un aumento neto de 1.52 millones de personas.

La intensa emigración de mexicanos hacia Estados Unidos, es el principal componente de la pérdida neta de 396 mil personas con el exterior, reduce el crecimiento natural y deja el acrecentamiento total en 1.12 millones. De esta manera, la tasa anual de crecimiento de 1.44 por ciento derivada del excedente de nacimientos sobre decesos se redujo a 1.06 por ciento como resultado de la migración hacia el exterior (CONAPO, 2004).

Por lo anterior, la emigración de la población mexicana ha tomado gran importancia en las futuras proyecciones demográficas ya que interviene de manera determinante en el proceso de envejecimiento de México.

Así, en estados con pérdida neta por migración, el envejecimiento se verá acompañado por una mayor proporción de hogares encabezados por un adulto mayor, como es el caso del Distrito Federal, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí y Zacatecas.

## **1.2. Antecedentes de la tabla de mortalidad**

La tabla de mortalidad es la base para el cálculo de primas y reservas matemáticas en el seguro de vida y pensiones, y representa un registro de la mortalidad observada durante un período de tiempo, sobre una población en particular. Se puede definir a la tabla de mortalidad como, a la estadística que resume la experiencia de una población ante el evento muerte o bien eventos tales que cumplan alguna condición de salida. Cabe agregar que una tabla de mortalidad es una herramienta indispensable para modelos estudiados por la ciencia actuarial.

No se tiene conocimiento, en gran medida, si en la antigüedad los pueblos llevaban un registro sobre el número de fallecimientos; sin embargo, los griegos si tenían un registro de fallecimientos, en éste, anotaban a los muertos en guerra con el propósito de proporcionar ayuda a las viudas y huérfanos correspondientes. También se conoce que desde 578 a.C. los romanos comenzaron a registrar, por primera vez, los nacimientos y las defunciones con el objetivo de la recaudación de impuestos.

En el año 40 a.C. se le atribuyó al Prefecto Pretoriano Domitius Ulpiano la elaboración de la primer tabla de mortalidad, dicha tabla estaba basada en la decreciente esperanza de vida humana al avanzar la edad, se dice que: "esta tabla trataba sobre el procedimiento de otorgar rentas vitalicias a los herederos y como en ocasiones se intentaba burlar al fisco, el gobierno se vio en la necesidad de calcular el valor de esas rentas" (Orta, 2002).

En 1869, el Instituto de Actuarios de Londres y la Facultad de Actuarios de Escocia basados en la experiencia de 10 compañías inglesas y 10 escocesas, en un período de 20 años publicaron, las tablas healthy males y healthy females, diseased males and females y otra sobre riesgos especiales. En esta misma fecha, el Actuario Shephard Homan, construyó la primera tabla Americana "American Experience Table" basándose en 20 años de experiencia de la "Mutual Life Insurance Co. Of New York". Esta tabla fue la primera en ser utilizada por aseguradoras mexicanas debido a que el artículo 67 de la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas indicó el uso de la misma.

Sin embargo, conforme el sector asegurador mexicano iba madurando, se evidenció que dicha tabla no representaba de manera adecuada a la mortalidad mexicana, ya que tenía tasas de mortalidad muy conservadoras. Por lo tanto era necesario desarrollar una tabla creada a partir de las experiencias observadas sobre la población mexicana que se pretendía asegurar.

Ante tal situación, un Comité de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros encargó al Actuario Jorge Rendón Elizondo la elaboración de la tabla "Experiencia Mexicana 62-67", dicha tabla fue la primer tabla de vida desarrollada con experiencia mexicana, la cual permitió cálculos más veraces y precisos. No obstante, no tardó en cambiar la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas para incorporar en sus estatutos el uso de la nueva tabla.

Posteriormente, se emitió la tabla "Experiencia Mexicana 73-78" exclusivamente para el seguro de grupo. Más tarde, se emitió la tabla "Experiencia Mexicana 82-89" exclusivamente para el seguro de vida individual, en esta tabla, se incluyó la experiencia combinada de hombres y mujeres, ya que los datos reunidos no permitieron obtener resultados suficientemente confiables y representativos para determinar tasas de mortalidad separadas por género. Después, el 1º de Abril del 2000 se emitieron las tablas de mortalidad "CNSF 2000-I" y "CNSF 2000-G" para los seguros de vida individual y grupo respectivamente.

Por otra parte, el 13 de Diciembre de 1996, la CNSF (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas) dió a conocer las bases técnicas y disposiciones administrativas correspondientes a los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social. Así, las tablas de mortalidad por usar para Activos son: EMSSA<sub>H-97</sub> y EMSSA<sub>M-97</sub>, dichas tablas sirven para reflejar las tasas de mortalidad de asegurados no inválidos de género masculino y femenino respectivamente. Estas tablas, son aplicables en la modelación de mortalidad de pensionados por viudez, orfandad y ascendencia, además, con base en ellas se deben realizar los cálculos correspondientes a: reservas, prima neta, montos constitutivos y otros conceptos técnicos según se indique en la circular S-22.3 CNSF. Dados los avances en la medicina y la mejora en la mortalidad, basándose en un estudio realizado por el CONAPO en 1995, dichas tablas han adoptado las mejoras proyectadas de la esperanza de vida para ambos géneros.

Las tablas de mortalidad por usar para Inválidos son: EMSSI<sub>H 97</sub> y EMSSI<sub>M 97</sub>, dichas tablas sirven para reflejar las tasas de mortalidad de asegurados inválidos de género masculino y femenino respectivamente. Estas bases demográficas, fueron proporcionadas por el IMSS y corresponde a las que usaba en sus valuaciones Actuariales. Cabe agregar, que el IMSS es el organismo encargado de dictaminar la invalidez (CNSF, 1996).



### 1.3. Antecedentes de la Seguridad Social

El sistema de la seguridad social se concibe como un programa permanente que garantiza a los trabajadores los fondos necesarios para satisfacer sus necesidades económicas en el momento de su jubilación, así como los períodos temporales de desempleo, evitando así que los jubilados o desempleados se conviertan en un costo de caridad pública o privada. Asimismo en dicho sistema se debe proveer los servicios de salud y de asistencia a los trabajadores o sus dependientes económicos.

En España, a partir de la segunda mitad del siglo XVII se organizaron cajas de pensiones y seguros privados, por medio de las cuales, las personas tenían la posibilidad de poner en práctica su propia previsión.

En 1870, el sacerdote William Lewery Blackley propuso un sistema de seguros contra la vejez y enfermedades. Estas ideas motivaron a Joseph Chamberlain a elaborar un plan de seguro voluntario para la vejez con aportaciones del estado.

Alemania es el primer país en donde se implantó el seguro social, esto sucedió en el transcurso de la segunda mitad del siglo XIX. Otto Bismark (canciller de Prusia) aconsejado por dos economistas Adolfo Wagner y Schafle promulgó las primeras leyes que crean y regulan un autentico seguro social.

Más adelante, en 1883 Bismark consiguió apoyo del sector laboral al promover una legislación sobre seguros sociales de enfermedades, contra accidentes de trabajo, vejez e invalidez, posteriormente, al finalizar la primera guerra mundial, aproximadamente el 90% de los países contaba ya con algún tipo de seguro para los trabajadores.

Algunas de las legislaciones que se originaron en Alemania fueron: la Ley del Seguro Social Obligatorio de Enfermedades establecida el 15 de Junio de 1883, después, el 6 de Julio de 1884 se estableció la Ley del Seguro de Accidentes de Trabajo de los Obreros y Empleados de las Empresas Industriales, finalmente, el 22 de Junio de 1889 se estableció la Ley del Seguro Obligatorio de Invalidez y Vejez. Así, en estas leyes se configuraron los seguros sociales, creándose y organizándose bajo la inspiración del seguro privado.

Así, en 1900 se procedió a la unificación del seguro de Accidentes, extendiéndose en 1905 al seguro de accidentes, enfermedades e invalidez. En 1911, se tiene la promulgación del Código Federal de Seguros Sociales y la Ley de Seguros de Empleados Particulares.

En 1893, se nombró una comisión para estudiar el problema de la ancianidad desvalida en Inglaterra, en esta comisión se creía que para resolver este problema era suficiente contar con el ahorro personal, las sociedades de socorros mutuos y de beneficencia. Después, en 1899 se designó una nueva comisión, dicha comisión se pronunció a favor de un Sistema de Pensiones.

En Estados Unidos de América, el término de seguridad social fue usado por primera vez en los en la ley de seguridad social de 1935. En México, el 25 de Abril de 1910, Francisco I. Madero expresó la necesidad de elaborar leyes convenientes con el fin de asegurar pensiones a obreros que sufran algún accidente en la industria, en las minas o en la agricultura, o bien asegurar pensiones a los familiares de aquel trabajador que muera en servicio de alguna empresa.

Las reivindicaciones para la clase trabajadora fueron plasmadas desde la Constitución Política de 1917, el Artículo 123 establece, entre otras medidas, responsabilidades de los patrones en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como también la obligación de observar los preceptos legales sobre higiene y seguridad.

Durante el gobierno de Álvaro Obregón, el 9 de Diciembre de 1921, se hizo el primer intento para establecer una Institución que se encargara de la Seguridad Social a través de un proyecto de Ley del Seguro Social. En 1922, de manera conjunta, la Comisión de Trabajo y la Comisión de Previsión Social de la Cámara de Diputados, elaboraron el proyecto de Ley de Accidentes Industriales, en dicho proyecto se solicitó la expedición de pólizas por las compañías de seguros con el fin de garantizar la indemnización y atención médica al acontecer un riesgo profesional.

Para el año 1925, durante el régimen del general Plutarco Elías Calles fue promulgada la ley que estableció la Dirección General de Pensiones Civiles y de Retiro, institución que comenzó a operar para encargarse de crear y administrar un fondo de pensiones generado con aportaciones del Estado y de los trabajadores. La dirección estableció pensiones por retiro obligatorio, voluntario o inhabilitación, y para deudos de funcionarios o pensionistas. Con el excedente del fondo se otorgaban préstamos para la adquisición o construcción de casas y para inversión en pequeñas industrias.

La Ley General de Pensiones Civiles y de Retiro permaneció en el escenario de la seguridad social durante 21 años, a lo largo de los cuales fue reformada en siete ocasiones y se le hicieron tres adiciones encaminadas esencialmente a adecuar su forma.

El primero de diciembre de 1940, el Presidente Ávila Camacho anunció en su discurso de toma de posesión:

"...todos debemos asumir desde luego el propósito, que yo desplegaré con todas mis fuerzas, de que un día próximo las leyes de seguridad social protejan a todos los mexicanos en las horas de la adversidad, en la orfandad, en la viudez de las mujeres, en la enfermedad, en el desempleo, en la vejez, para sustituir este régimen secular que por la pobreza de la nación hemos tenido que vivir".

Así, bajo el gobierno del Presidente de la República Manuel Ávila Camacho, el 19 de enero de 1943 nació el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), con una composición tripartita para su gobierno, integrado, de manera igualitaria, por representantes de los trabajadores, de los patrones y del Gobierno Federal. En donde se reconoce a Miguel Ángel Huerta como el fundador del IMSS.

Más adelante, en el año de 1959, en el Palacio de Bellas Artes se conmemoraba el aniversario 21 de la expedición del Estatuto Jurídico de la Federación Sindical de Trabajadores al Servicio del Estado, que había nacido en 1938. Durante el acto, el presidente Adolfo López Mateos anunció la iniciativa de ley que dio origen al ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado).

Junto con estos dos institutos han sido creadas diversas organizaciones que con objetivos similares, en distintos lugares, en diferentes épocas, y para diversos grupos, constituyendo en conjunto la seguridad social del país.

El IMSS protege principalmente al sector laboral y formal, al servicio de empresas privadas, y el ISSSTE protege a los institutos estatales y programas especiales de la administración pública federal.

El Actuario que proporcionó las primeras bases técnicas del IMSS fue Emile Schoenbaum, originario de Checoslovaquia. Como parte circunstancial de la Segunda Guerra Mundial Emile Schoenbaum se vió obligado a cambiar de residencia 2 veces, primero vivió en Canadá y luego en México (HAM, 2003).

Es necesario mencionar que el sistema de seguridad social ha ido evolucionando como parte de los sistemas de protección social adoptados por los países en vías de desarrollo. La mayoría de los países en vías de desarrollo, se encuentran en la fase inicial en donde este sistema se limita a ciertas categorías de asalariados y se extiende lentamente a los trabajadores independientes y finalmente a toda la población.

Como dato adicional, se conoce que en la mayoría de los países de Europa Occidental, así como en otros países industrializados, la edad para el otorgamiento de la pensión para los hombres es a los 65 años, mientras que en los países de Europa Oriental la edad más frecuente es de 60 años. Y en muchos países en vías de desarrollo, la pensión se otorga a los 60 años y aún a los 55 años.

#### **1.4. Fundamentos Doctrinales de la Seguridad Social**

El primer sistema nacional de seguro social en sentido amplio se implantó entre 1883 y 1889 en Alemania, con el Canciller Otto Von Bismarck, y cubría las pensiones de vejez y las prestaciones de enfermedad pero no las de desempleo.

En otras partes se introdujeron regímenes basados en cotizaciones de seguro (por ejemplo, en Australia, Nueva Zelanda, Suecia y Dinamarca, a partir del decenio de 1890), o basados en una asistencia social con fondos gubernamentales (por ejemplo, en América Latina, Europa, Estados Unidos y Canadá antes del decenio de 1930, y en varios países en desarrollo de África, Asia y el Caribe, a partir del decenio de 1950). Se introdujeron varios tipos de prestaciones para sustituir las pérdidas de salarios e ingresos, y con el paso del tiempo fueron ampliándose. Para describir este sistema de cotizaciones y prestaciones se utiliza la expresión seguridad social. La organización Internacional del trabajo (OIT) ha definido a la seguridad social como:

“...la protección que la sociedad proporciona a sus miembros, mediante una serie de medidas públicas, contra las privaciones económicas y sociales que de no ser así ocasionarían la desaparición o una fuerte reducción de los ingresos por causa de enfermedad, maternidad, accidente del trabajo o enfermedad laboral, desempleo, invalidez, vejez y muerte; y también la protección en forma de asistencia médica y de ayuda a las familias con hijos.”

Es necesario destacar en este capítulo, que a partir de 1952, se tiene el convenio más importante de la OIT relacionado con la seguridad social (número 102). En general, sus Convenios buscan establecer normas que los países deben cumplir, asimismo, describe y define una serie de prestaciones que constituyen el fundamento de la seguridad social y estipula requisitos mínimos, como la población beneficiaria, el contenido y nivel de las prestaciones, los derechos de los cotizantes y los beneficiarios y la forma en que deben administrarse las prestaciones.

El objetivo de la seguridad social consiste en proporcionar ayuda, financiera o de otro tipo, en caso de pérdida o reducción de los ingresos. El seguro social preveía en sus orígenes ciertas medidas de sustitución de ingresos cuando éstos se interrumpían o cesaban completamente.

El Convenio núm. 102, agrupa las prestaciones con arreglo a sus funciones y sólo impone condiciones mínimas que todos los países, industrializados o en desarrollo, pueden establecer en el momento adecuado.

Las prestaciones que contempla el Convenio, suman nueve en total y son las siguientes:

- ✓ asistencia médica;
- ✓ prestaciones monetarias de enfermedad;
- ✓ prestaciones de desempleo;
- ✓ prestaciones de vejez;
- ✓ prestaciones de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales;
- ✓ prestaciones familiares;
- ✓ prestaciones de maternidad;
- ✓ prestaciones de invalidez;
- ✓ prestaciones de sobrevivientes.

Ahora bien, de estas nueve ramas de la seguridad social, las prestaciones de enfermedad, vejez y sobrevivientes, son de mayor relevancia en el presente trabajo de tesis ya que se tiene como objetivo desarrollar tablas de mortalidad dinámicas que describan una mejor aproximación al comportamiento de la mortalidad para cada generación, y así, brindar una herramienta y un escenario a los actuales y futuros actuarios que les permita generar evidencia para la toma de decisiones.

## **Capítulo 2 . Contexto Socio Económico de las Tablas de Mortalidad Estáticas**

Como se comentó en el capítulo uno, se sabe que las tablas de mortalidad desempeñan un papel fundamental en la determinación del precio de los seguros de vida.

Ahora bien, cuando la tendencia demográfica general es de reducción de la mortalidad, suele ocurrir que, con el transcurso del tiempo, la mortalidad real de los asegurados resulta inferior a la que se consideró inicialmente al calcular la prima. Este hecho, tratándose de seguros de vida, incrementa el margen de seguridad del asegurador, pero si se trata de seguros de supervivencia, el efecto es el contrario. Este efecto se observa claramente en el caso de las rentas vitalicias y de manera particular observaremos en este capítulo el efecto que ha tenido en las pensiones.

En este capítulo interesa explorar las variaciones económicas, sociales, epidemiológicas y demográficas de los sistemas de seguridad social en México y como se expresan en nuestra sociedad.

### **2.1. Aspectos generales de la Seguridad Social**

#### **2.1.1. Clasificación de los Sistemas de Seguridad Social**

Existen varios tipos de sistemas de la seguridad social, los cuales se pueden clasificar principalmente por su forma de financiamiento, de administración y de acuerdo a las características de los beneficios y contribuciones.

Por su forma de financiamiento tenemos el sistema de reparto, de capitalización individual y mixtos.

El sistema de reparto, consiste en transferencias intergeneracionales de recursos, en donde los trabajadores activos financian las pensiones de los trabajadores jubilados, el objetivo de este sistema es lograr un equilibrio financiero de ingresos en comparación con egresos en el mismo período de su consideración. La constitución del fondo es mediante las aportaciones del gobierno, empleadores y de los mismos empleados. Su administración corresponde a una agencia gubernamental. Baltierra, 1998: afirma que el administrador de este esquema no se encuentra fondeado, es decir no cuenta con reservas, además de que se distribuyen los ingresos entre diferentes estratos socioeconómicos y entre diferentes generaciones de trabajadores.

El sistema de capitalización individual, consiste en administrar en forma individualizada el fondo de cada uno de los miembros de la colectividad. La administración del fondo es a través de instituciones financieras privadas, mismas que entregan estados de cuenta de forma periódica a los beneficiarios. La problemática principal de este sistema es que la administración es más compleja y costosa. Por otra parte una baja rentabilidad de las inversiones de los fondos, puede ocasionar la insolvencia de las instituciones administradoras en caso de que los beneficios sean definidos con anterioridad.

El sistema mixto, es una solución intermedia entre ambos sistemas que consiste en revisiones recurrentes de la tasa de contribución, con el objetivo de lograr el equilibrio financiero de forma periódica, así como la constitución de una reserva que permita garantizar las inversiones en largo plazo.

Por su forma de administración tenemos la administración centralizada y no competitiva y la descentralizada y competitiva. En ambos casos se pueden utilizar instituciones especializadas en la administración de los planes de pensiones.

Y por último, de acuerdo a las características de los beneficios y contribuciones tenemos el beneficio definido (contribución variable) y la contribución definida (beneficio variable).

Los planes de contribución definida (beneficio variable), son aquellos que partiendo de un costo determinado previamente, que la empresa desea y/o puede pagar, proveen un beneficio de carácter variable. Así pues, se le asigna a cada empleado un registro donde se realiza una contribución fija del trabajador y/o patrón y/o gobierno, dicha contribución es determinada como un porcentaje del sueldo. De esta forma, los beneficios dependerán de los fondos acumulados de manera individual.

Dentro de este tipo de planes se tiene un control sobre el costo de los mismos, pero se pierde el control del monto del beneficio que se genera, ya que éste, no solo dependerá del sueldo, sino que dependerá de la antigüedad del empleado dentro de la empresa y del interés generado por los fondos. Se hace necesario enfatizar que en este tipo de planes no existe un procedimiento actuarial.

Los planes de beneficio definido (contribución variable), son aquellos que establecen de antemano el beneficio a favor de los trabajadores, que en el momento del retiro tendrá derecho a una pensión y el monto de ésta, generalmente es el promedio del salario para determinado número de años y el número de semanas que el trabajador haya contribuido al plan, y cuyo costo es variable en función del comportamiento real de los salarios y de los demás factores que intervienen en la valuación de un plan de pensiones.

En estos planes, el patrocinador está obligado a cumplir con los beneficios ofrecidos hasta la muerte del trabajador y para sus beneficiarios durante el tiempo estipulado en el plan, es por esto que se debe contar con recursos suficientes para hacer frente a sus obligaciones. Este tipo de planes son los que se establecen con mayor frecuencia en México

### 2.1.2. Clasificación de Pensiones

Ahora bien, una vez clasificados los tipos de sistemas, es necesario mencionar los tipos de pensiones. Las pensiones más comunes son las de cesantía en edad avanzada, vejez, invalidez, orfandad o viudez.

Para obtener la pensión por cesantía en edad avanzada se requiere que el asegurado tenga más de 60 años y menos de 65, quede privado del trabajo remunerado y cuente con 1,250 semanas de cotización al IMSS.

El derecho a las pensiones por vejez está relacionado con un cierto límite de edad y al cumplimiento de un período de trabajo prescrito. Actualmente se manifiestan dos tendencias opuestas, por un lado numerosas organizaciones de asalariados reivindican una disminución de la edad para la pensión, o por lo menos un límite de edad flexible. Por otro lado, se observa una tendencia a elevar la edad para la pensión, en vista de que la esperanza de vida aumenta.

Para obtener la pensión por vejez se requiere que el asegurado tenga 65 años o más, y tenga reconocidas 1,250 semanas de cotización al IMSS.

Según lo define la ley, el pago de una pensión por invalidez está sujeto a una condición fundamental: la existencia de un estado de invalidez. Se supone que la invalidez está causada por una enfermedad que es permanente o de larga duración o que persiste después de cierto período.

Y por último, las pensiones de sobrevivientes, las dos categorías de mayor relevancia de sobrevivientes son las viudas y los hijos del fallecido. Estas pensiones se otorgan en caso del fallecimiento de un pensionado por vejez o por invalidez o de un asegurado activo siempre y cuando este haya cumplido los requerimientos para tener una pensión.

Para cubrir las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, en los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida, así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, tanto los patrones, los trabajadores y el estado deben aportar una cuota sobre el SBC (Salario Base de Cotización), dicha cuota corresponde un 1.05% al Patrón, un 0.375% al Trabajador y un 0.075% al Estado.

### 2.1.3. Problemática de los Sistemas de Seguridad Social

La problemática que presenta un determinado esquema de seguridad social está directamente vinculado a las características demográficas, financieras y económicas de un país tales como su distribución del ingreso, desempleo, penetración del sector informal en la economía, subsidios, etc., así como sus formas de administración (pública, privada o mixta).

Se dice que la Administración de la Seguridad Social es Privada cuando dicha Administración es subrogada a particulares. Es claro que los planes de pensiones son ofrecidos por el sector privado y generalmente son proporcionados por los patrones de manera voluntaria o como parte de un contrato colectivo.

Se dice que la Administración es Pública cuando esta es manejada por el Estado, así, los planes de pensiones son ofrecidos por sistemas de seguridad social a nivel federal y estatal, tal es el caso del IMSS y el ISSSTE.

Finalmente, se dice que una Administración es mixta cuando los particulares y los estatales tienen un control parcial de dicha administración.

Es natural que al inicio de cualquier Institución de Seguridad Social, se tengan únicamente trabajadores activos como primeros afiliados, es decir, no existen pensionados ni jubilados generando así saldos favorables entre gastos y cotizaciones.

Los primeros trabajadores pensionados en este esquema inicial de la Seguridad Social a corto plazo serían; aquellos que sufrieran una contingencia de invalidez o riesgos de trabajo o serían las viudas, hijos menores de edad y padres dependientes de los asegurados que fallecen. A un plazo mayor aparecerían los trabajadores que cumpliendo con los requisitos de edad y antigüedad se retirarían por cesantía y vejez.

Lo anterior, representa a grandes rasgos el desarrollo de nuestro Sistema de Seguridad Social; sin embargo, esto permitió una gran acumulación de recursos que técnicamente debieron ser constituidos en reservas capitalizables destinadas al financiamiento del sistema de pensiones. Sin embargo estos recursos fueron considerados como sobrantes y aplicados a otros propósitos, tales como, cubrir costos de administración exagerados, conceder beneficios adicionales sin actualizar las cuotas, la creación de una gran red de servicios médicos y la operación de actividades con gran contenido social por ejemplo: las campañas de planificación familiar y los programas de atención solidaria a zonas marginadas.

Es necesario destacar, que buena parte de estos recursos permitieron la ampliación del Sistema de Seguridad Social Mexicano y evidentemente esto ha contribuido en gran medida a la mejora significativa de la salud en la población mexicana además, ha contribuido a la disminución acelerada de la mortalidad.

El envejecimiento, es un proceso biológico, psicológico y social que corresponde a alcanzar una edad avanzada que se define por el incremento en los riesgos de perder autonomía y de recaer en una dependencia sobre la familia y la sociedad debido a la disminución de la salud y la presencia de incapacidades físicas, mentales o sociales.

La teoría de transición demográfica, es la teoría más aceptada, que explica el cambio poblacional a través del tiempo. Dicha teoría sostiene que tanto la fecundidad como la mortalidad de una población disminuirán de altos a bajos niveles como resultado del desarrollo económico y social. El descenso de la mortalidad normalmente precede al descenso de la fecundidad, lo que provoca un crecimiento elevado de la población durante el período de transición.

La primera etapa de esta transición corresponde a tener una alta tasa de natalidad y alta tasa de mortalidad en la población. La segunda etapa consiste en tener alta tasa de natalidad y tasa de mortalidad decreciente. La tercera etapa es tener tasa de natalidad decreciente y tasa de mortalidad relativamente baja. La cuarta etapa corresponde a tener baja tasa de mortalidad y baja tasa de natalidad.

En México, el proceso de envejecimiento de la población es una consecuencia de la transición demográfica que implica costos no previstos ante las necesidades que requiere esta población; sin embargo, este proceso no es exclusivo de México, sino que es parte de un fenómeno mundial en aumento. En los últimos años esta característica demográfica surgió como tema principal de la seguridad social, debido a que en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo se observan las dificultades financieras para cumplir con las pensiones de retiro.

Cabe agregar, que en los países desarrollados su envejecimiento demográfico se debió al lento descenso de la mortalidad y la fecundidad que han vivido durante largos períodos, permitiéndoles acumular recursos para el avance económico, construcción de la industria, adaptación de los sistemas sociales, familiares, de salud y de la seguridad social. Era de esperarse que los países desarrollados enfrentaran de una manera óptima las consecuencias del envejecimiento.

Sin embargo, estos países reconocen que aún teniendo estas circunstancias evidentemente favorables, el envejecimiento de su población conduce a los sistemas sociales, económicos de seguridad social y de salud a una crisis por insolvencia e incapacidad para la atención de esta población.

Ya se venía observando hace varias décadas en los balances que se hacían periódicamente en los distintos institutos de seguridad social de México la existencia de déficit actuariales, que indicaban, que el valor presente de los ingresos futuros de la institución eran sobrepasados por el valor presente de los futuros pagos por concepto de pensiones (pasivos contingentes). Estas diferencias son actualmente subsidiadas con recursos públicos.

Debido a esto, en 1992, el Gobierno Mexicano implantó el Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR), a través de este sistema se intentó mejorar el esquema de pensiones, la situación económica de los trabajadores y promover el ahorro interno.



El SAR era un sistema de cuentas individuales, donde se incluían las cuentas de retiro y de vivienda. La subcuenta de retiro se incrementaba mediante las aportaciones de los patrones que era igual al 2% del SBC (Salario Base de Cotización) del IMSS mas los intereses generados por el saldo acumulado, a través de esta subcuenta, los trabajadores pudieron gozar de un beneficio adicional a las pensiones de la seguridad social. La subcuenta de vivienda era constituida por las aportaciones de los patrones, estas aportaciones eral del 5% del SBC mas los intereses generados.

Posteriormente, se creó en 1994 la CONSAR (Comisión Nacional del Sistema de Ahorro) al presentar el SAR irregularidades en su funcionamiento tales como:

- ✓ El desconocimiento, por parte de los trabajadores de su saldo, incluyendo el monto de las aportaciones al INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores).
- ✓ El patrón realizaba la elección del banco en donde se depositaban las aportaciones.
- ✓ Duplicidad de cuentas ya que si un trabajador había tenido 2 o mas patrones, entonces se creaba una cuenta SAR por cada uno.

Todo lo anterior, llevo al IMSS a adoptar una nueva reforma. La nueva ley del IMSS se publicó el 21 de Diciembre de 1995 y entró en vigor a partir del día 1 de enero de 1997, el principio de la antigua ley era de primas medias escalonadas, es decir, se definían los montos de pensión a los que se tendría derecho (reparto con beneficios definidos), mientras que en la nueva reforma, se tiene un principio de capitalización mediante cuentas individuales y de contribuciones definidas, de este modo, se definen las aportaciones y la pensión depende de lo que pueda comprar esta capitalización individual.

Las aportaciones son realizadas por el patrón, gobierno y por el propio trabajador, a su vez, la cuenta Individual esta conformada por 3 grandes subcuentas:

- ✓ Retiro, Cesantía y Vejez

En esta subcuenta, se depositan las cuotas y aportaciones tripartitas, el patrón aporta el 2% del SBC para retiro y 3.15% del SBC para cesantía en edad avanzada y vejez. El gobierno federal aporta el 0.225% del SBC para cesantía en edad avanzada y vejez y una cantidad equivalente al 5.5% del SMGDF (Salario Mínimo de Garantía del Distrito Federal) por cada día cotizado por concepto de cuota social el cual se explica más adelante. Por ultimo, está la aportación del trabajador, que corresponde al 1.125% sobre SBC.

- ✓ Aportaciones Voluntarias

Estas aportaciones son exclusivamente del trabajador y tienen el objetivo de invertir sus ahorros.

- ✓ Vivienda

Esta aportación solo involucra al patrón y es equivalente al 5% sobre el SBC. Estos recursos son canalizados al INFONAVIT, a través del Fondo Nacional de Vivienda y la Afore sólo lleva el registro de dichos recursos.

Las Afores, son Administradoras privadas de fondos para el retiro. Dichas Afores, son empresas debidamente autorizadas por la SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) y supervisadas por la CONSAR.

Es necesario mencionar, que la nueva reforma no trajo cambios en las leyes y reglamentos correspondientes a las pensiones de los trabajadores al servicio del gobierno, tanto federal como estatal, sino que, dicha reforma fue aplicada únicamente para el IMSS.

Los objetivos de esta nueva reforma son:

- i. Garantizar una pensión digna a través de un sistema más justo, equitativo y viable financieramente.
- ii. Respetar los derechos adquiridos por los trabajadores en el sistema anterior.
- iii. Contar con una mayor aportación del gobierno a través de una cuota social a cada cuenta individual.
- iv. Permitir la libre elección de la Afore y promover la administración transparente de los recursos de los trabajadores.

Cabe destacar, que la cuota social es para todos los asegurados y tiene un efecto de redistribución del ingreso, ya que el ahorro de los trabajadores de menores ingresos se incrementa en una mayor proporción que el de los mayores ingresos. Así pues, el gobierno federal aportará una cantidad inicial del 5.5% del SMGDF, al entrar en vigor la nueva Ley del Seguro Social, por cada día de trabajo cotizado, la cual se depositará en la cuenta individual de cada trabajador asegurado y se actualizará conforme al INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor).

Los recursos de los trabajadores se invertirán a través de Sociedades de Inversión (Siefores), cuyo objeto será el de invertir estos recursos en instrumentos de inversión que no pongan en riesgo el patrimonio de los trabajadores y al igual que las Afores, las Siefores son supervisadas por la CONSAR.

Ahora bien, de acuerdo con el tipo de rendimiento que se desee obtener y el riesgo que se esté dispuesto a asumir, se derivan distintas clases de Siefores, tales como las siefores de instrumentos indizados, de deuda y común.

El objetivo de la Siefore de instrumentos indizados, es invertir en instrumentos que permitan conservar el poder adquisitivo de los ahorros, de tal modo que los rendimientos serán superiores al índice de inflación.

El objetivo de la Siefore de deuda, es invertir los ahorros en títulos y valores representativos de deuda, abarcando así, títulos y valores del gobierno federal, de empresas y de bancos.

El objetivo de la Siefore común, es invertir los recursos de retiro en valores de deuda y en valores de renta variable como acciones y bonos, buscando rendimientos más altos a largo plazo.

Cabe comentar que, el sector asegurador en México, experimentó cambios importantes en su estructura durante el período comprendido entre 1995 y 2000, dichos cambios se debieron principalmente a la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, así como al inicio de operaciones de los seguros de pensiones derivados de las leyes de seguridad social.

De esta forma, de las 70 empresas que integraban el sector asegurador mexicano al finalizar el año 2000, 29 contaban con participación extranjera directa bajo la figura de filiales de instituciones del exterior y 16 instituciones estaban integradas a grupos financieros. Asimismo, del total de compañías que integraban el sector asegurador mexicano al cierre del año 2000, dos eran estatales, tres estaban constituidas como sociedades mutualistas de seguros y 65 eran compañías de seguros privadas, de las cuales tres eran reaseguradoras. En el evento Actuarium 2007, se dio a conocer que actualmente existen 101 compañías de seguros, de las cuales 63 de ellas son mexicanas y 38 cuentan con capital extranjero.

Por su parte, al final del período 1995-2000, eran 14 las instituciones de seguros que operaban el seguro de pensiones derivado de las leyes de seguridad social, de las cuales siete se especializaban en este tipo de seguros y el resto ofrecían también los seguros tradicionales tales como seguros ordinarios de vida, temporales y dotales (Novelo,2001).

Como se podía esperar, los pensionados con la antigua Ley del Seguro Social continuarán con esa regulación y para los trabajadores inscritos al IMSS a partir del 1º de Julio de 1997 se apegaran a la nueva Ley, pero para aquellos trabajadores activos inscritos al IMSS antes de esta fecha, podrán elegir la Ley a la cual se quieren apegar, así, si eligen la antigua Ley, el IMSS les otorgará la pensión dispuesta en la misma, además, tendrán derecho a los fondos de su cuenta del SAR y tendrán que devolver al Gobierno Federal los recursos acumulados en su cuenta Individual abierta desde el 1º de Julio de 1997. Y si eligen la nueva Ley, entonces, contarán únicamente con los recursos de su cuenta Individual.

Sin embargo, en Febrero del 2004, el analista financiero David Páramo, menciona que el actual sistema de pensiones pone en riesgo la estabilidad financiera del país, además considera que dicho sistema es altamente injusto. Páramo advirtió que de no corregirse estos desequilibrios en el actual sistema, las generaciones futuras de mexicanos, se verán obligados a pagar incluso 297.5% más de impuestos. Por lo tanto, se tiene la clara necesidad de reformular las estructuras y los procedimientos de la Seguridad Social.

Según (HAM, 2003), aunque las condiciones de operación fueran ideales para las Siefores, como lograr tasas de interés sostenidas y por encima de la inflación y que el trabajo se pudiera ejercer sin interrupciones y con ello el tiempo y los montos de cotización, un simple ejercicio contable muestra que los niveles de reemplazo<sup>1</sup> serán notoriamente insuficientes. Asimismo se cuestionan sus posibilidades como mecanismo de ahorro interno e inversión productiva, pues no existen los mercados financieros ni las condiciones de inversión para lograr esos objetivos.

Ante la crisis de la Seguridad Social, en el presente trabajo de tesis, se cuestiona y se busca responder la factibilidad de una edad predeterminada para el retiro. Cabe mencionar que de ahora en adelante no podemos suponer esperanzas de vida constantes ya que los integrantes de las generaciones que han ingresado a las edades adultas y avanzadas en años recientes tienden a experimentar tasas de mortalidad más bajas que las generaciones más antiguas.

A manera de ejemplo, se conoce que, en Alemania se venía utilizando desde 1989 la tabla de mortalidad "1987R" para rentas vitalicias. Dicha tabla era utilizada tanto para el cálculo de la prima como para la determinación de las reservas. Sin embargo, varias aseguradoras advirtieron que esta tabla reflejaba una mortalidad superior a la que en realidad se estaba dando en sus carteras de rentas vitalicias.

---

<sup>1</sup> Los niveles de reemplazo, se refieren a la sustitución del ingreso en el retiro.

Como era de esperarse, la Asociación Alemana de Actuarios elaboró una nueva tabla llamada "DAV-1994R", con criterios más rigurosos, en la que se tiene en cuenta, la determinación de la mortalidad no sólo por edad, sino por la fecha de nacimiento del asegurado, lo que permite tener en cuenta el efecto de la previsible mejoría de la mortalidad con el transcurso del tiempo.

Por último, no podemos atribuir el problema de las pensiones únicamente al envejecimiento demográfico, ya que no toda la población es beneficiaria de la seguridad social y no toda persona envejecida es titular de una pensión.

## **2.2. Ventajas y desventajas en el aumento de la esperanza de vida**

La esperanza de vida, es una medida hipotética, porque cambia cada año, según se modifiquen las condiciones de mortalidad existentes. Es de tipo transversal, ya que en su cálculo se conjuga la intensidad de la mortalidad en los distintos grupos de edad para un mismo año calendario, es decir: "Es el número promedio de años que vivirían los integrantes de una cohorte<sup>2</sup> hipotética de personas que permaneciese sujeta a la mortalidad imperante en la población en estudio desde su nacimiento hasta su extinción."

En el proceso de la construcción de la tabla de mortalidad, la esperanza de vida es el cálculo final a realizar, gracias a este cálculo, se tiene una medida que resume la relación de la población con el proceso de envejecer y morir. En general, es considerada como un buen indicador de las condiciones de salud.

El Actuario Richard Price, estableció en 1977 que en personas de una misma edad la mortalidad de los hombres es mayor que la mortalidad de las mujeres. Lo anterior se atribuye a diversas causas biológicas y socioeconómicas.

Esto implica que más mujeres sobrevivirán hasta la etapa adulta y también implica que pasen más años de su vida como integrantes de una familia. Así, mientras más personas sobrevivan hasta edades avanzadas, el sistema familiar se beneficiará con períodos de tiempo más extensos en el que coexistan tres, cuatro y aún hasta cinco generaciones.

Los factores económicos y sociales determinantes del envejecimiento se refieren al abandono de responsabilidades y de roles familiares y sociales, al retiro de la actividad en general y del trabajo en particular. Conforme se envejece se acumulan deterioros físicos y mentales, repercutiendo así en la capacidad y rapidez de respuesta ante las exigencias de cualquier trabajo.

Al igual que el resto del mundo, la población de México experimentará el proceso inevitable de envejecimiento. Este proceso junto con la disminución acelerada de la mortalidad en la población mexicana mencionado en el capítulo 1, trae diversas consecuencias así como; la insuficiencia financiera de la seguridad social y los sistemas de retiro y pensiones, mayor incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas e incapacidades obligando así a modificar los sistemas de salud, la vulnerabilidad ante la vejez y sus aspectos físicos, sociales, legales, etc.

---

<sup>2</sup> Una Cohorte es el conjunto de personas que comparten un evento origen en el mismo período de tiempo.

Es necesario mencionar, que según su naturaleza las defunciones se clasifican por:

- ✓ Causas endógenas: provienen de la constitución genética del individuo, de las malformaciones congénitas, del traumatismo provocado por el nacimiento o de la degeneración producida por el envejecimiento del organismo.
- ✓ Causas exógenas: corresponden a circunstancias o factores externos al individuo, tales como las enfermedades infecciosas y parasitarias y los traumatismos accidentales.

Ahora bien, cuando la mortalidad desciende, pierden importancia relativa las muertes por causas exógenas, y aumentan la importancia relativa de las muertes provocadas por causas endógenas.

En México, la mortalidad debida a causas endógenas (no transmisibles) representó en 1979 el 53.4% del total de las defunciones; para 1995, su peso relativo aumentó a 70.9% de la mortalidad total (CONAPO, 1997). Actualmente sobrevivir y alcanzar las edades avanzadas se ha convertido en un hecho común, al alcance de más personas cada vez, pero en un futuro, los costosos tratamientos, medicinas y los avances para enfermedades crónicas, en este grupo se incluyen seis de las diez principales causas de muerte del país: enfermedades del corazón, tumores malignos, diabetes mellitus, enfermedades cerebro vasculares, cirrosis y deficiencias de la nutrición, entre otras, serán altamente selectivas por nivel socioeconómico.

Asimismo, en el período comprendido entre 1970 y 1995, las enfermedades del corazón han sido la primer causa de muerte para ambos géneros. Los distintos tipos de cáncer, en 1970 eran la tercera causa y en 1998 son la segunda. Un cambio notable se da en la diabetes mellitus, que de ser la octava causa en los hombres y la sexta en las mujeres en 1970, asciende a la tercera posición en 1995. Las enfermedades cerebro vasculares han conservado su posición en alrededor del cuarto sitio.

Como se podía esperar, el personal de salud requerido para atender a una población en continuo crecimiento es cada vez más significativo. Las perspectivas futuras de las demandas de salud se pueden analizar desde diversos ángulos; uno de ellos es el relativo al número de médicos y enfermeras necesario para satisfacer la demanda. Anunciaba el CONAPO en 1998 que había un médico por cada 767 habitantes y 1.7 enfermeras por cada médico. De continuar esta tendencia, se pronosticó que para el año 2010 México no tendría los médicos suficientes. Además, se publicó el 22 de febrero de 2007 en la gaceta del senado de la LX LEGISLATURA que:

“De acuerdo a los datos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 de INEGI y de las Proyecciones de la Población México 2000-2050 del CONAPO 2002, el segmento de mexicanos de 65 años y más, en la actualidad representa el 5.86% de la población, poco mas de 6 millones de personas; la recomendación de la Sociedad Británica de Geriátría y la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de un geriatra por cada 3,500 habitantes de la tercera edad, mientras que en México sólo se cuenta en 2007 con 260 geriatras, que en proporción a la población objetivo es de un geriatra por 23,000 habitantes, siete veces por debajo de la recomendación internacional.”

Así, la inminente transición hacia el envejecimiento requerirá adaptar el sistema de salud y el modelo de atención clínica y hospitalaria a la incidencia en aumento de las enfermedades crónicas y su prevalencia a largo plazo.

Lo anterior, sugiere la urgente necesidad de que la reforma de la Seguridad Social en México enfrente el desafío de ampliar la cobertura de los servicios de atención dirigidos al cuidado de los individuos que padecen de algún tipo de deterioro funcional como es el caso de la población de la tercera edad, ya que son ellos los que conforman uno de los grupos más vulnerables de la población.

Es de esperarse una demanda mayor en consumo de bienes y servicios en función de las necesidades propias de la futura acumulación de personas en edades avanzadas. Al mismo tiempo, una gran parte de los trabajadores en edad avanzada buscará la manera de permanecer dentro de la población económicamente activa, ya sea posponiendo la jubilación o en el sector informal. Lo anterior se debe a la ausencia o bien a la insuficiencia de las pensiones de retiro.

Un aspecto relevante son los gastos monetarios como consecuencia de los bienes y servicios que serán demandados por la población de la tercera edad como se mencionó anteriormente. Haciendo una revisión retrospectiva, según datos del CONAPO la realidad que encararon los hogares mexicanos de 1977 a 1996 se caracterizó por una combinación de pobreza creciente.

Tanto la pobreza como la desigualdad se traducen en una disminución del bienestar familiar; la primera porque la insuficiencia de ingresos ha exigido, a partir de 1982, mayor esfuerzo de las familias, así como la incorporación de las esposas, hijas e hijos a diversas actividades remuneradas para tratar de compensar los gastos. Esto implica, que en un futuro no muy lejano la familia será la que cargue toda la responsabilidad de los gastos provenientes de los cuidados, tratamientos y medicinas que requieran los padres o abuelos que se encuentren en la tercera edad.

Cabe agregar, que otra consecuencia por el aumento de la esperanza de vida, va más allá de sólo gastos monetarios o atención médica profesional, es decir la consecuencia serán las cargas emocionales y de sufrimiento que repercutirán en la calidad de vida de las personas y de las familias.

Un hecho a resaltar es que las necesidades de atención personal en la vejez, especialmente en cuanto a los quebrantos en la salud, son socialmente asignadas a mujeres jóvenes y solteras, con las consecuentes desventajas para su desarrollo social y personal. La pregunta es: ¿Habrá siempre suficientes mujeres jóvenes y solteras?

## Capítulo 3 . Situación actual de las tablas de mortalidad

Se sabe que los factores socio-económicos son de gran ayuda para comprender junto con el presente trabajo de tesis y la teoría de transición demográfica la significativa evolución de la mortalidad en todo el mundo.

Los países por analizar en el presente capítulo son: México, Suiza y España. Dichos países son de interés ya que se pretende resaltar la influencia que tienen los países desarrollados y con una excelente calidad de vida en el descenso de la mortalidad en comparación con la influencia que puede tener un país en desarrollo como lo es México.

En adición a lo anterior, se optó por analizar los países de Suiza y España ya que estos dos países han sido calificados por el diario británico "The Economist" dentro de los países con mejor calidad de vida en el mundo. Se sabe que el artículo llamado "QUALITY OF LIFE 2005" de dicho diario británico fue hecho el 26 de Septiembre de 2006. Además, estos países comparten la experiencia en la construcción de tablas de mortalidad llegando a usar incluso la misma tabla de mortalidad en algún período de tiempo.

En el presente capítulo, se pretende observar para cada uno de los países de interés el comportamiento de la probabilidad de muerte para todas las edades, comparando así, las diversas tablas de mortalidad que se han construido a través del tiempo tanto para un país desarrollado como para uno que está en vías de desarrollo. De este modo, será sencillo analizar que tan rápido o que tan lento fue el proceso del cambio de la mortalidad descrito en la teoría de la transición demográfica mencionada ya en el primer capítulo.

Como parte fundamental para este capítulo, se hizo la recolección de todas las Tablas de Mortalidad posibles de cada país a estudiar. Así pues, se recolectaron las tablas de mortalidad correspondientes a Rentistas, Asegurados y Población en general.

### 3.1. México

#### Economía

La base de datos "World Economic Outlook Database" del *Fondo Monetario Internacional* proporcionó en Septiembre de 2006 los datos correspondientes al PIB (nominal) per cápita para el 2005 y una estimación para el 2006. El resto de los datos se obtuvieron en las páginas web del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) y del CONAPO.

- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2005 en USD: 7,298
- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2006 en USD: 7,892
- ✓ Moneda: Peso mexicano
- ✓ Tasa de inflación (2006): 3.3%
- ✓ Población activa (2006): 44.4 millones
- ✓ Tasa de desempleo (2006): 3.3%

De acuerdo con el Banco Mundial, México tiene el ingreso per cápita más alto de Latinoamérica y se ha consolidado como un país de ingreso medio-alto. Sin embargo, la distribución de la riqueza del país no es equitativa y la división entre ricos y pobres es muy grande.

## Demografía

- ✓ Población total (2006): 104 millones
- ✓ Idioma oficial: español
- ✓ Esperanza de vida (2004):
  - Hombres: 72.7 años
  - Mujeres: 77.6 años
  - Total: 75.2 años
- ✓ Promedio de hijos por mujer(2004): 2.2
- ✓ Tasa de mortalidad infantil (2004): 197 por cada 10,000 nacidos vivos
- ✓ Alfabetismo (2006): 92%

En México, la calidad de vida está entre las 40 más altas del mundo, siendo situada por la unidad de inteligencia del diario británico "The Economist" en el lugar treinta y dos, por delante de países como Costa Rica, Hungría, Israel, Brasil, Argentina, China, entre otros. El modelo desarrollado por "The Economist Intelligence Unit" determina el nivel de calidad de vida por país, calificando 111 países para el 2005. Según este modelo, los factores determinantes de la calidad de vida de un país son los siguientes:

- ✓ Bienestar material,
- ✓ Salud,
- ✓ Estabilidad Política y Seguridad,
- ✓ Vida Familiar,
- ✓ Vida Comunitaria,
- ✓ Clima y Geografía,
- ✓ Seguridad de Empleo,
- ✓ Libertad Política,
- ✓ Igualdad en Género.

Estos factores nos ayudarán a comprender junto con el presente trabajo de tesis y la teoría de transición demográfica la evolución de la mortalidad en todo el mundo.

En México el sector asegurador, en conjunto con la CNSF (Comisión Nacional de Seguros y Fianzas) han realizado esfuerzos referentes a la construcción de las tablas de mortalidad; sin embargo, no existe aún un procedimiento sistemático para su evaluación y actualización periódica.

Se conoce que las revisiones de las tablas de mortalidad más recientes, han ocurrido con intervalos de al menos diez años. Es necesario destacar que para la construcción de las tablas de mortalidad se han empleado métodos actuariales convencionales y han sido sobrecargadas como medida de protección.

En adición a lo anterior, es sabido que la CNSF ha desarrollado un sistema estadístico con el objetivo de recolectar información técnica del sector asegurador que en particular sirve para la producción de tablas de mortalidad. Dicho sistema se mantiene en operación y se somete a revisión periódica.

Enseguida se muestra una relación de las tablas de mortalidad desarrolladas con experiencia mexicana y que han sido usadas por el sector asegurador mexicano. Tales como las tablas correspondientes a Vida Individual<sup>3</sup>; Vida Grupo<sup>4</sup> y las tablas elaboradas por el comité AMA-AMIS<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> ANEXO UNO.



Aún cuando las tablas de mortalidad no fueron construidas por género, sabemos que la mortalidad en hombres es mayor a la de las mujeres como se mencionó en el primer capítulo.

En la tabla Experiencia Mexicana 62-67 se tomó como base 649,463 expuestos. Se interpoló usando el método de Jenkins para las edades centrales de cada quinquenio (Cuadro 3.1).

Dicho método, consiste en interpolar los quinquenios usando la fórmula oscilatoria de Jenkins a la tercera diferencia, y se representa de la siguiente forma (AMIS, 2000):

$$q_{x+s} = sq_{\bar{x}+1} + \frac{s(s^2 - 1)}{6} \Delta^2 q_{\bar{x}+1} + (1+s)q_{\bar{x}} + \frac{(1-s)[(1-s)^2 - 1]}{6} \Delta^2 q_{\bar{x}+1}$$

Donde  $s = 1, 2, 3, 4$ ;  $x = 0, 5, 10, 15, \dots, 95$ ;  $\bar{x} = x + 2$

Después se graduó la curva utilizando el método de ecuaciones diferenciales "Wittaker-Henderson", y luego se aplicó Makeham. Finalmente esta tabla fue recargada cuidando no exceder la mortalidad individual de las compañías grandes.

Durante un amplio período la tabla de mortalidad utilizada fue la denominada Experiencia Mexicana 62-67, posteriormente, el entonces Comité Permanente de la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros requirió que se tomaran las medidas pertinentes para crear una base de información que permitiera contar con los elementos suficientes respecto a la mortalidad ocurrida en el mercado asegurador mexicano.

Pero no fue sino hasta unos años después, que la CNSF realizó un estudio relativo a la mortalidad ocurrida durante el período 1982-1989, así, surgió la tabla Experiencia Mexicana 82-89. Dicha tabla es una tabla de mortalidad última la cual excluye la mortalidad ocurrida durante los primeros tres años de vigencia del seguro, para la construcción de esta tabla, la curva se graduó utilizando el método de ecuaciones diferenciales "Wittaker-Henderson", y luego se aplicó Makeham. Se obtuvo un total de expuestos al riesgo de 6,688,024 y un total de siniestros de 23,943.

Posteriormente, la CNSF realizó la construcción de la tabla llamada CNSF 2000-I, es importante destacar que para su construcción, la CNSF creó la base de datos ORACLE con la información que las compañías de seguros reportaron a la misma CNSF, se basó en un total de 21,727,984 pólizas y 51,347 siniestros, los expuestos y los siniestros estuvieron determinados por el período de observación de 1991 a 1998. La metodología usada, se encuentra descrita en los documentos: "Modelos Estadísticos de Mortalidad Análisis de Datos 1991-1998", "Tablas de Mortalidad CNSF 2000-I y CNSF 2000-G" elaborados por la CNSF.

Es necesario mencionar que de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 11 de Abril de 2005 y actualmente vigente, en las reglas Sexta y Séptima para la Constitución e Incremento de las Reservas de Riesgos en Curso de las Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, se menciona que:

"Para el cálculo y valuación del monto mínimo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida individual con temporalidad superior a un año, sobre personas no incapacitadas o inválidas, se utilizará la tabla de mortalidad conocida como CNSF 2000-I (1991-1998) y para el cálculo y valuación de la reserva de riesgos en curso de las pólizas de seguros de interés social y de seguros de grupo o colectivos con temporalidad superior a un año, se deberá utilizar la tabla de mortalidad conocida como CNSF 2000-G (1991-1998)."

<sup>4</sup> ANEXO DOS.

<sup>5</sup> ANEXO CINCO.

Sin embargo, aún con los grandes avances que se han observado, se considera como una necesidad contar con información más actualizada sobre la mortalidad en México.

Por lo anterior, la AMA (Asociación Mexicana de Actuarios) y la AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros), desarrollaron las llamadas "Tablas de Mortalidad México 2000" separando la mortalidad por género. Las compañías que contribuyeron con información para la construcción de dichas tablas fueron: AIG México Seguros Interamericana, S.A. de C.V.; Aseguradora Hidalgo, S.A.; Aseguradora Interacciones, S.A.; Grupo Nacional Provincial, S.A.; Seguros Atlas, S.A.; Seguros Comercial América, S.A. de C.V.; Seguros Génesis, S.A.; Seguros La Territorial, S.A.; Seguros Monterrey New York Life, S.A. y Zurich Vida, Compañía de Seguros, S.A.

Para el caso de los hombres, el total de pólizas expuestas fue de 1,700,905 y el total de pólizas siniestradas fue de 4,170.

En el caso de las mujeres, se registraron únicamente 695,733 de pólizas expuestas y el total de pólizas siniestradas fue de 776.

El problema que se ha tenido en la construcción de las tablas de mortalidad es la confiabilidad de los datos, de ahí ha surgido la necesidad de graduar<sup>6</sup> los datos con el fin de obtener probabilidades de muerte que puedan ser representadas a través de una función suave y continua.

Cuadro 3.1  
TABLAS DE ASEGURADOS DE MEXICO

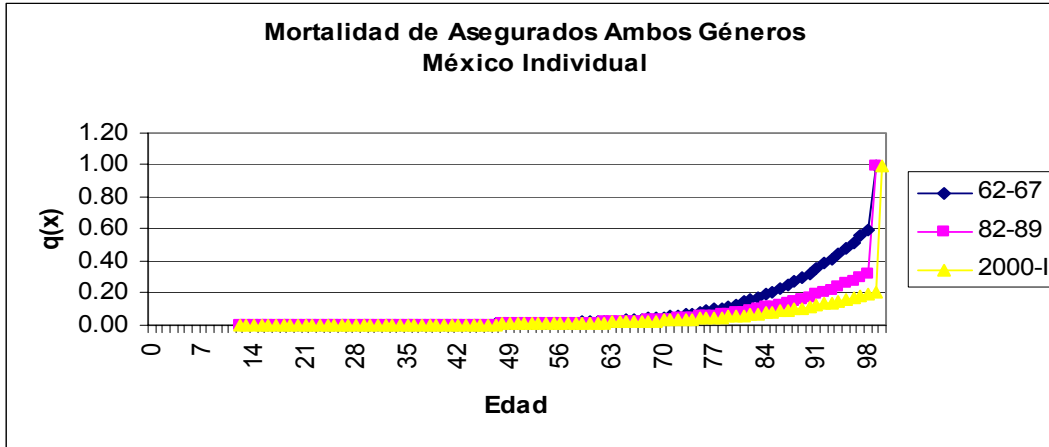
Nombre de la tabla	Rango de Edades	Período de Observación	Método de Construcción
Mexican Experience 62-67	15-99	1962 – 1967	Interpolación con Jenkins y Graduado con Wittaker-Henderson y Makeham.
Mexican Experience 82-89	12-99	1982 – 1989	4 años de períodos seleccionados por edades quinquenales y graduado con Makeham.
Group Insurance Mexican Experience 82-89	12-100	1982 – 1989	Edades quinquenales y Graduado con Makeham.
CNSF 2000-I Individual Mexican Table	12-100	1991 – 1998	Tabla agregada, se asumió expuestos uniformes, no hubo consideración de género o clase.
Group Mortality Table CNSF 2000-G	12-100	1991 – 1998	Se asumió expuestos uniformes y no se consideraron movimientos durante el año.
Mexican 2000 individual men table – Male (AMA-AMIS)	0-100	1995 – 1998	4 años de períodos seleccionados por edades quinquenales con interpolación de Jenkins.
Mexican 2000 individual women table – Female (AMA-AMIS)	0-100	1995 – 1998	4 años de períodos seleccionados por edades quinquenales graduado con Makeham.

Fuente: Extraído del programa Table Manager 3.0.

<sup>6</sup> “graduar” es el poder obtener una mejor representación de datos a partir de un conjunto de observaciones de acuerdo con criterios específicos, en otras palabras, es el proceso en el cual se ajustan los datos obtenidos mediante una función lineal o no lineal que describa la tendencia de los datos.

Se hizo un comparativo entre las tablas de mortalidad Experiencia Mexicana 62-67, Experiencia Mexicana 82-89 y CNSF 2000-I. Se observa que la evolución de la mortalidad mexicana para ambos géneros ha sido más favorable entre el período 1962-1967 y 1982-1989.

Gráfico 3.1

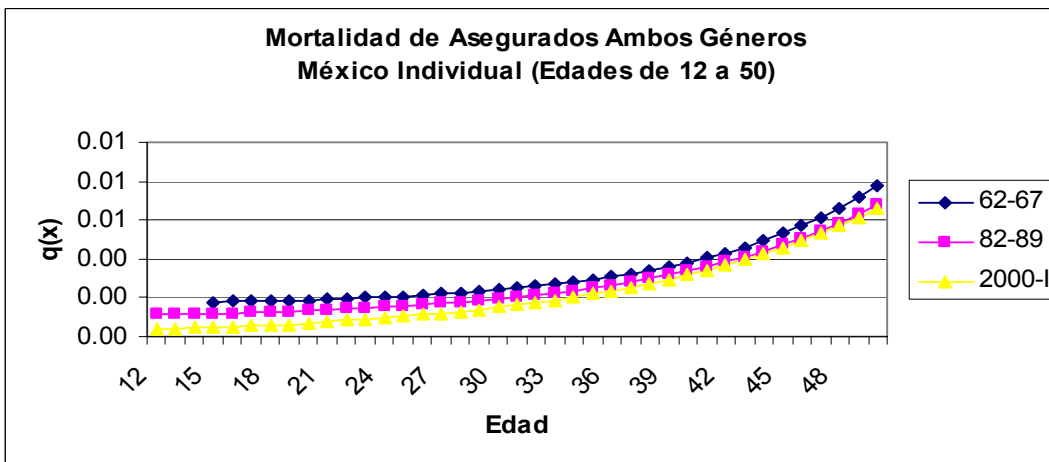


Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Las tasas de mortalidad de acuerdo a la Experiencia Mexicana 62-67 y la Experiencia Mexicana 82-89 son mayores que las correspondientes a la tabla CNSF 2000-I para todas las edades (Gráfico 3.1). De tal modo que si al hablar en general de la población mexicana, se puede apreciar que la mortalidad de un mexicano en el período 1962-1967 es mucho mayor a la que podría tener en los siguientes períodos. También es de hacerse notar que la mayor diferencia en las tasas de mortalidad para cada período se observó principalmente a partir de los setenta años.

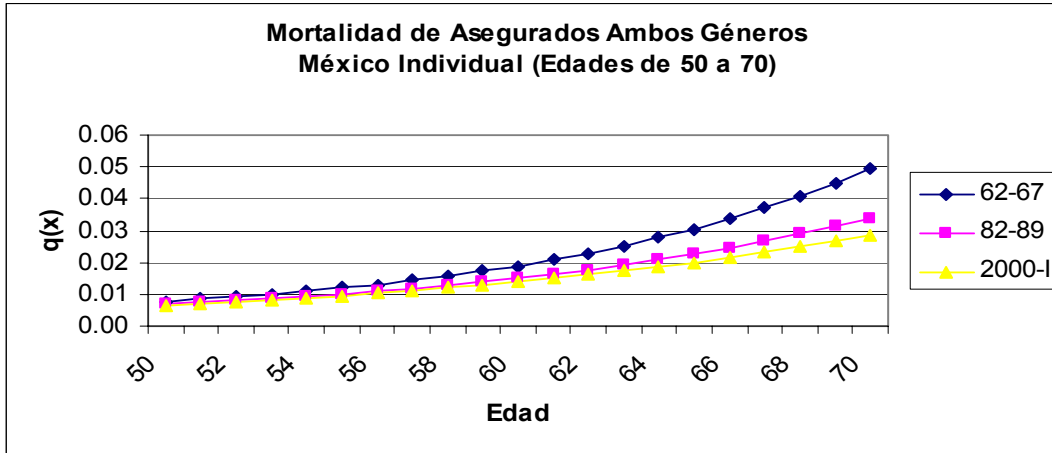
Por ejemplo, para el caso de la tabla de mortalidad de vida individual, un mexicano de 70 años en el primer período (62-67), tiene una probabilidad de muerte de 0.049618, mientras que otro mexicano de 70 años en el segundo período (82-89) tiene una probabilidad de muerte de 0.03406 y en el tercer período (2000) tendría una probabilidad de muerte de 0.028724 (Gráfico 3.2). La mejora que ha tenido la población de asegurados mexicanos en la mortalidad a través de un tiempo relativamente corto para diferentes intervalos de edad (Gráficos 3.1.1 a 3.1.3).

Gráfico 3.1.1



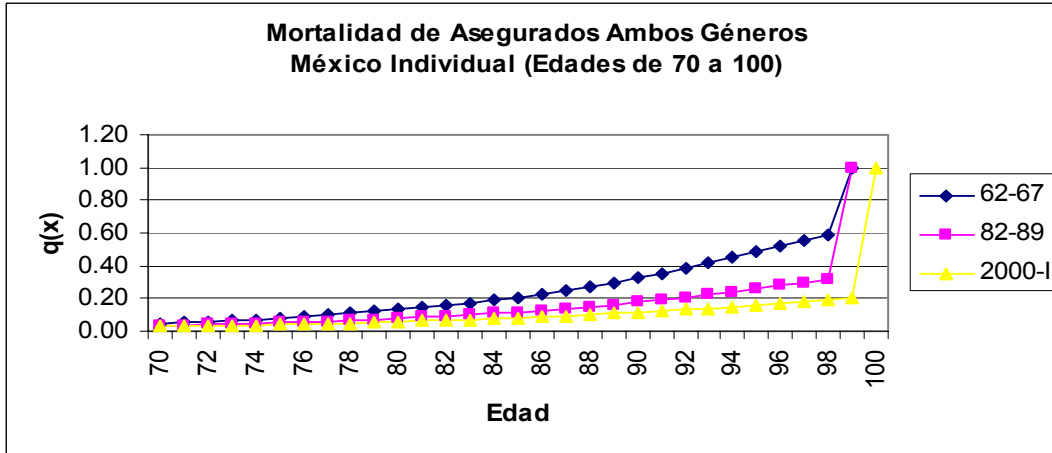
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.1.2



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

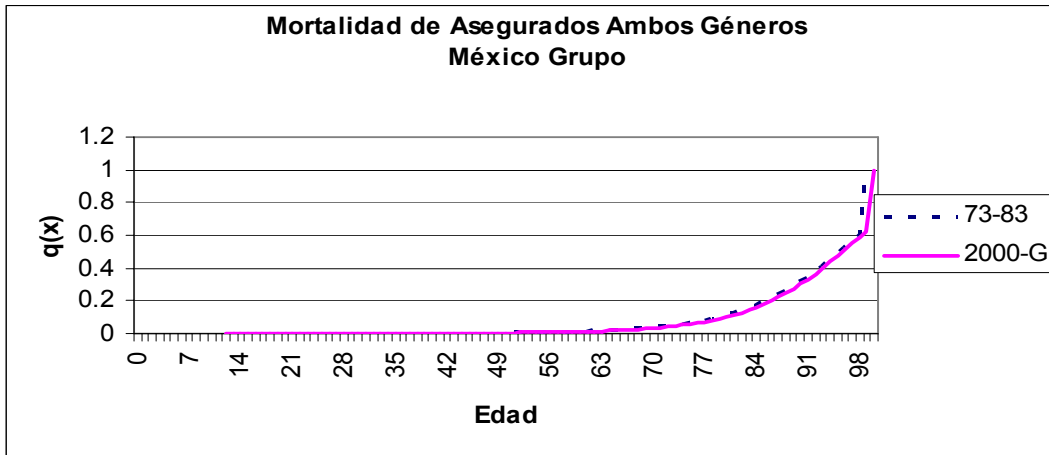
Gráfico 3.1.3



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

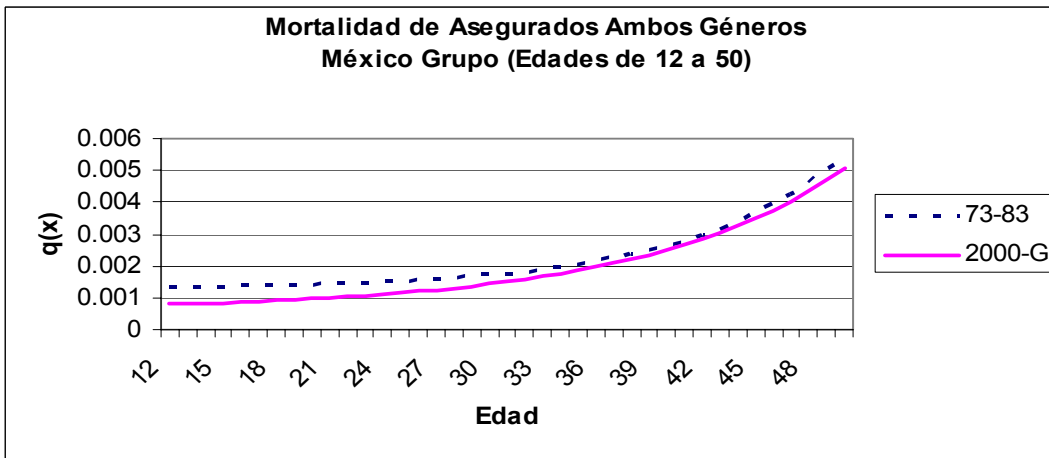
El comparativo para vida grupo fue realizado con las tablas de mortalidad Experiencia Mexicana para el seguro de grupo 73-83 y CNSF 2000-G. Respecto a la mejora en la mortalidad de asegurados mexicanos, en este caso, se presentó un comportamiento similar al observado en vida individual, ya que se observó que para la mayoría de las edades, las tasas de mortalidad de la tabla CNSF 2000-G son menores a las del período 73-83 (Gráfico 3.1.4).

Gráfico 3.1.4



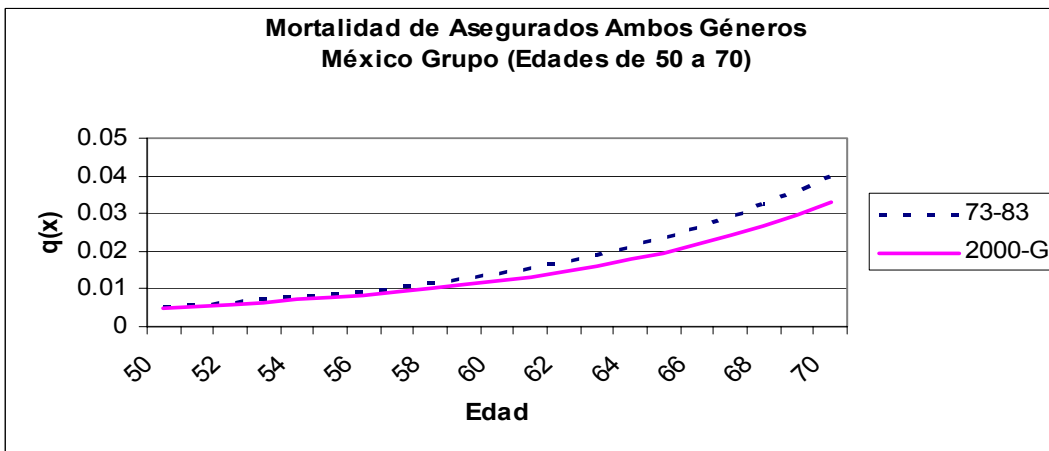
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.1.5



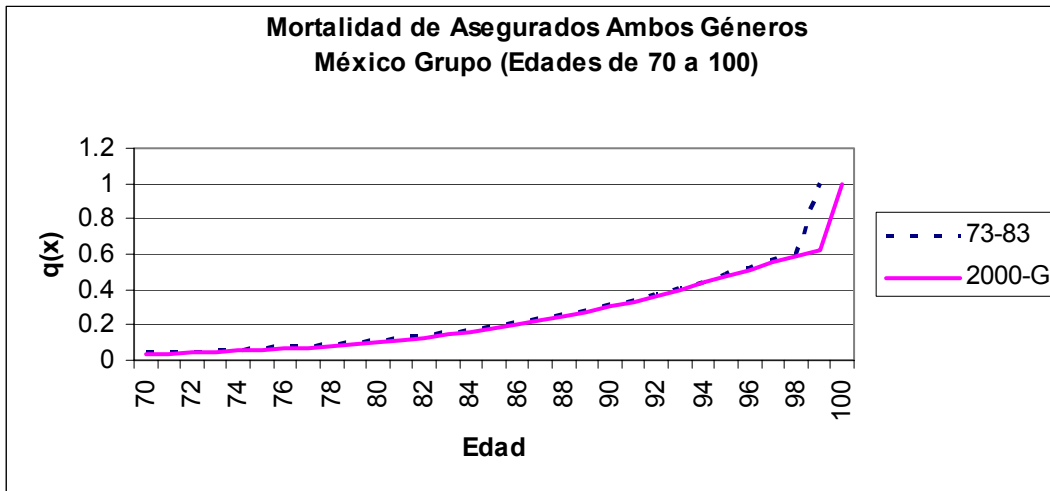
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.1.6



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.1.7



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Se observó en este comparativo que la mayor diferencia en las tasas de mortalidad se dio principalmente a partir de los sesenta años (Gráfico 3.1.6).

Por ejemplo, para la edad de 68 años en el primer período (73-83), se tiene una probabilidad de muerte de 0.032304, mientras que para la misma edad, en el segundo período (2000) tendría una probabilidad de muerte de 0.026776. Además, al analizar los diferentes intervalos de edad, se logró apreciar las diferencias en la mortalidad por intervalos de edad.

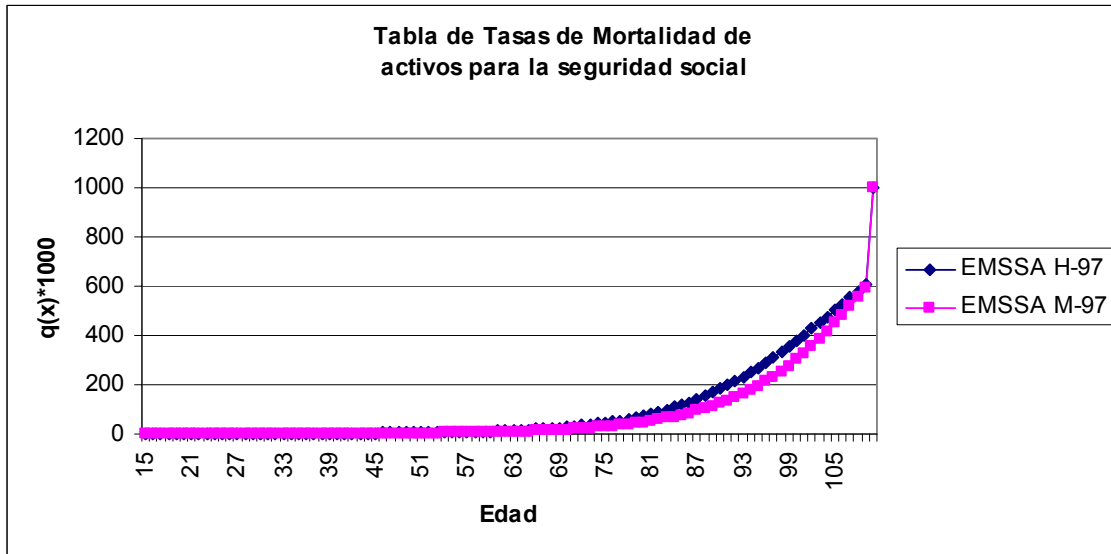
Una vez hecho el comparativo de las tablas de mortalidad correspondientes a los asegurados mexicanos de vida individual y vida grupo, el siguiente interés es tener una visión general del comportamiento de la mortalidad para los asegurados inválidos y no inválidos de la seguridad social.

De tal modo que se construye una gráfica para las tablas<sup>7</sup> denominadas EMSSA<sub>H-97</sub> y EMSSA<sub>M-97</sub> y las tablas<sup>8</sup> EMSSI<sub>H 97</sub> y EMSSI<sub>M 97</sub> por grupos de edad. Sin embargo, en dicha gráfica sólo es posible comparar la mortalidad de asegurados no inválidos de género masculino en comparación con asegurados no inválidos de género femenino (Gráficas 3.1.7 a 3.1.10).

<sup>7</sup> ANEXO TRES.

<sup>8</sup> ANEXO CUATRO.

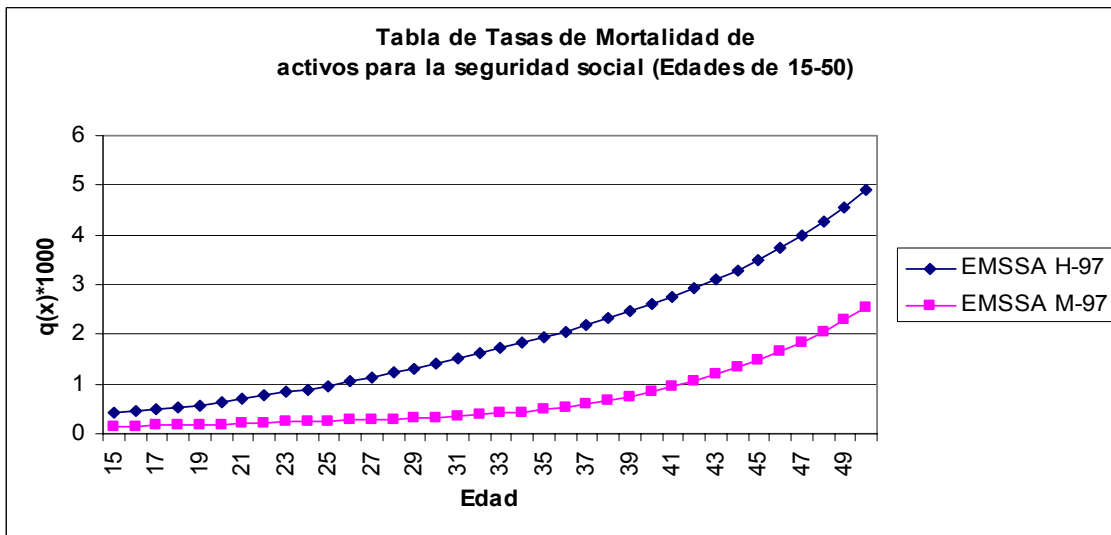
Gráfico 3.1.8



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF.

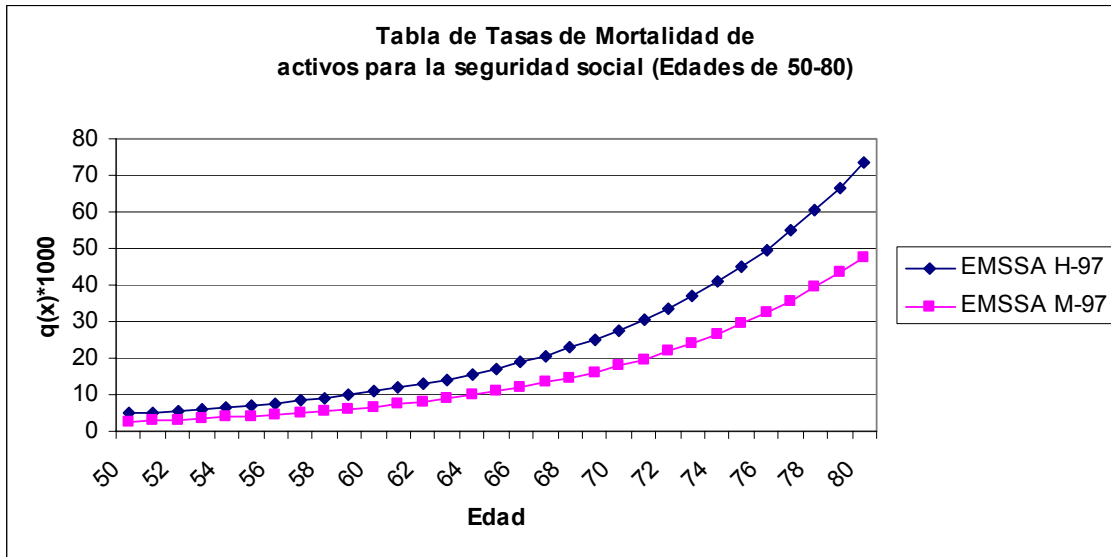
Como era de esperarse, la mortalidad para los hombres es mayor a la de las mujeres para todas las edades, podemos ver en los siguientes gráficos que a partir de los 30 años se marca una gran diferencia, por ejemplo, mientras que una mujer de 55 años tiene una probabilidad de muerte de 4.17 al millar, un hombre tiene una probabilidad de muerte de 7.12 al millar, en otras palabras, la probabilidad de muerte de un hombre es 1.7 veces mas alta que la de una mujer (Gráfico 3.1.9).

Gráfico 3.1.9



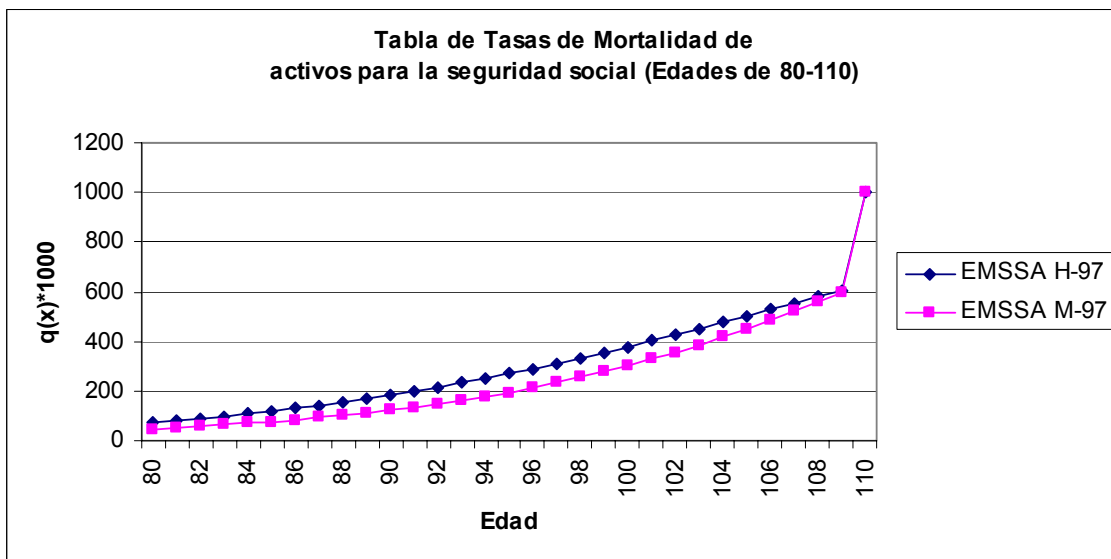
Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

Gráfico 3.1.10



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

Gráfico 3.1.11



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

En adición a lo anterior y a manera de ilustración se presenta el cociente de las tasas por edad de la tabla EMSSA<sub>H-97</sub> con respecto a la tabla EMSSA<sub>M-97</sub> (Gráfica 3.1.11).

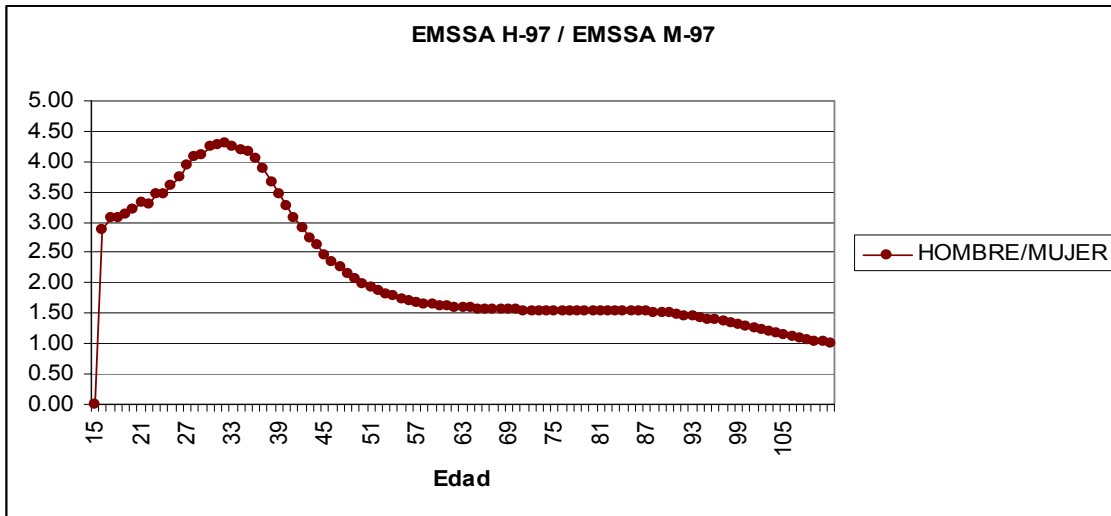
Así pues, el cociente que resulta de dividir la probabilidad de muerte que corresponde a la tabla EMSSA<sub>H-97</sub> entre la probabilidad de muerte que corresponde a la tabla EMSSA<sub>M-97</sub> permite ubicar las edades en las que la probabilidad de muerte para un hombre es mayor en proporción a la de una mujer, lo cual a su vez permite medir la importancia que tiene el desarrollo de tablas de mortalidad separadas por género.



Es decir, supongamos que  $(q_{x1})$  = la probabilidad de muerte que corresponde a la tabla EMSSAH-97 y  $(q_{x2})$  = la probabilidad de muerte que corresponde a la tabla EMSSAM-97  $\Rightarrow$  El cociente por analizar es  $\frac{(q_{x1})}{(q_{x2})}$ .

En las edades comprendidas entre los 26 y 36 años la probabilidad de muerte de un hombre es mucho mayor en proporción a la de una mujer; sin embargo, conforme el tiempo avanza es lógico que dicha proporción tiende a la unidad, es decir, ya no hay diferencia alguna entre la mortalidad de ambos géneros (Gráfica 3.1.11).

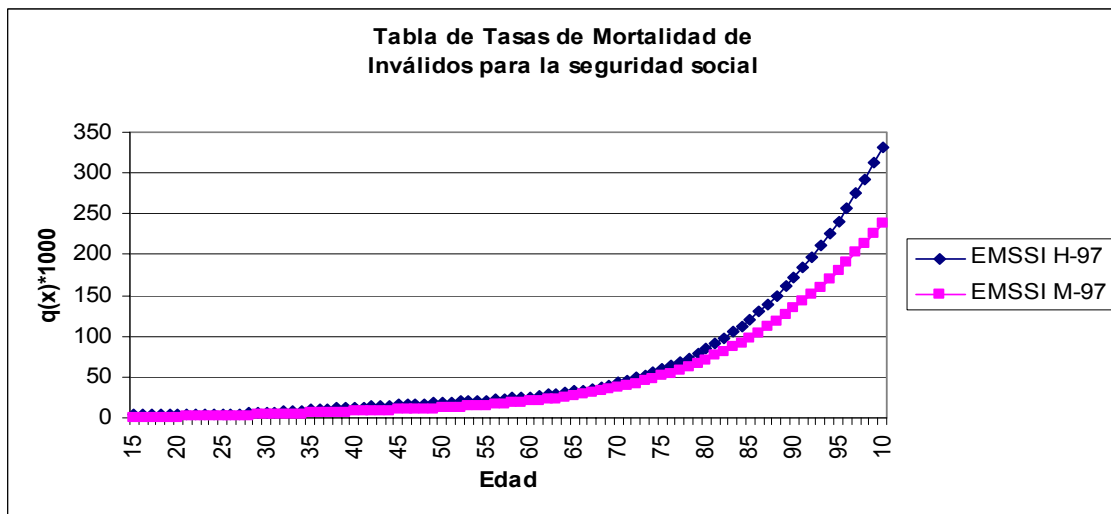
Gráfico 3.1.12



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

Ahora bien, de manera análoga se hacen los siguientes comparativos entre las tablas EMSSIH 97 y EMSSIM 97, como se comentó en el primer capítulo, dichas tablas sirven para reflejar las tasas de mortalidad de asegurados inválidos de género masculino y femenino respectivamente (Gráficas 3.1.12 a 3.1.15).

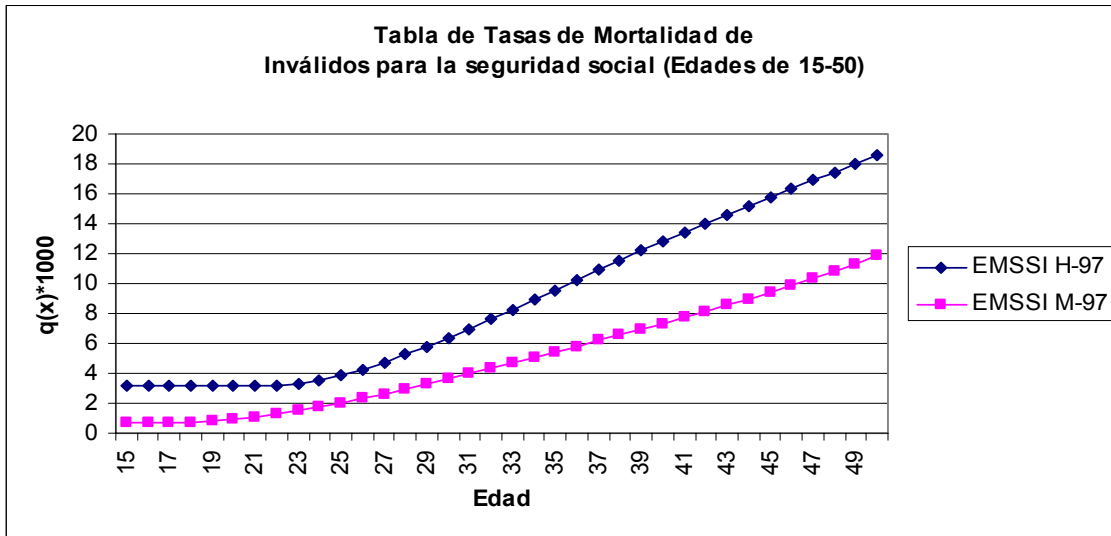
Gráfico 3.1.13



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

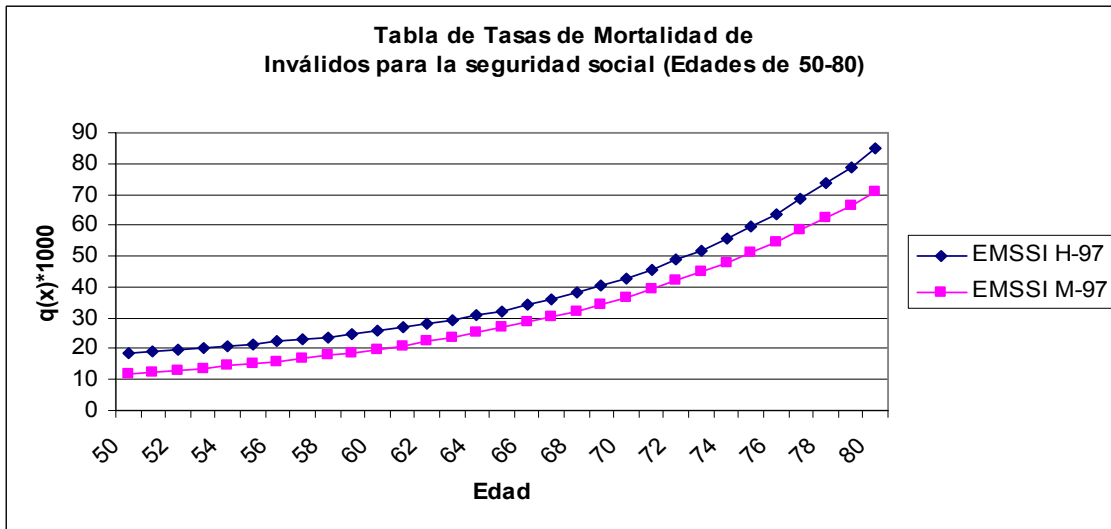
Al igual que para las tablas anteriormente observadas, la mortalidad para los hombre es mayor a la de las mujeres para todas las edades, se puede observar que aproximadamente a partir de los 30 años se marcan grandes diferencias, por ejemplo, mientras que una mujer de 55 años tiene una probabilidad de muerte de 15.15 al millar, un hombre tiene una probabilidad de muerte de 21.59 al millar, en otras palabras, la probabilidad de muerte de un hombre es 1.4 veces mas alta que la de una mujer del mismo grupo de edad (Gráfico 3.1.14).

Gráfico 3.1.14



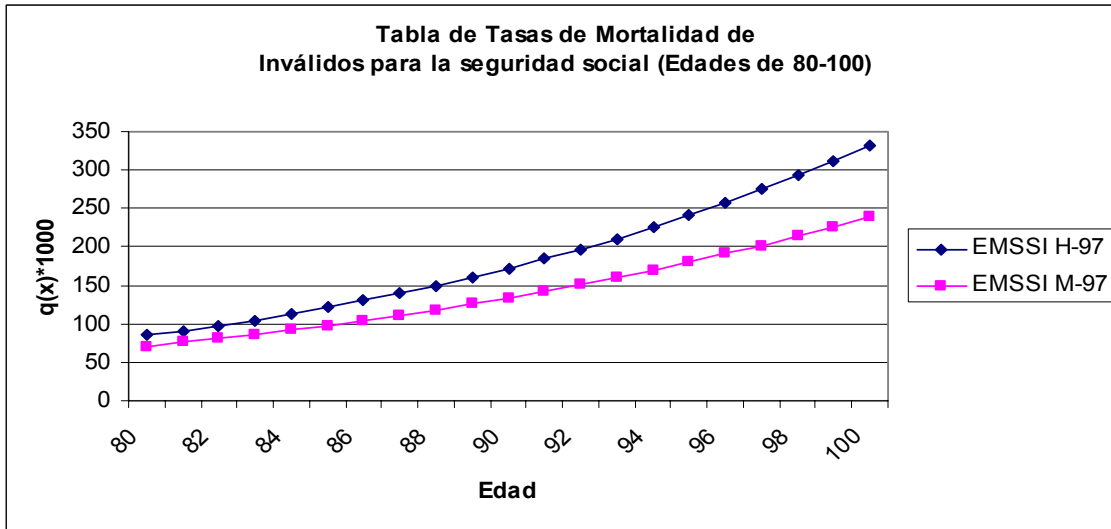
Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

Gráfico 3.1.15



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

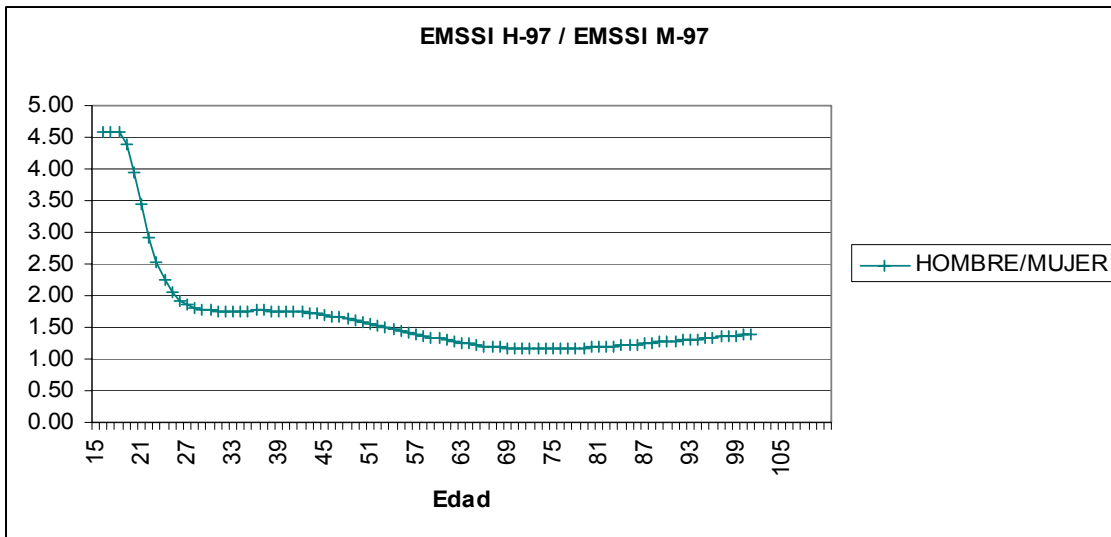
Gráfico 3.1.16



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

De forma similar que para las tablas  $EMSSA_{H-97}$  y  $EMSSA_{M-97}$  y a modo de ilustración se presenta el cociente de las tasas por edad de la tabla  $EMSSI_{H-97}$  con respecto a la tabla  $EMSSI_{M-97}$ . Como se puede observar, en las edades comprendidas entre los 15 y 25 años la probabilidad de muerte de un hombre es mucho mayor en proporción a la de una mujer (Gráfico 3.1.16).

Gráfico 3.1.17



Fuente: elaboración propia con base en datos de la circular S-22.3 CNSF

Finalmente, se observa que los cambios de la mortalidad de manera general en la población mexicana, dichos cambios pueden evaluarse utilizando la información contenida en las tablas<sup>9</sup> abreviadas de mortalidad separadas por género del CONAPO.

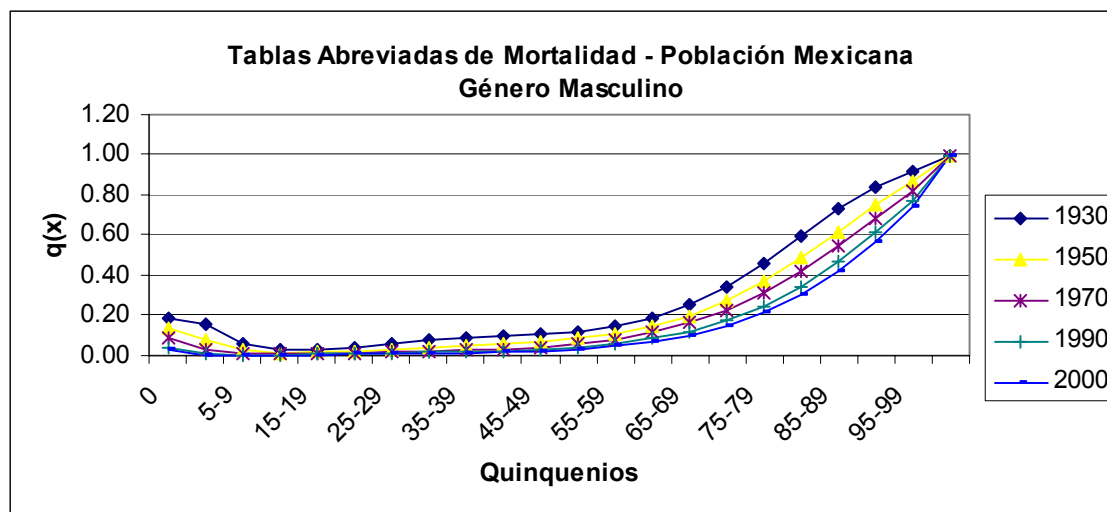
Estas tablas presentan los grupos de edad en quinquenios a partir de la edad 5 y termina en 100y +. En el caso de la mortalidad infantil existe una excepción, se toman menores de un año y de 1 a 4 años cumplidos.

Para el presente comparativo, se utilizaron las tablas abreviadas de mortalidad para cada 10 años a partir del año 1930 hasta el año 2000. Cabe mencionar que no se toman años anteriores a 1930 ya que la información estadística sobre la población y los decesos es insuficiente y de mala calidad.

El comparativo de estas tablas indica que en los períodos de 1940 a 1960 y de 1960 a 2000 se da la más notable de las disminuciones de la mortalidad (Gráfico 3.1.17 y 3.1.18). Estas sustanciales mejoras en la mortalidad son el resultado de la consolidación y extensión a nivel nacional de las campañas de vacunación y la adopción de medidas sanitarias generales, en planes de prevención de la salud que favorecieron principalmente a la creciente población urbana (Ham, 2003).

El comparativo de estas tablas de mortalidad, indica que en los períodos de 1940-1950 y 1970 a 1990 se da la más notable de las disminuciones de la mortalidad (Gráfico 3.1.17 y 3.1.18). Estas sustanciales mejoras en la mortalidad son el resultado del aprovechamiento de los adelantos y las experiencias de los países mas desarrollados en materia de medicina y sanidad tales como Suiza y España.

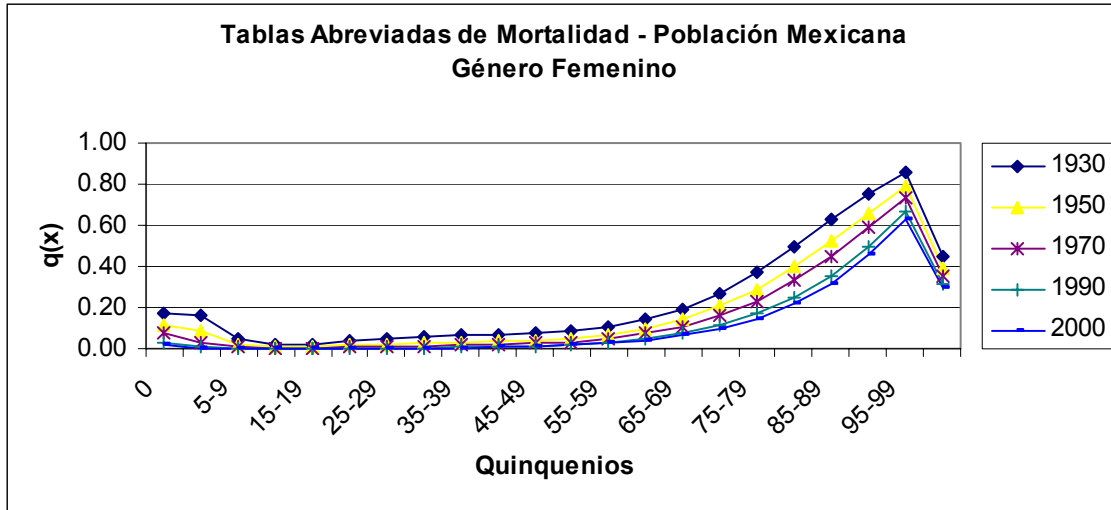
Gráfico 3.1.18



Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

<sup>9</sup> ANEXO CINCO.

Gráfico 3.1.19

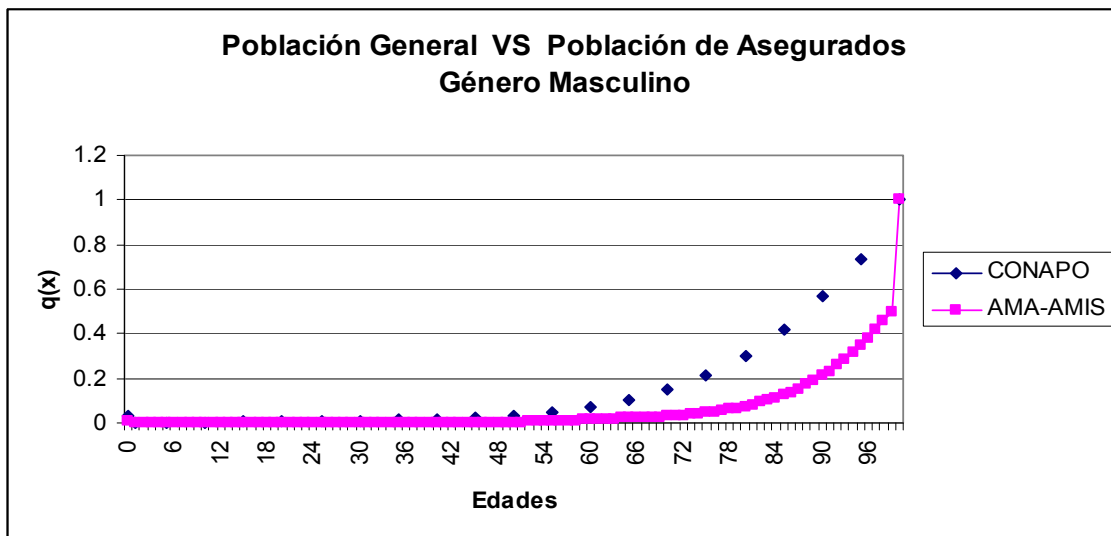


Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Evidentemente las tablas de mortalidad de la población reflejan tasas mayores a las que se observan en las tablas de Mortalidad de asegurados, lo anterior se debe a que en la construcción de las tablas de Mortalidad de asegurados se eliminan las personas sujetas a tasas anormalmente elevadas, por medio del examen médico y por otros medios de selección, al hacer esto, se eliminan a las personas que tienen malas condiciones de salud y las que tienen ocupaciones poco saludables.

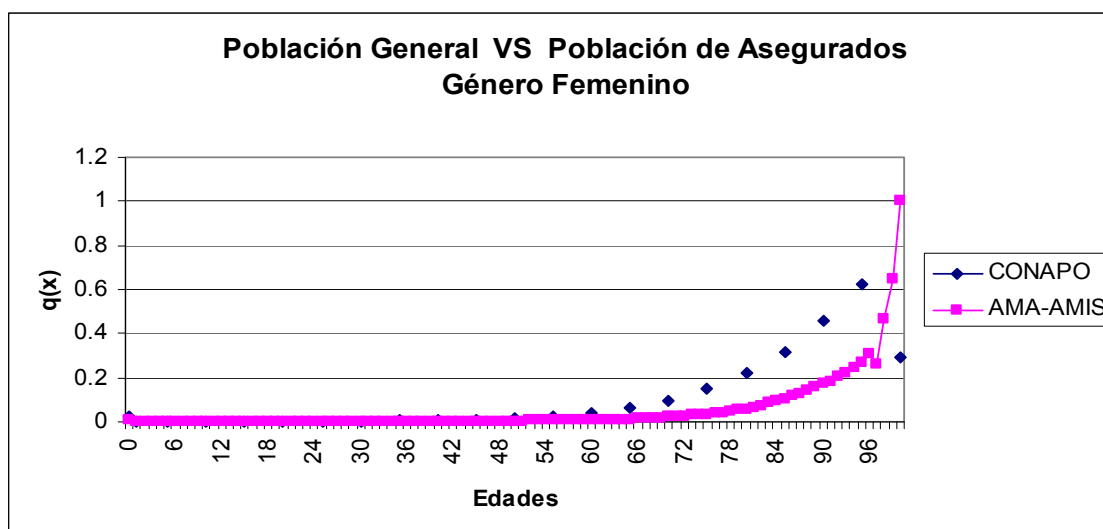
Se presenta el comparativo por género entre la población en general en comparación con la población de asegurados (Gráficas 3.1.19 y 3.1.20).

Gráfico 3.1.20



Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO y comité AMA-AMIS.

Gráfico 3.1.21



Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO y comité AMA-AMIS.

Gracias a los esfuerzos realizados por la AMA, AMIS, CNSF y CONAPO entre otras, fue posible realizar el presente análisis de la mortalidad mexicana, en el cual, se ha observado que el factor más relevante en la evolución de la mortalidad por edad y por género ha sido el factor socioeconómico.

Aunque México no es un país desarrollado, tiene un nivel de calidad de vida, además, el aumento en la esperanza de vida, nos indica que las condiciones de salud han mejorado a lo largo del tiempo.

La disminución de la mortalidad es al mismo tiempo un objetivo y una medición del desarrollo y en este sentido, en el caso mexicano, además del avance socioeconómico, la disminución de la mortalidad ha sido efecto notable de la transición demográfica y de las acciones sobre la salud pública, como parte del desarrollo encaminado a la modernidad, claro sin omitir sus consecuencias demográficas.

Se ha observado que el descenso de la mortalidad no se ha dado con la misma intensidad según el género, la edad y la época. Este fenómeno se observó en los seguros de vida individual, vida grupo y en la población en general, además, es obvio y al mismo tiempo evidente, que la mortalidad de la población asegurada en México ha tenido una importante evolución en los últimos 40 años. Es por esto que es indispensable analizarla y estudiarla constantemente.

Se conoce que para la población en general, la primera mitad del siglo pasado, las causas más comunes de muerte eran la diarrea y enteritis, paludismo, neumonía, viruela y sarampión, pero gracias al desarrollo de la medicina preventiva y a las campañas de vacunación, enfermedades como diarrea y enteritis, neumonía e influenza, tuberculosis y bronquitis han disminuido a partir del descubrimiento de la Penicilina<sup>10</sup> y otros antibióticos.

<sup>10</sup> Se le atribuye al médico inglés Alejandro Fleming el descubrimiento de la penicilina en 1929.

Cabe agregar que, no fue posible analizar dicho fenómeno para los asegurados de la seguridad social, ya que en México sólo se cuenta con dos tablas de mortalidad por género para dichos asegurados: Inválidos y no Inválidos; sin embargo, la propuesta descrita en el capítulo 5 permitirá describir con mayor precisión la mortalidad por generación.

### 3.2. Suiza

Suiza es un país desarrollado y como tal es de gran importancia mencionar los aspectos concernientes a salud y educación, ya que dichos aspectos son algunos de los más relevantes en cuanto a nuestro interés en la mortalidad.

#### Economía

- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2005 en USD (FMI,2006): 50,532
- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2006 (estimado) en USD (FMI,2006): 52,484
- ✓ Moneda: Franco suizo
- ✓ Tasa de inflación (2004): 0.8%
- ✓ Población activa (2006): 3.8 millones
- ✓ Tasa de desempleo (2003): 3.7%

#### Demografía

- ✓ Población total: 7,500,000 habitantes (2006)
- ✓ Idiomas oficiales: alemán, francés e italiano
- ✓ Esperanza de vida (2005):
- ✓ Hombres: 76.73 años
- ✓ Mujeres: 82.63 años
- ✓ Total: 79.6 años
- ✓ Promedio de hijos por mujer: 1.43
- ✓ Mortalidad infantil: 3 por cada 1,000 (2000)
- ✓ Alfabetización: 99 %
- ✓ 323 médicos cada 100,000 personas (1998)
- ✓ Agua potable: 100% (2000).

La calidad de vida está entre las más altas del mundo, siendo situada por la unidad de inteligencia del diario británico "The Economist" en segundo lugar, por delante de países como Australia, Italia, España, Francia, Reino Unido, Estados Unidos o Canadá. Es necesario mencionar que el país que se encuentra en primer lugar es Irlanda y en último lugar es para Zimbabwe.

Después de mencionar los aspectos socio-económicos de Suiza, se hace un estudio de la mortalidad de este país.

Las Tablas de Mortalidad de Suiza, son comúnmente llamadas como "Las Tablas Suizas", de estas tablas, se conoce que para el cálculo de las obligaciones derivadas de Pensiones, se utilizaban las tablas denominadas como "GRM\_80" y "GRF\_80" para género Masculino y Femenino respectivamente, posteriormente, en 1985 hubo modificaciones a la Legislación Suiza relativas a las pensiones, esto condujo a remplazar las tablas "GRM\_80" y "GRF\_80" por las tablas que actualmente son usadas, "GRM\_95" y "GRF\_95" (Cuadro 3.2.1).

Cuadro 3.2.1  
**TABLAS DE MORTALIDAD DE SUIZA (RENTISTAS<sup>11</sup>)**

Nombre de la Tabla	Fuente de Datos	Rango de Edades	Método de Construcción
GRM_95: 1995 Switzerland GRM, Group. Annuity, Male	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-126	Graduación a través de funciones de spline
GRM_80: 1980 Switzerland GRM, Group. Annuity, Male	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-117	
GRM_70: 1970 Switzerland GRM, Group. Annuity, Male	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-107	
GRF_70:1970 Switzerland GRF, Group. Annuity, Female	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-109	
GRF_95: 1995 Switzerland GRF, Group. Annuity, Female	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-126	Graduación a través de funciones de spline
GRF_80: 1980 Switzerland GRF, Group. Annuity, Female	Industry Annuitant Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-117	

Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Se presentan al igual que para el caso de México comparativos de las tablas de mortalidad correspondientes a los asegurados suizos y con esto obtener una visión general del comportamiento de la mortalidad para rentistas suizos.

De tal modo se construye el comparativo para las tablas denominadas GRM\_70, GRM\_80 y GRM\_95 utilizadas para rentistas. Se puede apreciar que los niveles de mortalidad son mucho más acelerados que los observados para México (Gráficas 3.2.1 y 3.2.2). Se sostiene que la razón para este comportamiento es que Suiza es un país desarrollado y con un nivel muy alto en cuanto a las medidas de higiene y salud pública, así como sus grandes avances tecnológicos en medicina.

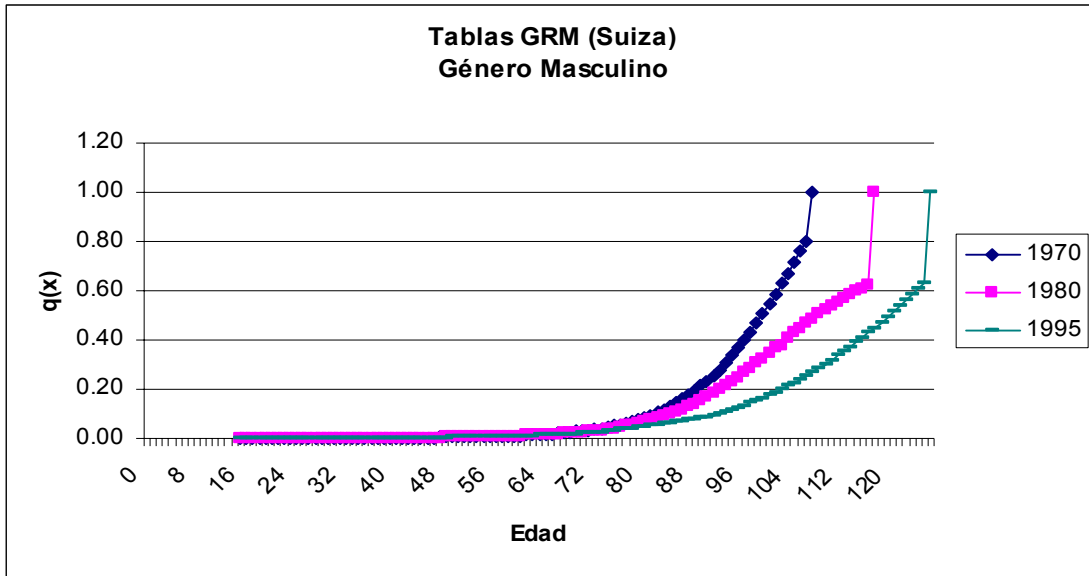
Se observó en este comparativo que la mayor diferencia en las tasas de mortalidad se dio principalmente a partir de los noventa años para ambos géneros.

<sup>11</sup> El término rentista se utiliza para describir en general a cualquier persona que tenga derecho a una renta o pensión.



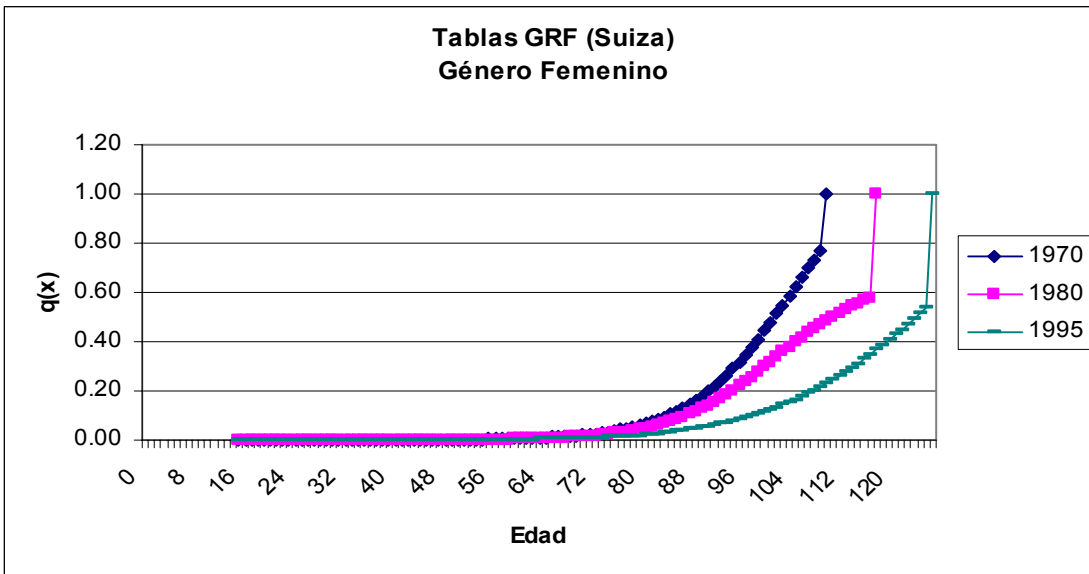
Por ejemplo, para la edad de 90 años en el período de 1970, se tiene una probabilidad de muerte de 0.232756 para hombres y 0.19734 para mujeres, mientras que para la misma edad, en el segundo período de 1980 se tuvo una probabilidad de muerte de 0.1678 para hombres y 0.1406 para mujeres, por último, para el año de 1995 se tenía una probabilidad de muerte de 0.08688 para hombres y 0.057633 para mujeres.

Gráfico 3.2.1



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.2



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Como motivo de continuar el análisis de las distintas tablas de mortalidad, se hizo una relación de las tablas de mortalidad de asegurados desarrolladas con experiencia Suiza y que han sido usadas por el sector asegurador Suizo (Cuadros 3.2.2 y Gráficas 3.2.3 y 3.2.4).

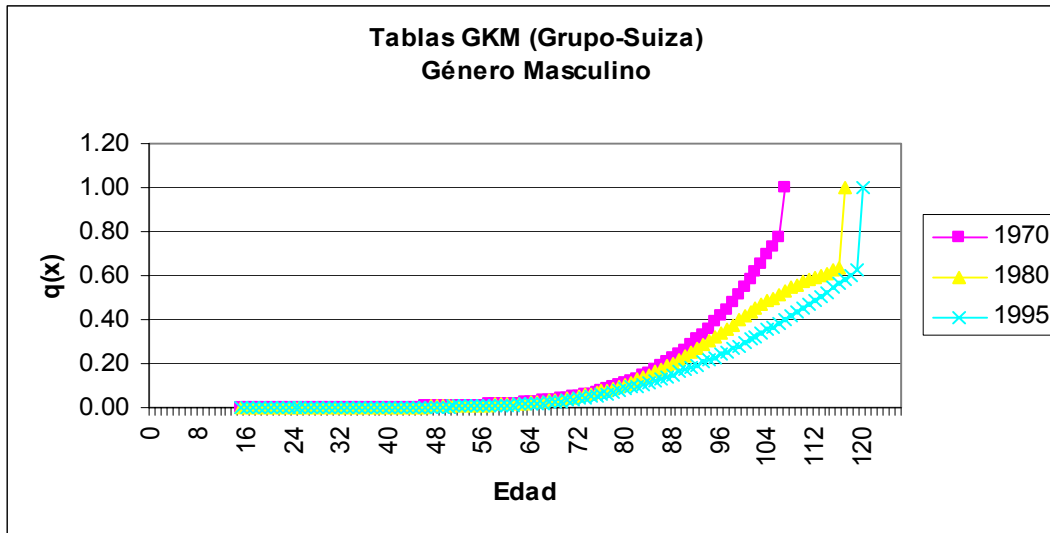
**Cuadro 3.2.2**  
**TABLAS DE MORTALIDAD DE SUIZA (ASEGURADOS)**

Nombre de la tabla	Fuente de datos	Rango de Edades
GKF_70: 1970Switzerland EKF, Group Female	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-112
GKF_80: 1980 Switzerland EKF, Group Female	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-117
GKF_95: 1995 Switzerland EKF, Group Female	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-126
GKM_70: 1970 Switzerland EKF, Group Male	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-107
GKM_80: 1980 Switzerland EKF, Group Male	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-117
GKM_95: 1995 Switzerland EKF, Group Male	Industry Data of member companies of Union of Private Life Insurers	15-120

Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

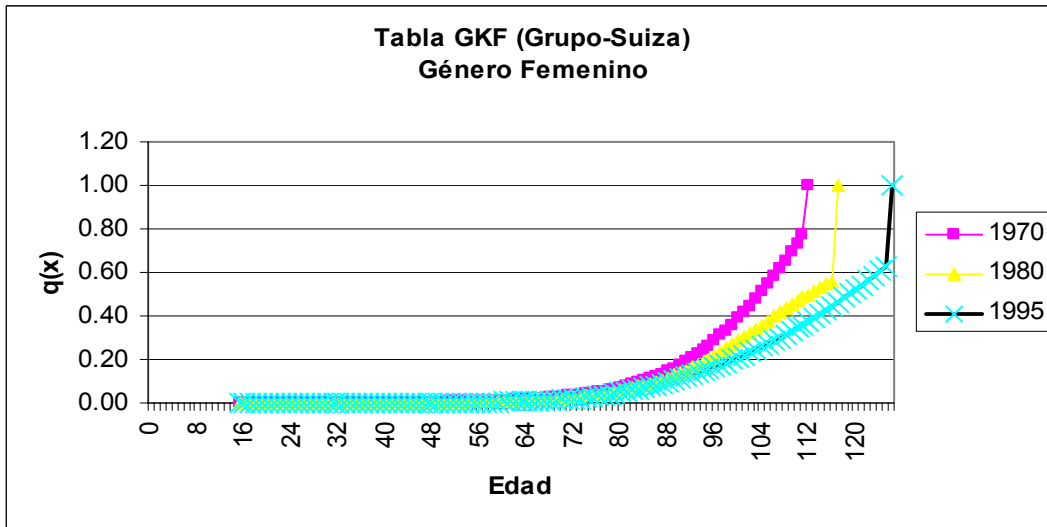
Al hacer el comparativo entre las tablas de mortalidad más relevantes tales como las tablas GKM\_70, GKM\_80, GKM\_95. Se puede observar el comportamiento de la evolución en la mortalidad Suiza para ambos géneros (Gráficas3.2.3 y 3.2.4). El descenso de la mortalidad más relevante para ambos géneros es el observado en el período de 1970 a 1995. A manera de ejemplo, tomaremos una edad fija de 90 años para hombres y mujeres, por un lado, tenemos que la probabilidad de muerte en 1970 fue de 0.263714 para el género masculino y 0.173775 para el género femenino y por otro lado, tenemos que en 1995 la probabilidad de muerte era de 0.172016 para los hombres y 0.1109336 para las mujeres.

Gráfico 3.2.3



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

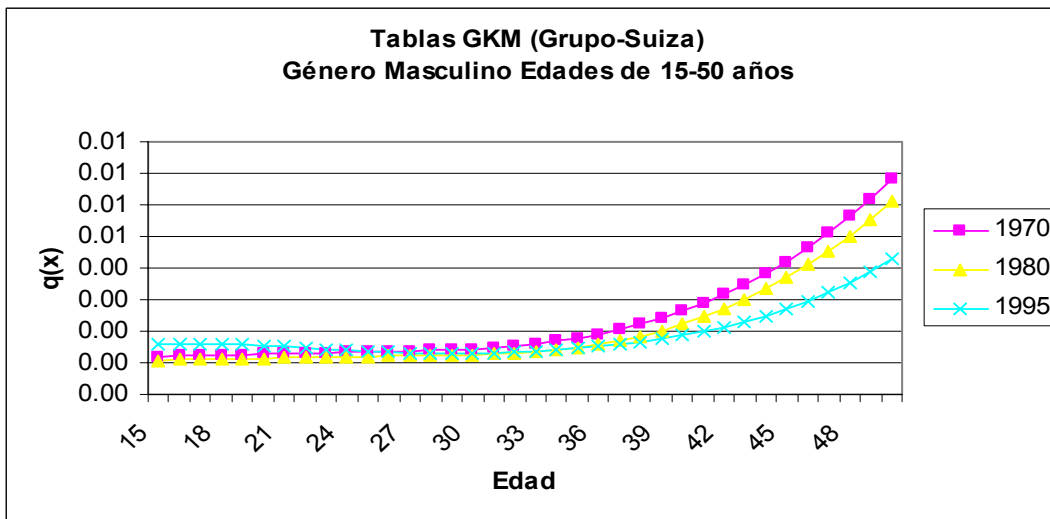
Gráfico 3.2.4



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

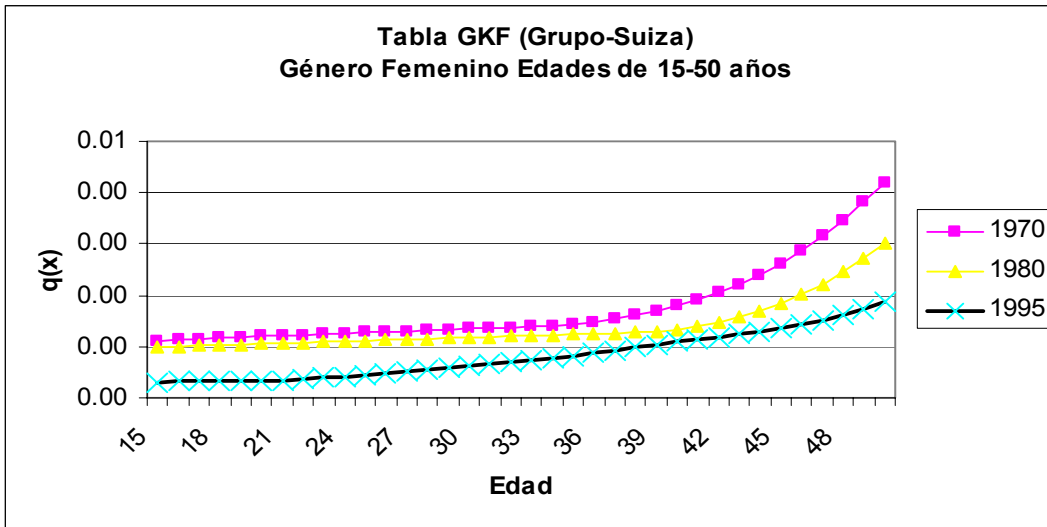
Con el fin de esclarecer este comportamiento se construyeron las siguientes graficas por grupo de edad y por género.

Gráfico 3.2.5



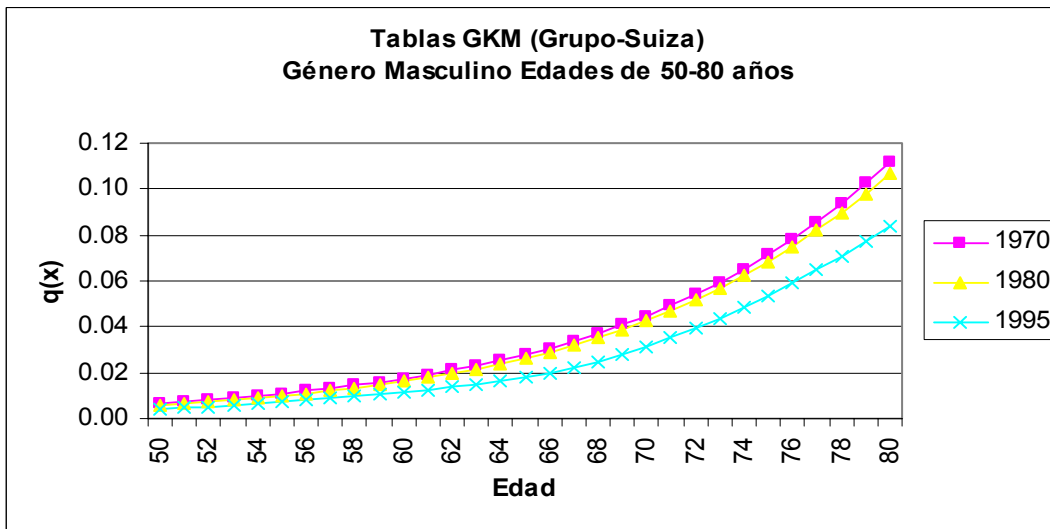
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.6



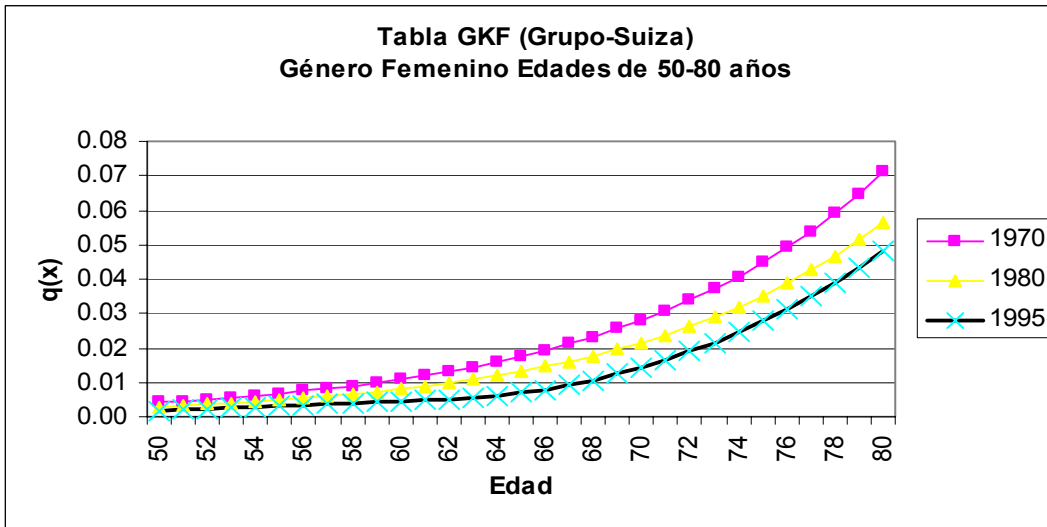
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA)

Gráfico 3.2.7



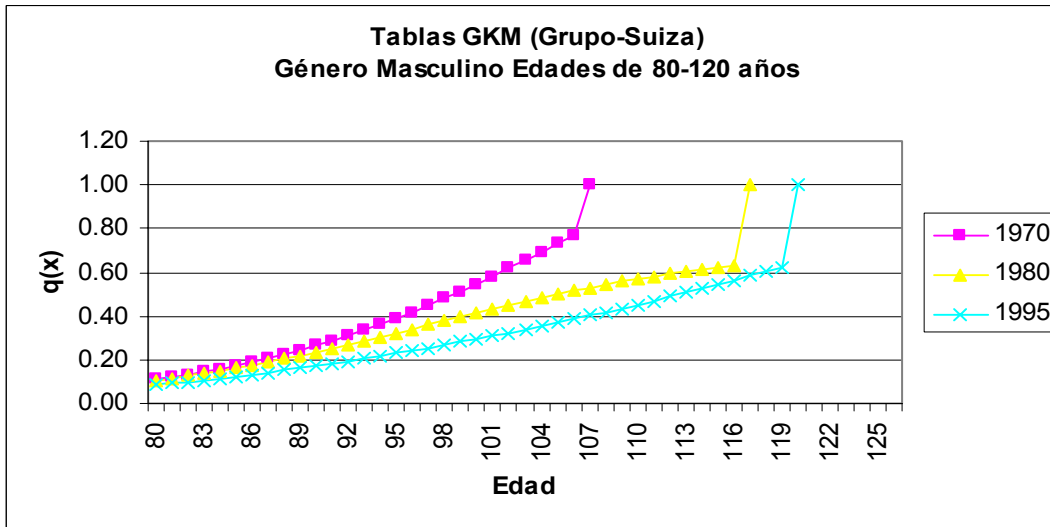
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.8



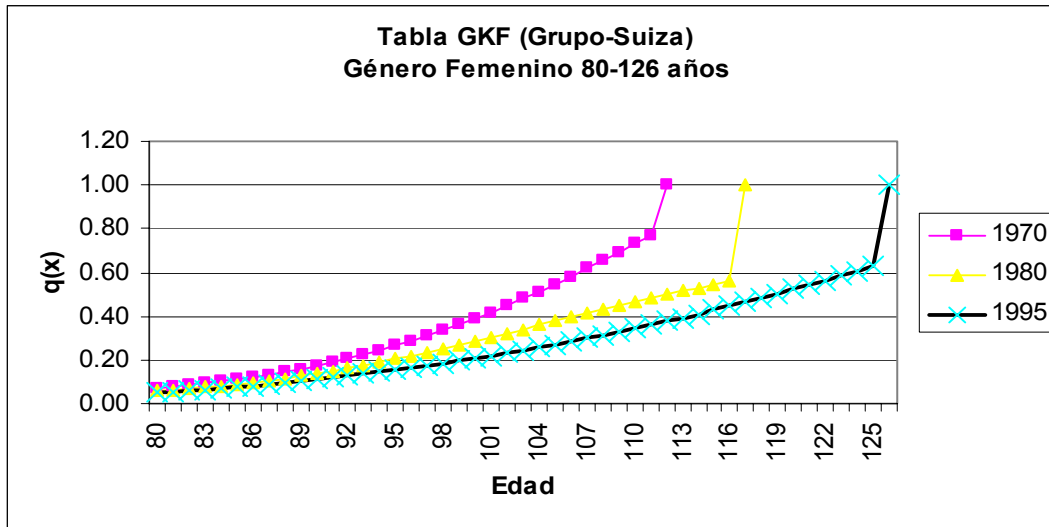
Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.9



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.10



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Los cambios de la mortalidad de manera general en la población Suiza, se evalúan utilizando la información contenida en las tablas de mortalidad separadas por género que proporciona la SOA (Society of Actuaries).

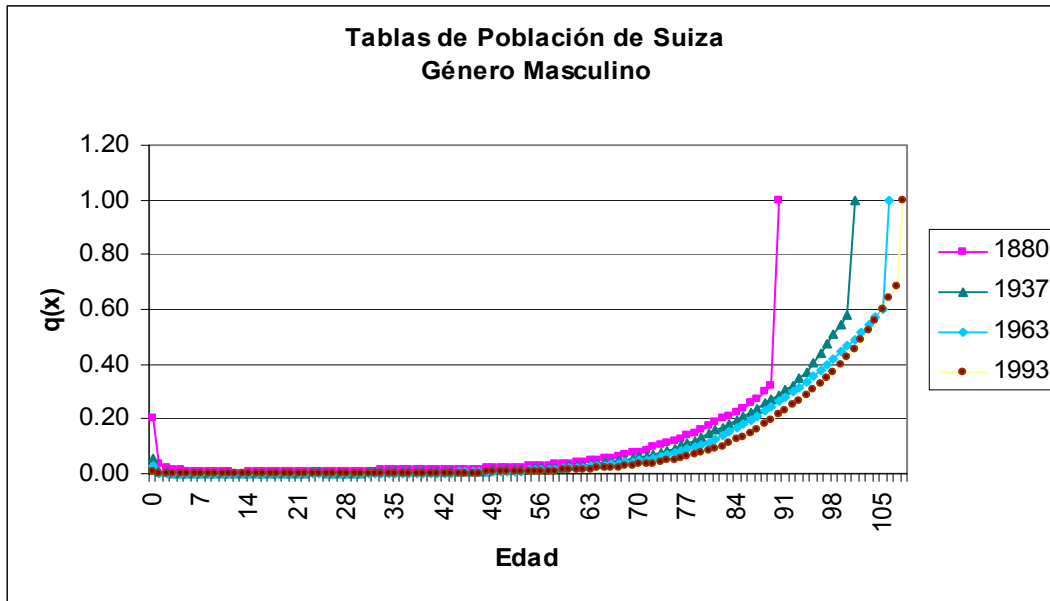
Para el presente comparativo, se utilizaron las tablas de mortalidad por género más representativas a partir del año 1880 hasta el año 1993.

El comparativo de estas tablas indica que en los períodos de 1880 a 1963 y de 1963 a 1993 Suiza experimentó las disminuciones más notables de la mortalidad para ambos géneros.

Por ejemplo, para la edad de 85 años en el período de 1880, se tiene una probabilidad de muerte de 0.23951 para hombres y 0.23928 para mujeres, mientras que para la misma edad, en el segundo período de 1963 se tuvo una probabilidad de muerte de 0.18147 para hombres y 0.15872 para mujeres, por último, para el año de 1993 se tenía una probabilidad de muerte de 0.13472902 para hombres y 0.091517378 para mujeres (Gráficos 3.2.11 y 3.2.12).

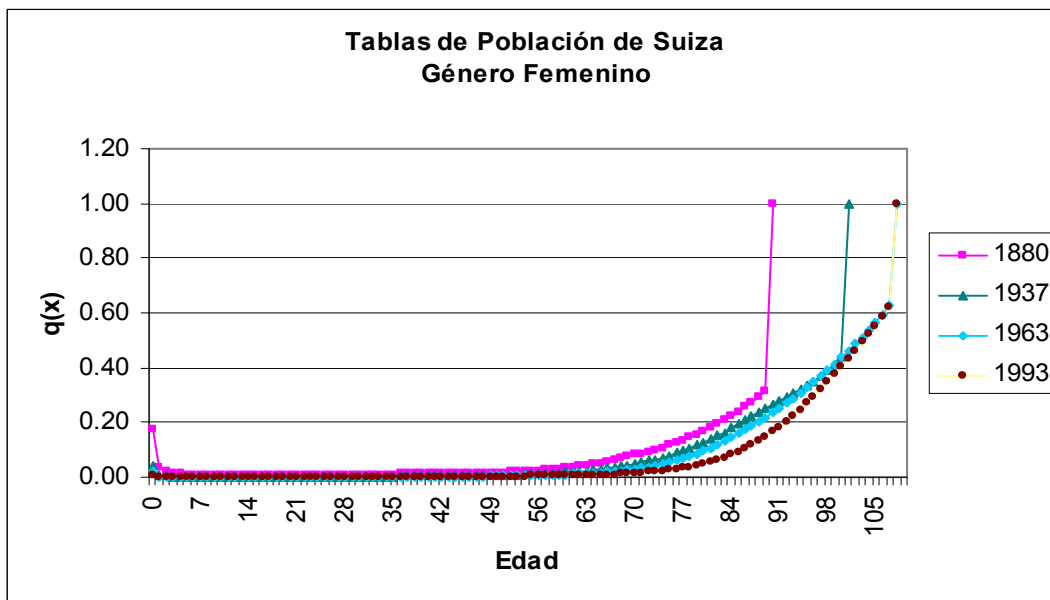
Como se vio para el caso de México, era de esperarse que las tablas de mortalidad de la población reflejaran tasas mayores a las que se observaron en las tablas de mortalidad de asegurados.

Gráfico 3.2.11



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gráfico 3.2.12



Fuente: elaboración propia con base en datos del programa Table Manager 3.0 (SOA).

Gracias a la información que en Europa proporciona el INE (Instituto Nacional de Estadística) a través de su página Web, se obtuvieron series históricas de datos que corresponden a la evolución de la esperanza de vida en Suiza en el período comprendido entre los años 1980 y 2004.

Las mujeres suizas tienen una clara tendencia de sobrevivir más años que los hombres suizos y no sólo eso, es evidente que una mujer Suiza tiene una esperanza de vida mucho mayor a la de una mujer mexicana.

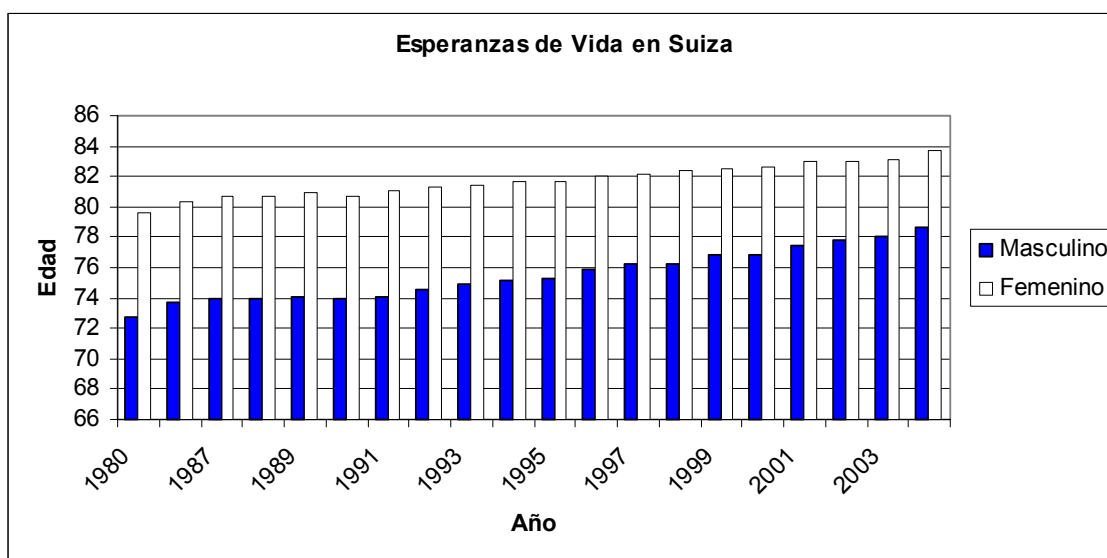
A fin de ilustrar mejor la evolución de las esperanzas de vida experimentadas por Suiza, se realizó un cuadro resumen que describe a grandes rasgos los años de vida ganados por género, también se construyó una gráfica representativa de las series históricas obtenidas.

Se resalta que aún cuando las mujeres tienen mayor esperanza de vida, no significa que su avance en años de vida ganados sea mayor que para los hombres. Cabe agregar que el incremento mas significativo en la esperanza de vida se presentó en el período analizado 1990-2000, ganando 2.9 años el hombre y 1.9 años la mujer (Cuadro 3.2.3 y Gráfico 3.2.13).

Cuadro 3.2.3		
Período	Años ganados por género (Suiza)	
	Masculino	Femenino
1980-1990	1.2	1.1
1990-2000	2.9	1.9
2000-2004	1.7	1.1

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE de España.

Gráfico 3.2.13



Fuente: elaboración propia con base en datos del INE de España.

### 3.3. España

España, al igual que Suiza, es un país desarrollado y como tal, se investigó a grandes rasgos su situación socio-económica.

#### Economía

- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2005 en USD (FMI,2006): 27,226
- ✓ PIB (nominal) per cápita, 2006 (estimado) en USD (FMI, 2006): 29,266
- ✓ Moneda: euro
- ✓ Tasa de inflación (2006): 2.7%
- ✓ Población activa (2005): 20,885,700
- ✓ Tasa de desempleo (2005): 8.3%



De acuerdo con la clasificación establecida por el Banco Mundial para 2004, España es la octava economía del mundo. La esperanza de vida de su población está entre las 3 más elevadas del mundo y la mortalidad infantil entre las más bajas.

Demografía (INE, 2006)

- ✓ Población total (2006): 44,708,964
- ✓ Idiomas oficiales: español, catalán, valenciano, vasco, gallego, aranés
- ✓ Esperanza de vida (2005):
- ✓ Hombres: 75.25 años
- ✓ Mujeres: 82.16 años
- ✓ Total: 78.71 años
- ✓ Promedio de hijos por mujer (2005): 1.329
- ✓ Tasa de mortalidad infantil (2005): 3.99 por mil nacidos vivos

La calidad de vida está entre las más altas del mundo, siendo situada por la unidad de inteligencia del diario británico "The Economist" en décimo lugar, por delante de países como Francia, Reino Unido, Estados Unidos o Canadá.

España está bien equipada en términos de infraestructura tecnológica e industrial, habiendo proliferado en los últimos años los parques tecnológicos en las principales áreas Industriales, así como en torno a las Universidades y Centros de Investigación y Desarrollo.

Después de mencionar los aspectos socio-económicos de España, se hace el estudio de la mortalidad de este país. El estudio de la mortalidad de una población es esencial tanto para el conocimiento de la evolución de sus principales indicadores (esperanza de vida, mortalidad infantil,...) como para el establecimiento de proyecciones demográficas.

Además, el progresivo envejecimiento que viene experimentando la población de España, con la consecuente incidencia en la planificación de los sistemas sanitarios y de pensiones, ha aumentado el interés por dicho fenómeno.

Si bien la publicación de tablas de mortalidad a nivel nacional constituye una tarea ya tradicional para el INE (Instituto Nacional de Estadística), la creciente demanda de información por comunidades autónomas impulsó la difusión, en el año 1998 por primera vez, de tablas de mortalidad.

El descenso registrado en la mortalidad española durante el decenio de los años setenta se continuó, aunque con menor intensidad, en el primer quinquenio de los ochenta. Sin embargo, en los años siguientes, esta evolución favorable ha venido acompañada por cambios de tendencia en las tasas observadas a ciertas edades jóvenes (fundamentalmente entre los varones de 18 a 35 años), lo cual ha constituido una novedad poco afortunada respecto a años anteriores.

En el caso particular de la mortalidad infantil, el riesgo de muerte de los menores de un año se sitúa en el año 1990 es de 8.5 para los niños y 7.1 para las niñas.

La trayectoria de la mortalidad entre 1985-1990 se presentó desfavorable, con un incremento de las tasas de mortalidad correspondiente a las edades entre los 18 y los 35 años. El INE al examinar el origen del aumento de las defunciones a estas edades jóvenes, observó su concentración en tres causas de muerte: accidentes de tráfico, sida y drogadicción. Sin embargo, los estudios del INE de mortalidad por accidentes de tráfico registran una disminución general durante el período 1990-1996, que es significativa entre los 15 y los 30 años.

En la mortalidad por sida hay que destacar el aumento de las probabilidades de muerte entre los 25 y 40 años durante el período 1990-1995, comenzando después un paulatino descenso.

En lo que se refiere a la tercera de las causas, la drogadicción, hay que constatar que es la de menor incidencia; los riesgos de morir por esta causa son muy bajos y, tras el aumento observado entre 1985 y 1990, puede decirse que se mantienen estables desde el año 1992.

Si se consideran los otros intervalos de edad, las disminuciones registradas en las probabilidades de muerte en edades superiores a 42 años, entre 1990 y 1998 son de nuevo, decrecientes, hasta el punto de resultar apenas perceptibles, con la salvedad de los progresos observados entre los 50 y los 60 años de edad (INE, 2004).

Según el INE, la mejora experimentada de mortalidad en las edades jóvenes durante los años noventa, se refleja en un aumento de la esperanza de vida al nacimiento de la población total de 1.84 años entre 1990 y 1998. Esta evolución favorable se ha producido, por regla general, de forma muy intensa en el grupo de 15 a 25 años durante la primera mitad de la década y hasta los 40 años durante la segunda.

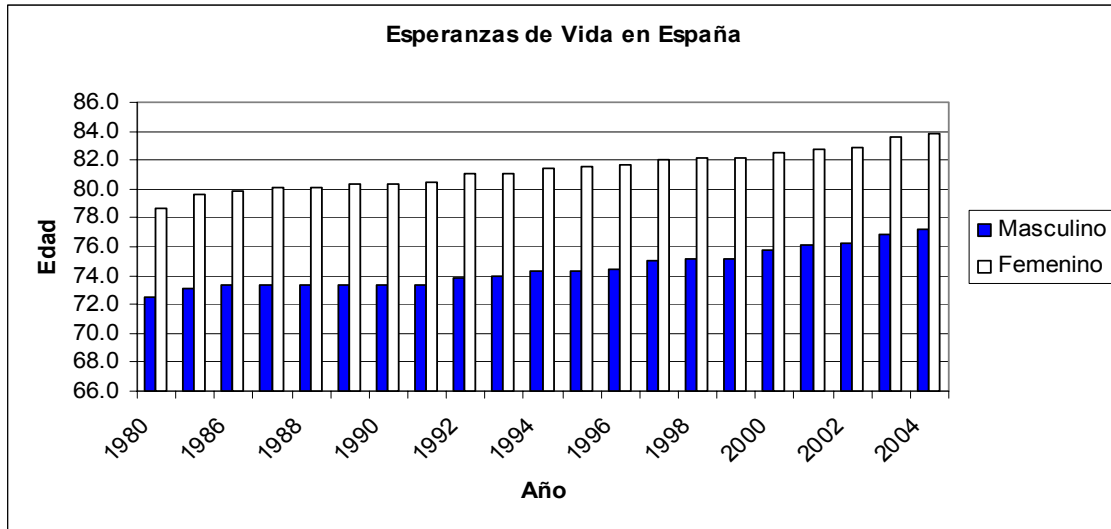
Mediante la recolección de series históricas del INE, por lo mencionado en el capítulo anterior, era de esperarse que la esperanza de vida de la mujer fuera mayor a la del hombre y no sólo eso, sino que la esperanza de vida ha aumentado para ambos géneros. Por ejemplo una mujer que nació en el año 1980 tenía una esperanza de vida de 78.6 años, mientras que una mujer nacida en el año 1990 tiene la esperanza de vivir 80.3 años, es decir, que en un lapso de tiempo equivalente a 10 años, dicha esperanza aumentó 1.7 años

Con la finalidad de analizar un poco más el aumento en las esperanzas de vida, se observó que en el período 1980-1990 las mujeres representaron el mayor incremento en la esperanza de vida; sin embargo, el hombre tiene el aumento mas representativo al incrementar de 0.8 a 2.5 años del primer período al segundo (Cuadro 3.3.1 y Gráfico 3.3.1).

Período	Años ganados por género (España)	
	Masculino	Femenino
1980-1990	0.8	1.7
1990-2000	2.5	2.2
2000-2004	1.4	1.3

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE de España.

Gráfico 3.3.1



Fuente: elaboración propia con base en datos del INE de España.

Es necesario resaltar que el resultado anterior para el conjunto nacional, no se observa en todas las comunidades autónomas, aún cuando, de forma general, ha aumentado la esperanza de vida al nacimiento.

Entre los hombres, sólo en las comunidades autónomas de Cantabria y Navarra el incremento fue mayor en la década de los ochenta que en los ocho primeros años de los noventa y en el caso de las mujeres, la tendencia no se asemeja a la del total nacional en las comunidades autónomas de Illes Balears, Cataluña, Extremadura, Galicia y Comunidad de Madrid (INE, 2004).

En el mercado asegurador de España era frecuente el uso de las tablas suizas "GRM\_80" y "GRF\_80" para el cálculo de las obligaciones derivadas de pensiones, posteriormente, se aplicaban con una reducción de las edades de dos años, para tener en cuenta el descenso de la mortalidad. Mas adelante, cuando son reemplazadas estas tablas por las tablas "GRM\_95" y "GRF\_95", se creyó que estas tablas serían más eficientes; sin embargo, dichas tablas no eran las más adecuadas para la valoración de pensiones bajo el esquema español.

Es evidente que en España hay un desarrollo bastante acusado en el aumento de la esperanza de vida. Las tasas de mortalidad se han ido reduciendo más cada año y es previsible que esta tendencia se mantenga en el futuro.

Al igual que muchos países desarrollados y otros en vías de desarrollo, se está experimentando la teoría de la transición demográfica. En el XVII Seminario Internacional de Seguros y Fianzas realizado en Noviembre del 2005, Ricardo Lozano (Director General de Seguros y Fondos de Pensiones) señaló que España está viviendo un shock demográfico, presentando reducción de las tasas de fertilidad; aumento en la esperanza de vida; reducción en la natalidad; aumento de la tasa de inmigración además de una clara incertidumbre para los Sistemas de Pensiones y Sanidad Públicos.

Este shock demográfico, motivó al mercado asegurador español a desarrollar una tabla de mortalidad para rentistas. Así, en febrero de 2000, la UNESPA (Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras) solicitó la colaboración de Swiss Re en la coordinación del proyecto mencionado. Además de la participación de los técnicos de Swiss Re, se contó con la colaboración de técnicos de la patronal<sup>12</sup> del seguro español, expertos de Münchener, Bayerische y Nacional de Reaseguros.

El objetivo era desarrollar una tabla Dinámica, es decir, una tabla generacional, para poder contemplar el cambio de la mortalidad, ya que dicha probabilidad depende no sólo de la edad y del género de la persona, sino también de la generación a la que pertenece. De tal modo que las probabilidades destinadas a años futuros tienen en cuenta la disminución de la mortalidad del momento actual y el año correspondiente.

El método de proyección de la mortalidad española fue el modelo exponencial, con un porcentaje fijo de mejora anual  $[q_{x,t} = q_{x,t_0} * e^{-\lambda_x * (t-t_0)}]$ .

Como primer paso del proyecto se construyó una tabla básica representativa de la mortalidad actual de los rentistas denominada como la mortalidad de base ( $q_{x,t_0}$ ), seguido de esto, era preciso observar el desarrollo de la mortalidad para poder pronosticar su evolución futura ( $q_{x,t}$ ).

En el primer intento para la construcción de la mortalidad de base, la UNESPA proporcionó alrededor de 12.92 millones de registros. Estos datos sufrieron algunas depuraciones por parte de Swiss Re ya que los datos eran dudosos. Quedaron aproximadamente 11.76 millones de registros. Sin embargo, con estos datos se obtuvieron tasas de mortalidad poco razonables y daba la impresión de que la fecha de fallecimiento no había sido registrada. Esto se confirmó al revisar que muchos de los datos correspondían a productos de ahorro puro, en los que el supuesto de fallecimiento no importa, ya que los beneficios no varían, por lo tanto no se computaba la salida por fallecimiento.

Por lo anterior, el grupo de trabajo llegó a la conclusión de que no disponían de la suficiente información para aplicar un método de ajuste adecuado para la generación de una tabla de rentistas. En consecuencia, con base en la experiencia de otros países, se decidió tomar como referencia los datos poblacionales y determinar "factores de selección", comparando la mortalidad de la población total y las experiencias de otros países.

La comparación de los niveles de mortalidad de la población entre España y Suiza aporta resultados muy similares por lo que se consideró pertinente observar los "factores de selección" que se utilizan en Suiza para un negocio parecido.

Así, se comparó la tabla EVK 90 (Fondo de Pensión de los Empleados del Estado 1982-1987) con el promedio de la mortalidad de la población total de los años 1980 y 1990 y la experiencia de seguros de grupo de los años 1981-1984 con la mortalidad de la población de los años 1978-1983.

La tabla EVK 90 incluye márgenes, en consecuencia, se decidió determinar los "factores de selección" con base en la experiencia de los seguros de grupo y se hizo un ajuste con una regresión lineal entre las edades 50 y 100 para obtener una curva lineal (Reflejos, 2001).

<sup>12</sup> La Patronal de seguros, mantiene como prioridad absoluta, satisfacer las exigencias de los asegurados y mantener constantemente actualizadas a las aseguradoras para brindar el mejor servicio y al costo justo.

Así pues, antes de aplicar los “factores de selección” para obtener la mortalidad de base, fue necesario extrapolar la tabla de la población para las edades superiores a 89 años. Esto se hizo con base en las tasas de mortalidad de la población Suiza, adaptándolas mediante un factor corrector al nivel español para la edad de 89 años.

Al concluir el análisis de datos, el 15 de Octubre del año 2000 se publicaron las tablas PERM/F C 2000 para el negocio de cartera y las PERM/F P 2000 para nueva producción por la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, dichas tablas, son de supervivencia adaptadas a la experiencia española y que además incorporan la necesaria dinamicidad, constituyendo las primeras tablas generacionales<sup>13</sup> de las que se ha dispuesto en el país de España. Además, se ha generalizado su utilización tanto para la determinación del precio, como para el cálculo de las reservas de rentas en España.

---

<sup>13</sup> ANEXO SEIS.

## Capítulo 4 . Proceso de Elaboración de Tablas de Mortalidad Estáticas

Como se mencionó en el primer capítulo, el instrumento tradicional que permite almacenar y acceder a la información que resume la expectativa que tiene una persona de morir o sobrevivir dentro de un período de tiempo es la tabla de mortalidad.

Se ha observado en el tercer capítulo que cada población tiene una tabla de mortalidad diferente a las demás poblaciones, de hecho si se analizan los subconjuntos particulares de una población, estas presentarían probabilidades de muerte significativamente diferentes a la del resto de la población.

Lo anterior se puede corroborar observando la mortalidad que el CONAPO ha descrito y analizado para cada estado de nuestro país, esto se debe en gran medida a los niveles de higiene, salud, tecnología médica y todos aquellos factores mencionados en el capítulos anteriores.

Gracias a esto, se puede tener tablas de mortalidad por género, fumadores y no fumadores, entre otras.

Algunos autores afirman que este tipo de tablas no son estáticas y argumentan que: "conforme una población cambia con el paso del tiempo, cambian sus expectativas de supervivencia y por lo tanto su tabla de mortalidad". Si se analiza este texto se pueden dar argumentos para contradecirlo ya que el "tiempo" y los "cambios en las expectativas de supervivencia" se desarrollan de manera continua; sin embargo, las tablas de mortalidad no se desarrollan de la misma manera ya que son construidas, la mayoría de ellas, en períodos determinados por ejemplo cada 5 o 10 años.

En adición a lo anterior, en las tablas de mortalidad mencionadas, las probabilidades de muerte así como el resto de las funciones biométricas, varían exclusivamente en función de la edad del individuo, pero no del tiempo físico concreto y, por tanto, en este tipo de tablas la probabilidad de muerte para una persona de edad 60 que nació en el año de 1930 o en el año de 1945 es simplemente la misma.

Los tres tipos de tablas básicas de mortalidad son: la tabla selecta, la última y la agregada.

La tabla selecta es aquella que muestra las tasas de mortalidad no solamente por edades sino también por la antigüedad del seguro, esto es, el tiempo transcurrido desde la selección.

La tabla última es aquella que muestra las tasas de mortalidad después de que el efecto de selección ha desaparecido.

La tabla agregada es aquella que muestra las tasas de mortalidad que varían sólo por las edades de los asegurados.

Es necesario aclarar que una probabilidad de muerte no es lo mismo que una tasa de mortalidad. Una tasa es un promedio unitario respecto al tiempo mientras que una probabilidad es una función con características muy específicas que asocia a un evento con la frecuencia con la que puede ocurrir dicho evento.

### 4.1. Elementos

Una tabla de mortalidad sigue a una cohorte hipotética de personas que nacieron al mismo tiempo, llamado el "radix", por su proceso a diferentes edades, donde la cohorte se reduce de una edad a otra conforme a una serie de tasas de mortalidad por edad, hasta que todas las personas de esa cohorte hayan muerto. Generalmente el "radix" es de la forma  $10^n$  donde  $n \in \mathbb{N}$ .

La mayoría de los elementos de la tabla de mortalidad son probabilidades o bien, son conceptos derivados de estas.

Es importante enfatizar que para podernos dar a entender en un contexto general, la mayoría de los elementos actuariales cuentan con una nomenclatura ya establecida.

A continuación se presentan los elementos más relevantes que deben tener las tablas de mortalidad.

$x$  : Representa una persona de edad  $x$  .

$w$  : Representa la última edad en la tabla.

$l_0$  : Se conoce como "radix" poblacional.

$l_x$  : Representa el número de personas con vida a una edad  $x$  .

${}_n d_x$  : Es el número de fallecimientos o decesos de un grupo de individuos entre las edades  $x$  y  $x + n$  . Donde  ${}_n d_x = l_x - l_{x+n}$

Los siguientes elementos representan probabilidades y se definen con base a lo que se conoce como probabilidad clásica, es decir, casos favorables entre casos totales.

${}_n q_x$  : Es la probabilidad de que una persona de edad  $x$  fallezca dentro de los siguientes  $n$  años, es decir, que no llegue con vida a edad  $x + n$  .

${}_n q_x = \frac{{}_n d_x}{l_x}$       Donde los casos favorables son denotados por  ${}_n d_x$  y los casos totales, son denotados por las  $l_x$  .

${}_n p_x$  : Es la probabilidad de que una persona de edad  $x$  llegue con vida a edad  $x + n$  , es decir, que viva  $n$  años más.

Si consideramos desde el punto de vista probabilístico, el fenómeno tiene un éxito o un fracaso y, por tanto, ambos deben sumar uno.

$$\begin{aligned}
 {}_n p_x + {}_n q_x &= 1 & \Rightarrow {}_n p_x &= 1 - {}_n q_x & \Rightarrow {}_n p_x &= 1 - \frac{{}_n d_x}{l_x} & \Rightarrow {}_n p_x &= \frac{l_x - {}_n d_x}{l_x} \\
 \Rightarrow {}_n p_x &= \frac{l_x - (l_x - l_{x+n})}{l_x} \\
 \therefore {}_n p_x &= \frac{l_{x+n}}{l_x}
 \end{aligned}$$

La esperanza de vida se define como el número de años que en promedio vivirá una persona de edad  $x$ . Se dice que existen dos tipos de esperanzas de vida:

$e_x^0$ : Esperanza de Vida Completa.

$$e_x^0 = \frac{1}{2} + \sum_{t=1}^{w-x} {}_t p_x \quad \therefore e_x^0 = \frac{1}{2} + \frac{1}{l_x} * \sum_{t=1}^{w-x} l_{x+t}$$

$e_x$ : Esperanza de Vida Abreviada.

$$e_x = \sum_{t=1}^{w-x} {}_t p_x \quad \therefore e_x = \frac{1}{l_x} * \sum_{t=1}^{w-x} l_{x+t}$$

## 4.2. Metodología

Las tablas de mortalidad tienen relación con el pasado y el futuro, ya que las tasas de mortalidad son una proyección futura basada en la observación de la experiencia pasada, considerando el supuesto de que las tasas serán apropiadas en un futuro.

Para construir esta tabla, se requiere de la experiencia suficiente e información confiable de expuestos y siniestros. Es necesario observar el comportamiento de varios años tomando en cuenta que el período involucrado no debe ser tan largo.

### 4.2.1. Modelos más conocidos de Mortalidad

Dentro del aspecto Actuarial, se ha tratado de explicar la mortalidad mediante una fórmula matemática, esto se debe a la practicidad deseada de tener una función con pocos parámetros, en vez de tener una tabla de mortalidad con 100 parámetros o probabilidades de muerte.

Con el objetivo de representar a la mortalidad mediante una función, los modelos más conocidos son: De Moivre, Gompertz, Makeham y Weibull.



En 1724, Abraham De Moivre fue el primero en proponer una expresión para representar a la fuerza de mortalidad, con esto, sugirió que el número de personas con vida a edad  $x$  podría ser representado por una función lineal

$$l_x = k(w - x) \quad \text{Donde } k \text{ representa el número de muertes constantes en cada año.}$$

Sin embargo, el reconoció que este modelo era una burda aproximación y sugirió que sólo fuera usado en los rangos de 12 a 86. Se conoce que su objetivo era tener una forma práctica de calcular los valores de las anualidades, que en aquellos tiempos era una tarea muy complicada. Así, la expresión para la fuerza de mortalidad<sup>14</sup> fue

$$\mu_x = (w - x)^{-1} \quad \text{Para } 0 \leq x \leq w$$

En 1825, la hipótesis de Benjamín Gompertz fue que "El poder del hombre para resistir a la muerte decrece a una tasa proporcional a esa resistencia" (Orta, 2002). Utilizó  $\mu_x$  como medida de susceptibilidad a la muerte y usó el recíproco de la tasa instantánea de mortalidad con relación a un tiempo infinitamente pequeño para medir la resistencia a la muerte. Así, la expresión para la fuerza de mortalidad fue

$$\mu_x = Bc^x \quad \text{Para } B > 0, c > 1 \text{ y } x \geq 0 \text{ donde } B \text{ y } c \text{ son los parámetros por estimar.}$$

Lo anterior equivale a suponer que la fuerza de mortalidad se incrementa en forma de progresión geométrica. Gompertz delimitó el uso de esta fórmula para períodos de 10 o 15 a 55 o 60 años, ya que no se puede usar para todo el rango de edad sin hacer ajustes en algunos puntos generalmente entre 50 y 60.

Otra hipótesis de Gompertz fue que existían dos fuerzas que influían en la determinación de una ley de mortalidad. La primera era que la fuerza mortalidad crece conforme la edad aumenta y la segunda fue que el riesgo de morir existía para cualquier edad.

Posteriormente, en 1860, Makeham incluyó una constante para representar la segunda fuerza mencionada por Gompertz. Esta puede ajustarse a través de todo el rango de vida; sin embargo, constituye una función monótona y por lo tanto no describe adecuadamente la curva que la mortalidad presenta en las edades jóvenes e incluso medianas, es por esto que se recomienda aplicarla desde la edad de 20 años hasta el final de la tabla.

$$\mu_x = A + Bc^x \quad \text{Con } B > 0, A \geq -B, c > 1 \text{ y } x \geq 0$$

Ciertamente, podemos dar libertad a los parámetros siempre y cuando cumplan las restricciones antes descritas, pero, se conoce que los rangos óptimos de dichos parámetros son

$$0.001 < A < 0.003, 10^{-6} < B < 10^{-13}, 1.08 < c < 1.12 \dots\dots(\text{Orta, 2002})$$

---

<sup>14</sup> La fuerza de mortalidad denotada por  $\mu_x$  se define como la tasa instantánea de mortalidad que afecta a una persona de exactamente edad  $x$ .

Las leyes de Gompertz y Makeham tienen propiedades que son de gran relevancia en la simplificación de probabilidades conjuntas envolviendo la supervivencia de más de una vida. Incluso permite la aplicación de la distribución uniforme de muertes que simplifican en gran medida el cálculo de funciones de anualidades, primas y reservas.

Además, las curvas obtenidas con la última expresión para la fuerza de mortalidad son suaves, continuas, diferenciables e incluyen pocos parámetros. Aún con estas ventajas, cada ley tiene parámetros no especificados, por lo que estas leyes sólo proporcionan distintas funciones matemáticas.

Por último, en 1939, Weibull presentó un modelo para la fuerza de mortalidad con mayor flexibilidad que los demás modelos. Dicho modelo tiene tres parámetros por estimar

$$\mu_x = k(x - a)^n \quad \text{Con } x \geq a, k > 0 \text{ y } n > 0$$

Es necesario mencionar que a pesar de todas estas aproximaciones para representar la mortalidad, debido a los avances tecnológicos, han dejado de cobrar tanta importancia, ya que actualmente se cuenta con Software avanzado, específicamente manejadores de bases de datos que facilitan el manejo de tablas de mortalidad. Algunos de estos manejadores de bases de datos son Access, Oracle, Visual FoxPro, Visual Basic, entre otros.

#### 4.2.2. Desarrollo de una Tabla de Mortalidad

Antes de comenzar a calcular probabilidades y elementos correspondientes de una tabla de mortalidad, es necesario recopilar información relevante de la misma. Por lo anterior, a continuación se presenta información relevante correspondiente a la tabla de mortalidad que se eligió para el presente desarrollo.

Nombre de la Tabla: Mexican 2000 individual men table – Male

Tipo de Tabla: Agregada

Volumen de los datos: 1,700,905 expuestos y 4,170 siniestros

Referencia de publicación: Publicación especial de la AMA y AMIS Junio 2000

El Método utilizado para la Construcción de la probabilidad de muerte  $q_x$  de esta tabla fue básicamente utilizar los datos de los años de observación 1995, 1996 y 1997, agrupándolos posteriormente en edades quinquenales. Los métodos de graduación que se utilizaron fue el de Jenkins y Makeham.

Es necesario mencionar que la metodología para la construcción de esta tabla<sup>15</sup>, se encuentra en el documento "Tabla de Mortalidad México 2000" elaborado por El Comité de Mortalidad AMA – AMIS.

$$w = 100$$

$$l_0 = 100,000$$

Se supone que  $n = 1$

$$\text{Se sabe que } {}_n q_x = \frac{{}_n d_x}{l_x} \Rightarrow q_x = \frac{d_x}{l_x} \Rightarrow d_x = l_x * q_x \dots\dots (1)$$

Con base en los datos que tenemos, evidentemente el primer cálculo a realizar es  $d_x$  para  $x = 0$ .

$$\text{Gracias a la expresión (1), se tiene que } d_0 = l_0 * q_0 = 100,000 * 0.007831 \therefore d_0 = 783$$

$$\text{También se sabe que } {}_n d_x = l_x - l_{x+n}$$

$$\text{Como } n = 1 \text{ se tiene que } d_x = l_x - l_{x+1} \Rightarrow l_{x+1} = l_x - d_x \dots\dots (2)$$

$$\text{Dado que } x = 0 \text{ y usando la expresión (2)} \Rightarrow l_1 = l_0 - d_0 \therefore l_1 = 99,217$$

En el resto de la tabla, no se aplican las expresiones (1) y (2) para el resto de las edades y las formulas para las esperanzas de vida y la probabilidad de sobrevivir. Cabe agregar que para desarrollar los cálculos de los elementos mencionados con anterioridad en el numeral 4.1 del presente capítulo, se utilizó el Programa Visual FoxPro y se corroboraron los cálculos en Excel (Cuadro 4.2.2.1).

<sup>15</sup> ANEXO SIETE.

Cuadro 4.2.2.1  
**Mexican 2000 individual men table - Male**

$x$	$q_x$	$l_x$	$d_x$	$p_x$	$e_x^0$	$e_x$
0	0.011327	100,000	1,133	0.988673	74.8	74.3
1	0.000600	98,867	59	0.999400	74.6	74.1
2	0.000540	98,808	53	0.999460	73.7	73.2
3	0.000490	98,755	48	0.999510	72.7	72.2
4	0.000460	98,706	45	0.999540	71.7	71.2
5	0.000430	98,661	42	0.999570	70.8	70.3
6	0.000410	98,618	40	0.999590	69.8	69.3
7	0.000400	98,578	39	0.999600	68.8	68.3
8	0.000390	98,539	38	0.999610	67.9	67.4
9	0.000380	98,500	37	0.999620	66.9	66.4
10	0.000370	98,463	36	0.999630	65.9	65.4
11	0.000370	98,426	36	0.999630	64.9	64.4
12	0.000350	98,390	34	0.999650	64.0	63.5
13	0.000426	98,355	42	0.999574	63.0	62.5
14	0.000518	98,313	51	0.999482	62.0	61.5
15	0.000598	98,263	59	0.999402	61.0	60.5
16	0.000668	98,204	66	0.999332	60.1	59.6
17	0.000730	98,138	72	0.999270	59.1	58.6
18	0.000754	98,067	74	0.999246	58.2	57.7
19	0.000757	97,993	74	0.999243	57.2	56.7
20	0.000757	97,918	74	0.999243	56.2	55.7
21	0.000772	97,844	76	0.999228	55.3	54.8
22	0.000820	97,769	80	0.999180	54.3	53.8
23	0.000763	97,689	75	0.999237	53.4	52.9
24	0.000741	97,614	72	0.999259	52.4	51.9
25	0.000734	97,542	72	0.999266	51.4	50.9
26	0.000720	97,470	70	0.999280	50.5	50.0
27	0.000680	97,400	66	0.999320	49.5	49.0
28	0.000764	97,334	74	0.999236	48.6	48.1
29	0.000815	97,259	79	0.999185	47.6	47.1
30	0.000864	97,180	84	0.999136	46.6	46.1
31	0.000939	97,096	91	0.999061	45.7	45.2
32	0.001070	97,005	104	0.998930	44.7	44.2
33	0.001084	96,901	105	0.998916	43.8	43.3
34	0.001098	96,796	106	0.998902	42.8	42.3
35	0.001112	96,690	108	0.998888	41.9	41.4
36	0.001126	96,582	109	0.998874	40.9	40.4
37	0.001140	96,474	110	0.998860	39.9	39.4
38	0.001327	96,364	128	0.998673	39.0	38.5
39	0.001508	96,236	145	0.998492	38.0	37.5
40	0.001693	96,091	163	0.998307	37.1	36.6
41	0.001893	95,928	182	0.998107	36.2	35.7
42	0.002120	95,746	203	0.997880	35.2	34.7
43	0.002255	95,543	215	0.997745	34.3	33.8
44	0.002383	95,328	227	0.997617	33.4	32.9
45	0.002543	95,101	242	0.997457	32.5	32.0
46	0.002775	94,859	263	0.997225	31.5	31.0
47	0.003120	94,596	295	0.996880	30.6	30.1
48	0.003178	94,301	300	0.996822	29.7	29.2
49	0.003255	94,001	306	0.996745	28.8	28.3
50	0.003451	93,695	323	0.996549	27.9	27.4
51	0.003865	93,372	361	0.996135	27.0	26.5
52	0.004526	93,011	421	0.995474	26.1	25.6
53	0.005090	92,590	471	0.994910	25.2	24.7
54	0.005833	92,118	537	0.994167	24.3	23.8

$x$	$q_x$	$l_x$	$d_x$	$p_x$	$e_x^0$	$e_x$
60	0.014205	87,462	1,242	0.985795	19.5	19.0
61	0.015980	86,219	1,378	0.984020	18.7	18.2
62	0.017700	84,841	1,502	0.982300	18.0	17.5
63	0.018846	83,340	1,571	0.981154	17.3	16.8
64	0.020432	81,769	1,671	0.979568	16.7	16.2
65	0.021955	80,098	1,759	0.978045	16.0	15.5
66	0.022914	78,340	1,795	0.977086	15.4	14.9
67	0.024669	76,545	1,888	0.975331	14.7	14.2
68	0.026020	74,656	1,943	0.973980	14.1	13.6
69	0.027337	72,714	1,988	0.972663	13.4	12.9
70	0.028721	70,726	2,031	0.971279	12.8	12.3
71	0.030268	68,695	2,079	0.969732	12.2	11.7
72	0.032077	66,616	2,137	0.967923	11.5	11.0
73	0.037102	64,479	2,392	0.962898	10.9	10.4
74	0.041705	62,086	2,589	0.958295	10.3	9.8
75	0.045663	59,497	2,717	0.954337	9.7	9.2
76	0.050113	56,780	2,845	0.949887	9.1	8.6
77	0.055117	53,935	2,973	0.944883	8.6	8.1
78	0.060737	50,962	3,095	0.939263	8.1	7.6
79	0.067047	47,867	3,209	0.932953	7.6	7.1
80	0.074125	44,658	3,310	0.925875	7.1	6.6
81	0.082056	41,347	3,393	0.917944	6.6	6.1
82	0.090934	37,954	3,451	0.909066	6.1	5.6
83	0.100861	34,503	3,480	0.899139	5.7	5.2
84	0.111946	31,023	3,473	0.888054	5.3	4.8
85	0.124304	27,550	3,425	0.875696	4.9	4.4
86	0.138059	24,126	3,331	0.861941	4.5	4.0
87	0.153339	20,795	3,189	0.846661	4.2	3.7
88	0.170267	17,606	2,998	0.829733	3.8	3.3
89	0.189003	14,608	2,761	0.810997	3.5	3.0
90	0.209651	11,847	2,484	0.790349	3.2	2.7
91	0.232347	9,364	2,176	0.767653	2.9	2.4
92	0.257204	7,188	1,849	0.742796	2.7	2.2
93	0.284320	5,339	1,518	0.715680	2.4	1.9
94	0.313764	3,821	1,199	0.686236	2.2	1.7
95	0.345574	2,622	906	0.654426	1.9	1.4
96	0.379741	1,716	652	0.620259	1.7	1.2
97	0.416199	1,064	443	0.583801	1.4	0.9
98	0.454816	621	283	0.545184	1.0	0.5
99	0.495379	339	168	0.504621	0.5	0.0
100	1.000000	0	0	0.000000	0.5	0.0

Fuente: elaboración propia con base en datos de la "Tabla de Mortalidad México 2000"

El objetivo del presente capítulo era desarrollar los elementos relevantes de esta tabla de mortalidad y una vez desenvueltos, se puede concluir que el inconveniente que tienen las tablas de mortalidad estáticas es que se quedan desfasadas a medida que transcurre el tiempo desde el período de observación para el cual fueron construidas.

Además, al igual que en las sociedades desarrolladas como Suiza y España, en México se ha observado que la esperanza de vida aumenta conforme pasa el tiempo, de tal forma que las probabilidades de muerte que proporcionan las tablas estáticas son cada vez mayores que las reales del grupo humano considerado, esto implica que las probabilidades de supervivencia son cada vez menores que las reales.

Es por esto que en el capítulo cinco se desarrolló la propuesta de esta tesis, la cual implica la construcción de una tabla dinámica utilizando la experiencia de mortalidad mexicana, así, se observan las ventajas que tienen las tablas dinámicas o generacionales en comparación con las tablas estáticas.

## Capítulo 5 . Tablas Dinámicas

### 5.1. Aplicación de las Tablas Dinámicas a México

Los componentes de fecundidad, mortalidad y migración, actúan simultáneamente y en interacción dentro de una dinámica demográfica, que determina cómo y a qué velocidad cambian las estructuras de población (HAM, 2003).

En particular de una persona y en general de la generación a la que pertenece, la historia de vida y las peculiaridades de los ciclos de vida, se ven influidos por el contexto social, económico y cultural en el que históricamente se ha desarrollado.

El objetivo del presente capítulo es construir una tabla Dinámica para México, es decir, una tabla generacional, para poder contemplar el cambio de la mortalidad mexicana, ya que dicha probabilidad como ya lo hemos mencionado depende no sólo de la edad y del género de la persona, o si la persona es fumadora o soltera, sino también de la generación a la que pertenece.

Para lograr este objetivo, se usó el método español de proyección de mortalidad, es decir, el modelo exponencial, con un porcentaje fijo de mejora anual.

No se trata de identificarse con situaciones que quizá son diferentes, ni de imitar formas de actuar, sino de observar la similitud que existe entre los procesos ya observados en otras sociedades y el proceso de envejecimiento y sus características en México. Con el propósito de crear el diagnóstico propio y metodología que sean pertinentes.

$$\left[ q_{x,t} = q_{x,t_0} * e^{-\lambda_x * (t-t_0)} \right] \dots\dots (i)$$

$(q_{x,t_0})$  Representa a la mortalidad de base.

$\lambda_x$  Es el factor de mejora de la mortalidad.

$(t - t_0)$  Son los años entre las mediciones de mortalidad, por último,

$(q_{x,t})$  Representa la mortalidad futura.

En general se utilizó la información del CONAPO (Consejo Nacional de Población) ya que comprende desde el año de 1930 hasta el año 2000, y presenta la evolución de la mortalidad por género.

Como primer paso se tomó como mortalidad de base  $(q_{x,t_0})$  a la mortalidad medida por el CONAPO para el año 2000, seguido de esto, será preciso observar el desarrollo de la mortalidad para poder pronosticar su evolución futura  $(q_{x,t})$ .

Para determinar el desarrollo de la mortalidad, se tomó como base la experiencia de España, y se decidió tomar como referencia las tablas de mortalidad abreviadas de la población mexicana desde 1930 hasta el 2000.

Para calcular el factor de mejora  $\lambda_x$  para cada generación, primero se obtuvo un conjunto de datos  $\lambda_x$  que corresponden al período de 1930 al 2000 en intervalos de 10 años. Usando las propiedades de los logaritmos y la expresión (i) se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \log(q_{x,t}) &= \log(q_{x,t_0} * e^{-\lambda_x * (t-t_0)}) \\ \Rightarrow \log(q_{x,t}) &= \log(q_{x,t_0}) + (-\lambda_x * (t - t_0)) \\ \Rightarrow \lambda_x * (t - t_0) &= \log(q_{x,t_0}) - \log(q_{x,t}) \\ \Rightarrow \lambda_x &= \frac{\log(q_{x,t_0}) - \log(q_{x,t})}{(t - t_0)} \\ \therefore \lambda_x &= \frac{\log\left(\frac{q_{x,t_0}}{q_{x,t}}\right)}{(t - t_0)} \dots\dots (ii) \end{aligned}$$

Antes de realizar el cálculo, es necesario fijar una edad  $x$ ; sin embargo, la incógnita que se tiene es: ¿Cuál es la edad óptima a considerar?. Es claro que para el modelo español no existe dicha interrogante ya que la evolución de su mortalidad como se observó en el tercer capítulo ha sido prácticamente uniforme para todas las edades. Ahora bien, como ya se ha observado, para el caso de México la mejora en la mortalidad no ocurrió de la misma manera, ya que se destaca la mejora que existe para las edades muy jóvenes, tal es el caso de recién nacidos y menores de 10 años y por supuesto para las edades adultas a partir de los 60 años aproximadamente.

Ahora bien, antes de fijar una edad, se optó calcular para ambos géneros y analizar para el género masculino los factores de mejora para cuatro quinquenios: 5-9 años, 10-14 años, 35-39 años y 60-64 años.

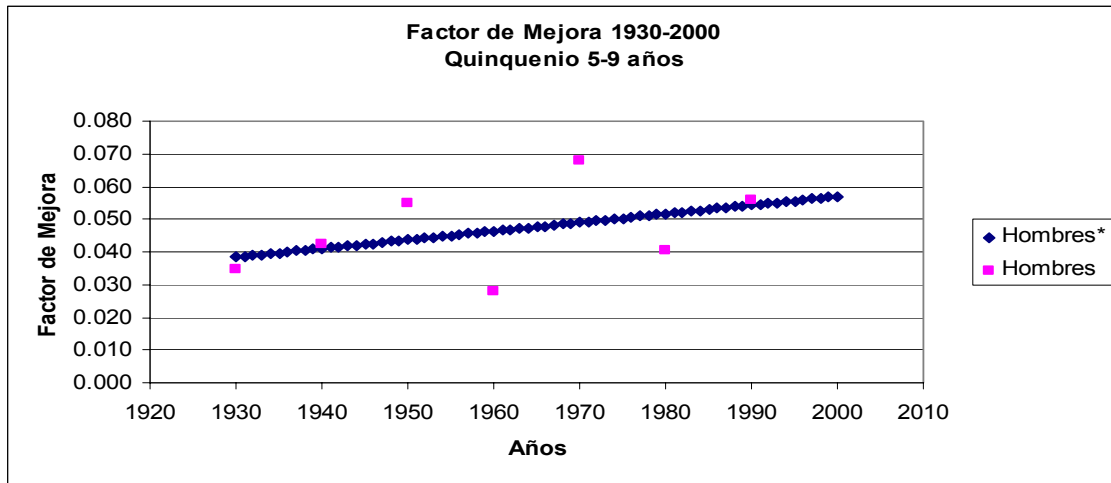
Los resultados para el quinquenio 5-9 años muestran una tendencia a seguir mejorando en grandes proporciones ya que como se comentó en los dos primeros capítulos, las grandes mejoras han sido, entre otros, gracias a los avances en materia de salud; sin embargo, se sabe que la mejora que habrá entre los años 2000 y 2010 para estas edades será poco prometedora según la Proyección del CONAPO.

Cuadro 5.1.1 Factor de mejora Quinquenio 5-9 años		
Año	Hombres	Mujeres
1930	0.03446	0.03514
1940	0.04241	0.04499
1950	0.05497	0.05670
1960	0.02797	0.03468
1970	0.06795	0.08164
1980	0.04072	0.04199
1990	0.05603	0.06207

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.



Gráfico 5.1.1



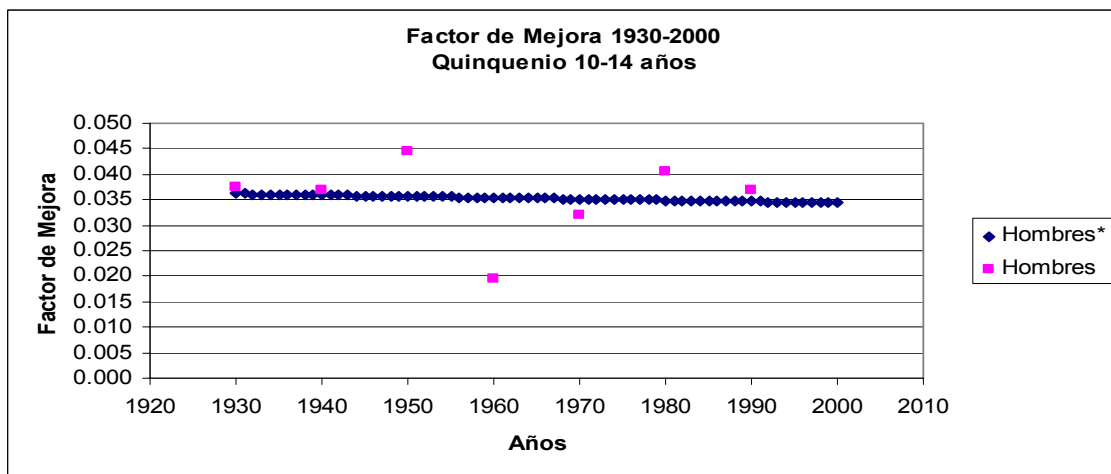
Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en el Cuadro 5.1.1.

Los resultados para el quinquenio 10-14 años muestran un comportamiento creíble, además, se observa que dicha tendencia va en decremento y se asemeja a la proyección del CONAPO para el año 2010.

Año	Hombres	Mujeres
1930	0.03743	0.04300
1940	0.03689	0.04289
1950	0.04459	0.04839
1960	0.01961	0.02854
1970	0.03191	0.05901
1980	0.04055	0.04708
1990	0.03687	0.04253

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Gráfico 5.1.2



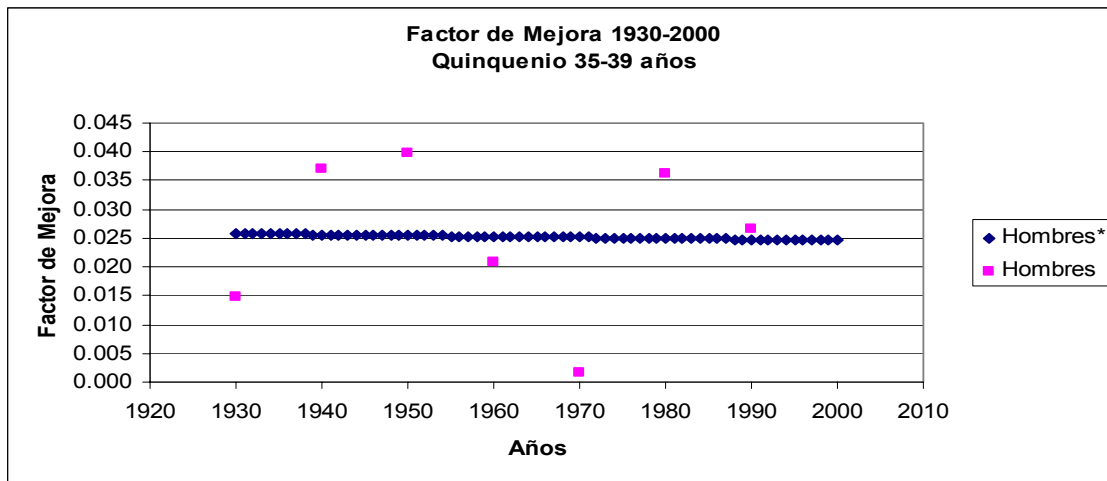
Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en el Cuadro 5.1.2.

Los resultados para el quinquenio 35-39 años no muestran un comportamiento muy claro, además, la tendencia de dicho factor de mejora no se asemeja a la proyección del CONAPO para el año 2010.

Cuadro 5.1.3 Factor de mejora Quinquenio 35-39 años		
Año	Hombres	Mujeres
1930	0.01483	0.02149
1940	0.03703	0.04652
1950	0.03991	0.04371
1960	0.02084	0.02753
1970	0.00172	0.04061
1980	0.03611	0.04743
1990	0.02661	0.03831

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Gráfico 5.1.3



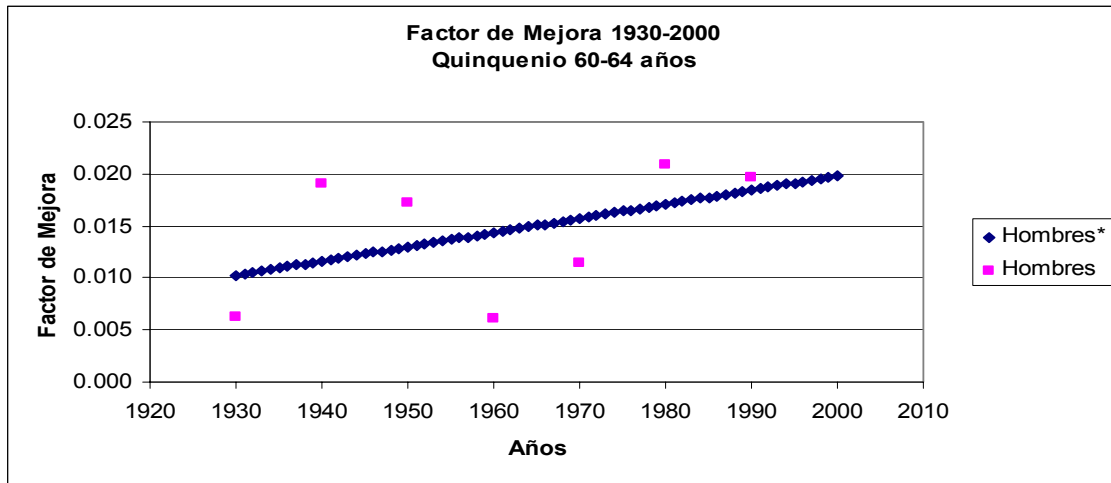
Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en el Cuadro 5.1.3.

Los resultados para el quinquenio 60-64 años muestran una tendencia a seguir mejorando. Esto se debe a las grandes mejoras en los avances en materia de tecnología, medicina y salud; sin embargo, se sabe al igual que con las otras edades que la mejora que habrá entre los años 2000 y 2010 será imperceptible según la proyección del CONAPO.

Cuadro 5.1.4 Factor de mejora Quinquenio 60-64 años		
Año	Hombres	Mujeres
1930	0.00621	0.00950
1940	0.01904	0.02398
1950	0.01716	0.02144
1960	0.00605	0.01166
1970	0.01150	0.02207
1980	0.02081	0.01757
1990	0.01964	0.01808

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Gráfico 5.1.4



Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en el Cuadro 5.1.4.

Por lo tanto, se optó por determinar una edad<sup>16</sup> fija de 12 años, la cual se encuentra en el quinquenio 10-14 años de las tablas de mortalidad del CONAPO.

Utilizando el resultado (ii), se calculó el factor de mejora para los intervalos mencionados con anterioridad y se obtuvo lo siguiente

Año	Hombres	Mujeres
1930	0.03743	0.04300
1940	0.03689	0.04289
1950	0.04459	0.04839
1960	0.01961	0.02854
1970	0.03191	0.05901
1980	0.04055	0.04708
1990	0.03687	0.04253

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Ahora bien, a manera de ejemplo, para calcular  $\lambda_x$  para los hombres entre los años 1930 y 1940, se tomó como  $t_0=1930$  y  $t=1940$ , entonces:

Al tener la edad fija, se debe buscar en la tabla<sup>17</sup> del CONAPO la mortalidad correspondiente al quinquenio 10-14 para los años  $t_0$  y  $t$ . De tal modo que:

$$(q_{x,t_0})=0.02969 \text{ y } (q_{x,t})=0.02042, \text{ usando el resultado (ii)}$$

<sup>16</sup> El modelo español permite fijar cualquier edad sin restricciones.

<sup>17</sup> Anexo cinco.

$$\Rightarrow \lambda_x = \frac{\log\left(\frac{0.02969}{0.02042}\right)}{(1940 - 1930)} \Rightarrow \lambda_x = 0.03743$$

Por lo tanto, el factor de mejora para el año de 1930 es de 0.03743, es decir, es la proporción en que se redujo la probabilidad de muerte para las personas de la generación de 1930 a 1940.

Así pues, una vez calculado este conjunto de  $\lambda_x$ , se calculó el factor de mejora para cada generación desde 1930 mediante el modelo de regresión lineal simple.

Dicho modelo ayuda a predecir o estimar el valor de una variable a partir de un valor dado correspondiente a otra variable. Un modelo de regresión se define como una ecuación matemática que describe la relación que existe entre dos o más variables, mientras que un modelo de regresión simple incluye únicamente dos variables, una independiente y una dependiente. La variable dependiente es aquella que será descrita por la variable independiente, es decir, la variable dependiente está en función de la independiente y la variable independiente es aquella que describe la variación en la variable dependiente (Mann, 2006).

La ecuación para el modelo de regresión simple entre dos variables  $x$  y  $y$  se escribe como

$$\hat{y} = a + bx \dots\dots(iii)$$

Donde  $\hat{y}$  es el valor estimado o predicho dado un valor de  $x$ . A esta ecuación también se le conoce como el modelo de regresión estimado.

Ahora bien, se utilizaron los resultados de mínimos cuadrados para regresión lineal con el objetivo de encontrar los valores óptimos de  $a$  y de  $b$ .

$$b = \frac{SS_{xy}}{SS_{xx}} \text{ y } a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\text{Donde } SS_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i)(y_i) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n}; \quad SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i^2) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad n = \text{tamaño de la muestra}$$

Con el objetivo de esclarecer el modelo que se usó, a continuación se desarrolla dicho modelo aplicado para los hombres; sin embargo, se siguió el mismo modelo para el caso de las mujeres.

Se identifican los datos, de tal modo que la variable independiente son los años y la variable dependiente es el factor de mejora para la generación correspondiente.

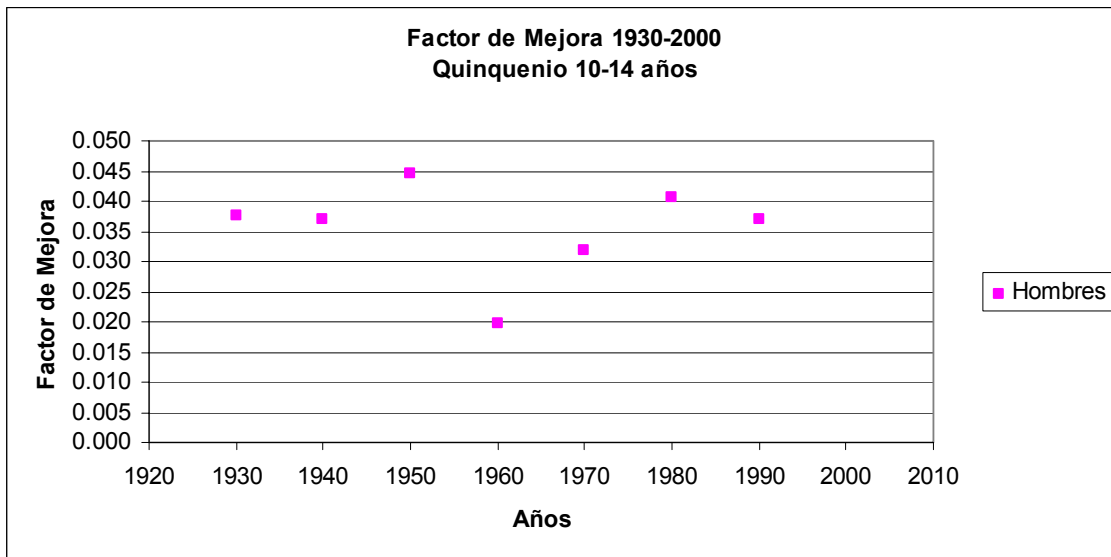
Cuadro 5.1.6 Factor de mejora $\lambda_x$	
Año ( $x_i$ )	Hombres ( $y_i$ )
1930	0.03743
1940	0.03689
1950	0.04459
1960	0.01961
1970	0.03191
1980	0.04055
1990	0.03687

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Paso Uno

Con el objetivo de tener una orientación visual de la evolución en la mejora de la mortalidad se grafican los datos conocidos. Las variables  $x_i$  y  $y_i$  representan los años y los factores de mejora respectivamente.

Gráfico 5.1.5



Fuente: elaboración propia con base en resultados del cuadro 5.1.6.

Paso Dos

Se deben calcular  $\sum_{i=1}^n x_i$ ,  $\sum_{i=1}^n y_i$ ,  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$ .

$$\sum_{i=1}^n x_i = 13,720 \quad \sum_{i=1}^n y_i = 0.31144$$

$$\bar{x} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)}{n} = \frac{13,720}{7} = 1960$$

$$\bar{y} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n} = \frac{0.31144}{7} = 0.04449$$

Paso Tres

Calcular  $\sum_{i=1}^n (x_i)(y_i)$  y  $\sum_{i=1}^n (x_i)^2$ .

$$\sum_{i=1}^n (x_i)(y_i) = 610.5983$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i)^2 = 26,894,000$$

Paso Cuatro

Calcular  $SS_{xy}$  y  $SS_{xx}$ .

$$SS_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i)(y_i) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n} = 610.5983 - \frac{(13,720)(0.31144)}{7}$$

$$= 610.5983 - 610.4224 = 0.1759$$

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i^2) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n} = 26,894,000 - \frac{(13,720)^2}{7} = 26,894,000 - 26,891,200$$

$$= 2,800$$

Paso Cinco

Calcular  $a$  y  $b$

$$b = \frac{SS_{xy}}{SS_{xx}} = \frac{0.1759}{2800} = 0.0001$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 0.04449 - 0.0001(1960) = -0.15151$$

Por lo tanto la ecuación para el modelo de regresión simple queda como sigue

$$\hat{y} = -0.15151 + 0.0001x$$

Donde  $\hat{y}$  es usada para denotar la predicción del factor de mejora para cualquier año.

Paso Seis

Es necesario calcular el error  $\ell$  que se comete al proyectar, es decir, la diferencia que existe entre los valores actuales  $y_i$  y los valores proyectados  $\hat{y}_i$ . El valor de un error es positivo si el punto del valor actual se encuentra por arriba de la regresión lineal y es negativo si este se encuentra por debajo de la regresión lineal. La suma de estos errores es siempre cero.

$$\ell = y_i - \hat{y}_i$$

Se decidió calcular el error de la suma de cuadrados, denotado por SSE, el cual es obtenido al sumar el cuadrado de los errores. De este modo,

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Cabe agregar que el método de mínimos cuadrados que se utilizó para calcular la regresión lineal garantiza que los valores de  $a$  y  $b$  son tales que la suma del cuadrado de los errores (SSE) es mínimo.

Cuadro 5.1.7		
$x_i$	$y_i$	$\hat{y}_i$
1930	0.03743	0.03616
1940	0.03689	0.03591
1950	0.04459	0.03566
1960	0.01961	0.03541
1970	0.03191	0.03516
1980	0.04055	0.03490
1990	0.03687	0.03465

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Ahora bien, se optó también por calcular las siguientes expresiones:

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i^2) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$$

$$SSR = SST - SSE$$

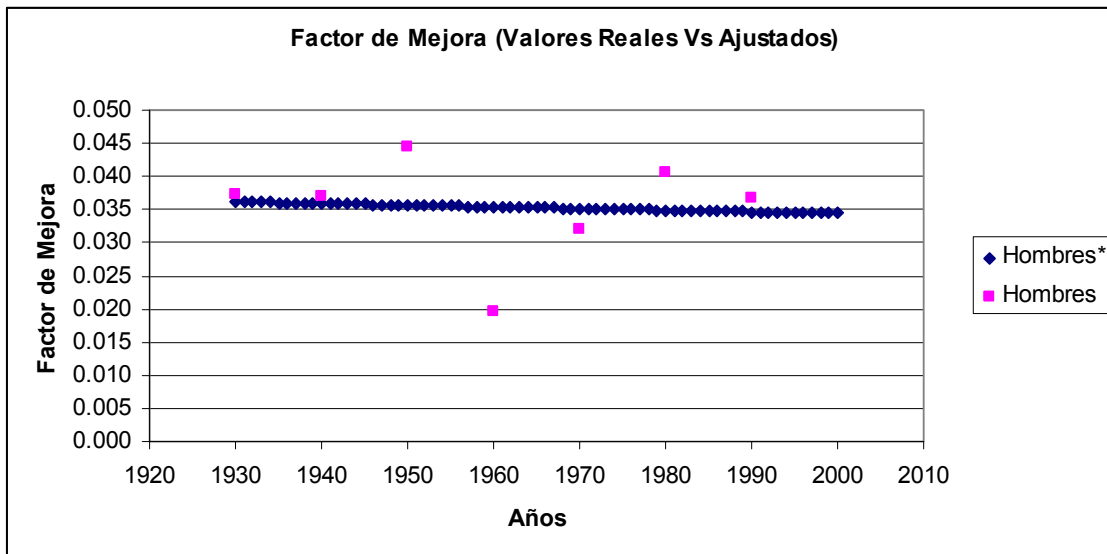
$$r^2 = \frac{SSR}{SST} \text{ y } 0 \leq r^2 \leq 1$$

Cuadro 5.1.8 Indicadores de la regresión	
SSE	0.000379372
SST	0.000380984
SSR	0.000001613
$r^2$	0.004233095

Paso Siete

Realizar un comparativo entre los valores proyectados de los factores de mejora en comparación con los reales (Gráfico 5.1.6), es decir, los valores estimados  $\hat{y}$  (Serie de Datos Hombres\*) en comparación con los conocidos  $y$  (Serie de Datos Hombres).

Gráfico 5.1.6



Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en los Cuadros 5.1.7 y 5.1.9.



Al realizar una estimación hay un margen de error; sin embargo, se sabe que este modelo de regresión lineal o mínimos cuadrados garantiza que la función lineal resultante del proceso es la mejor aproximación lineal a los datos. Además, dicha estimación nos ayudará a concluir el desarrollo de la tabla dinámica.

Cabe mencionar que para el desarrollo de todos los cálculos, se optó por realizar un programa en Visual FoxPro con el objetivo de facilitar y generalizar el trabajo, de tal modo que el mismo programa es aplicable a cualquier muestra de datos.

Así pues, los resultados obtenidos con la regresión lineal se presentan en el cuadro 5.1.9.

Cuadro 5.1.9

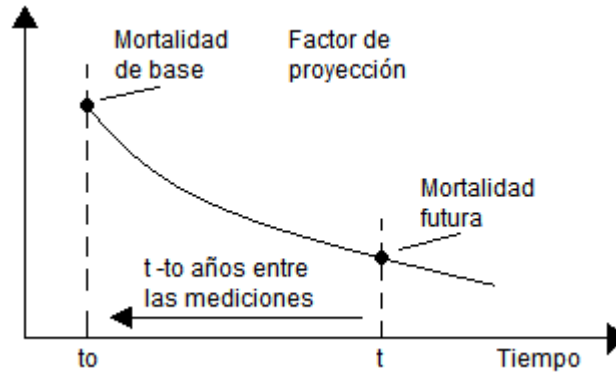
Factor de Mejora $\lambda_x$			Factor de Mejora $\lambda_x$		
Generación	Hombres	Mujeres	Generación	Hombres	Mujeres
1930	0.03616	0.04261	1966	0.03526	0.04487
1931	0.03614	0.04267	1967	0.03523	0.04493
1932	0.03611	0.04273	1968	0.03521	0.04499
1933	0.03609	0.04280	1969	0.03518	0.04506
1934	0.03606	0.04286	1970	0.03516	0.04512
1935	0.03604	0.04292	1971	0.03513	0.04518
1936	0.03601	0.04298	1972	0.03511	0.04525
1937	0.03599	0.04305	1973	0.03508	0.04531
1938	0.03596	0.04311	1974	0.03506	0.04537
1939	0.03594	0.04317	1975	0.03503	0.04543
1940	0.03591	0.04324	1976	0.03500	0.04550
1941	0.03588	0.04330	1977	0.03498	0.04556
1942	0.03586	0.04336	1978	0.03495	0.04562
1943	0.03583	0.04342	1979	0.03493	0.04569
1944	0.03581	0.04349	1980	0.03490	0.04575
1945	0.03578	0.04355	1981	0.03488	0.04581
1946	0.03576	0.04361	1982	0.03485	0.04587
1947	0.03573	0.04367	1983	0.03483	0.04594
1948	0.03571	0.04374	1984	0.03480	0.04600
1949	0.03568	0.04380	1985	0.03478	0.04606
1950	0.03566	0.04386	1986	0.03475	0.04612
1951	0.03563	0.04393	1987	0.03473	0.04619
1952	0.03561	0.04399	1988	0.03470	0.04625
1953	0.03558	0.04405	1989	0.03468	0.04631
1954	0.03556	0.04411	1990	0.03465	0.04638
1955	0.03553	0.04418	1991	0.03463	0.04644
1956	0.03551	0.04424	1992	0.03460	0.04650
1957	0.03548	0.04430	1993	0.03458	0.04656
1958	0.03546	0.04437	1994	0.03455	0.04663
1959	0.03543	0.04443	1995	0.03453	0.04669
1960	0.03541	0.04449	1996	0.03450	0.04675
1961	0.03538	0.04455	1997	0.03448	0.04682
1962	0.03536	0.04462	1998	0.03445	0.04688
1963	0.03533	0.04468	1999	0.03443	0.04694
1964	0.03531	0.04474	2000	0.03440	0.04700
1965	0.03528	0.04481			

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Ahora bien, se comprende de manera general el procedimiento para calcular la mortalidad futura a partir de la mortalidad base, los factores de mejora y el tiempo a proyectar (Gráfico 5.1.7).

Gráfico 5.1.7

$$q_{x,t} = q_{x,t_0} * \exp(-\lambda_x * (t-t_0))$$



Fuente: elaboración propia.

A manera de ejemplo, si se quiere saber la probabilidad de muerte a la edad de 70 años de un hombre que cumplió 43 años en el año 2000.

- ✓ Primero se reescribe la fórmula antes planteada,

$$q_{x,t} = q_{x,t_0} * \exp(-\lambda_x * (t-t_0))$$

- ✓ Dadas las hipótesis, sabemos que nació en 1957 por lo tanto y el factor de mejora pertenece a esta generación,
- ✓ El año  $t_0=2000$  ya que la tabla base es la tabla de mortalidad correspondiente al año 2000.
- ✓ Ahora bien, al calcular la tabla de mortalidad para la generación 1957, para esto, se debe calcular la siguiente expresión para cada  $t=2000+t^*$

$$q_{x+t_1,t} = q_{x+t_1,t_0} * \exp(-\lambda_x * (t-t_0))$$

Donde  $t^* = 0, 1, 2, \dots, w-x$ ,  $t_1 = t - t_0$ ,  $w=100$  y  $x=43$

Se sabe que  $t_1 = t - 2000 = (2000 + t^*) - 2000 \Rightarrow t_1 = t^*$

Así pues, se tiene la siguiente expresión

$$q_{x+t_1,t} = q_{x+t_1,tabla\_base} * \exp(-\lambda_{70} * t_1)$$

Es irrelevante realizar el cálculo correspondiente a  $t^* = 0$  ya que el resultado es obvio, es decir, simplemente se obtiene la misma probabilidad descrita en la tabla base.

Explícitamente para algunos valores de  $t^*$  se tiene que:

✓ Para  $t^* = 1$ , equivale a decir, para  $t = 2000 + 1$

$$\Rightarrow q_{43+1,2000+1} = q_{43+1,tabla\_base} * \exp(-0.03548 * (1))$$

$$\Rightarrow q_{44,2001} = 0.02277 * \exp(-0.03548 * (1))$$

$$\Rightarrow q_{44,2001} = 0.02197628$$

✓ Para  $t^* = 2$ , equivale a decir, para  $t = 2000 + 2$

$$\Rightarrow q_{43+2,2000+2} = q_{43+2,tabla\_base} * \exp(-0.03548 * (2))$$

$$\Rightarrow q_{45,2002} = 0.02392 * \exp(-0.03548 * (2))$$

$$\Rightarrow q_{45,2002} = 0.02228146$$

✓ Para  $t^* = 3$ , equivale a decir, para  $t = 2000 + 3$

$$\Rightarrow q_{43+3,2000+3} = q_{43+3,tabla\_base} * \exp(-0.03548 * (3))$$

$$\Rightarrow q_{46,2003} = 0.02573 * \exp(-0.03548 * (3))$$

$$\Rightarrow q_{46,2003} = 0.02313202$$

∴ ∴ ∴

✓ Para  $t^* = 27$ , equivale a decir, para  $t = 2000 + 27$

$$\Rightarrow q_{43+27,2000+27} = q_{43+27,tabla\_base} * \exp(-0.03548 * (27))$$

$$\Rightarrow q_{70,2027} = 0.14715 * \exp(-0.03548 * (27))$$

$$\Rightarrow q_{70,2027} = 0.05645774$$

∴ ∴ ∴

✓ Para  $t^* = w - x$ , equivale a decir, para  $t = 2000 + w - x$

$$\Rightarrow q_{43+(w-x),2000+(w-x)} = q_{43+(w-x),tabla\_base} * \exp(-0.03548 * (w - x))$$

$$\Rightarrow q_{100,2057} = 1 * \exp(-0.03548 * (57))$$

$$\Rightarrow q_{100,2057} = 0.13234277$$

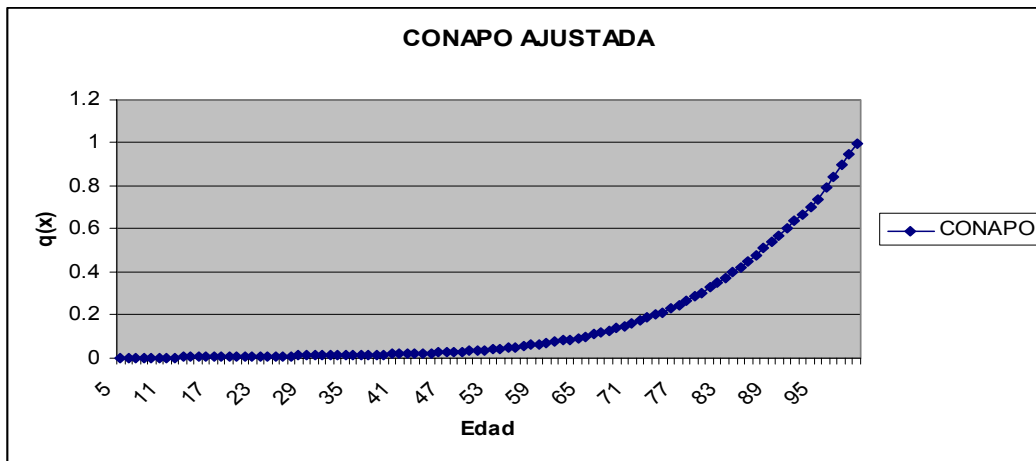
Es necesario aclarar que dado que se están usando las tablas del CONAPO, las edades se representan en quinquenios, por lo tanto, a partir de la tabla de mortalidad abreviada del CONAPO, se construyó una tabla de mortalidad completa, para tal efecto, se realizó un ajuste lineal entre cada quinquenio con el objetivo de contar con las edades exactas (Cuadro 5.1.10 y Gráfica 5.1.8).

Cuadro 5.1.10

Edad $x$	$q_x$ CONAPO	Edad $x$	$q_x$ CONAPO	Edad $x$	$q_x$ CONAPO
11	0.002872	41	0.019320	71	0.160370
12	0.003254	42	0.020470	72	0.173590
13	0.003636	43	0.021620	73	0.186810
14	0.004018	44	0.022770	74	0.200030
15	0.004400	45	0.023920	75	0.213250
16	0.004910	46	0.025730	76	0.231182
17	0.005420	47	0.027540	77	0.249114
18	0.005930	48	0.029350	78	0.267046
19	0.006440	49	0.031160	79	0.284978
20	0.006950	50	0.032970	80	0.302910
21	0.007444	51	0.035780	81	0.326332
22	0.007938	52	0.038590	82	0.349754
23	0.008432	53	0.041400	83	0.373176
24	0.008926	54	0.044210	84	0.396598
25	0.009420	55	0.047020	85	0.420020
26	0.009888	56	0.051304	86	0.449824
27	0.010356	57	0.055588	87	0.479628
28	0.010824	58	0.059872	88	0.509432
29	0.011292	59	0.064156	89	0.539236
30	0.011760	60	0.068440	90	0.569040
31	0.012294	61	0.074842	91	0.602692
32	0.012828	62	0.081244	92	0.636344
33	0.013362	63	0.087646	93	0.669996
34	0.013896	64	0.094048	94	0.703648
35	0.014430	65	0.100450	95	0.737300
36	0.015178	66	0.109790	96	0.789840
37	0.015926	67	0.119130	97	0.842380
38	0.016674	68	0.128470	98	0.894920
39	0.017422	69	0.137810	99	0.947460
40	0.018170	70	0.147150	100	1

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Gráfico 5.1.8



Fuente: elaboración propia con base en los datos contenidos en el Cuadro 5.1.10.

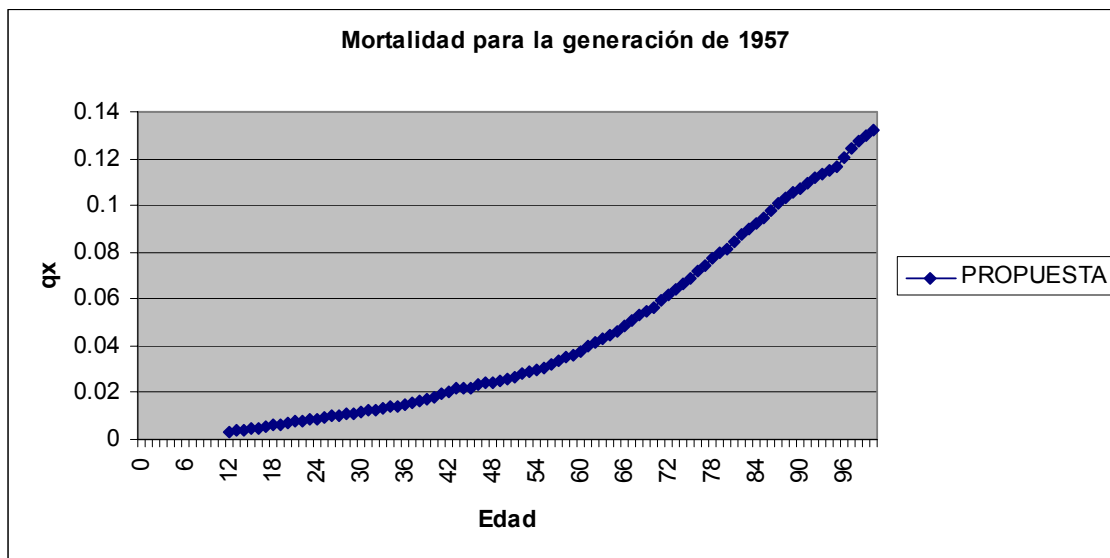
Ahora bien, los resultados de los cálculos anteriores se encuentran descritos en la siguiente tabla de mortalidad correspondiente a la generación de 1957.

Cuadro 5.1.11

Edad				Edad			
$x$	$t^*$	$q_{x+t^*,t}$	Año	$x$	$t^*$	$q_{x+t^*,t}$	Año
43	0	0.021620000	2000	72	29	0.06203981	2029
44	1	0.021976284	2001	73	30	0.06443726	2030
45	2	0.022281460	2002	74	31	0.06659219	2031
46	3	0.023132016	2003	75	32	0.06851860	2032
47	4	0.023896201	2004	76	33	0.07169100	2033
48	5	0.024579003	2005	77	34	0.07455899	2034
49	6	0.025185167	2006	78	35	0.07713992	2035
50	7	0.025719207	2007	79	36	0.07945033	2036
51	8	0.026938300	2008	80	37	0.08150593	2037
52	9	0.028041153	2009	81	38	0.08474742	2038
53	10	0.029034387	2010	82	39	0.08766389	2039
54	11	0.029924304	2011	83	40	0.09027406	2040
55	12	0.030716902	2012	84	41	0.09259574	2041
56	13	0.032347241	2013	85	42	0.09464588	2042
57	14	0.033826596	2014	86	43	0.09782854	2043
58	15	0.035163512	2015	87	44	0.10067433	2044
59	16	0.036366122	2016	88	45	0.10320284	2045
60	17	0.037442164	2017	89	46	0.10543275	2046
61	18	0.039517327	2018	90	47	0.10738180	2047
62	19	0.041402322	2019	91	48	0.10976770	2048
63	20	0.043107887	2020	92	49	0.11185678	2049
64	21	0.044644240	2021	93	50	0.11366684	2050
65	22	0.046021105	2022	94	51	0.11521480	2051
66	23	0.048546857	2023	95	52	0.11651673	2052
67	24	0.050840604	2024	96	53	0.12046875	2053
68	25	0.052915453	2025	97	54	0.12400368	2054
69	26	0.054783876	2026	98	55	0.12714578	2055
70	27	0.056457745	2027	99	56	0.12991816	2056
71	28	0.059385117	2028	100	57	0.13234277	2057

Fuente: elaboración propia con base en datos del CONAPO.

Gráfico 5.1.9



Fuente: elaboración propia con base en datos del Cuadro 5.1.11.

Por lo tanto, si se quisiera saber la probabilidad de muerte a la edad de 70 años de un hombre que cumplió 43 años en el año 2000, basta con buscar la edad de 70 años en la tabla de mortalidad, así pues,  $q_{70,2027} = 0.056457745$ .

Ahora bien, se observó que la proyección de la probabilidad de muerte para la población general mexicana  $q_{70,2027} = 0.056457745$  es mayor que la  $q_{70} = 0.028721$  para la población de asegurados calculada por el comité AMA-AMIS y publicada en su trabajo llamado "Tabla de Mortalidad México 2000".

Lo anterior se debe principalmente a que la población de asegurados tiene un comportamiento distinto en cuanto a la probabilidad de muerte con respecto a la población en general, como ya se ha comentado en el capítulo tres.

Incluso si se compara la proyección calculada  $q_{70,2027} = 0.056457745$  con la probabilidad de muerte correspondiente a la tabla de mortalidad más reciente que se logró encontrar de la población general de Suiza  $q_{70} = 0.0315621$ , se puede concluir que aún hay un largo camino por recorrer para que la población mexicana alcance los niveles de mejora de un país desarrollado.

Sería muy adecuado poder llevar acabo el presente modelo a la población de asegurados; sin embargo, la información estadística con la que se cuenta es insuficiente como para desarrollar una tabla de mortalidad generacional de asegurados; sin embargo, el presente trabajo de tesis proporciona el modelo detallado a seguir, así como la base técnica de todos los cálculos a realizar para que en un futuro aquellos actuarios interesados en construir dichas tablas dinámicas para la población de asegurados.

## 5.2. Conclusiones

- ✓ Gracias al cálculo de factores de mejora, se puede observar con mayor claridad que para el período de 1940-1950, la mejora en la mortalidad es la más relevante dentro de toda la muestra de datos que abarca desde 1930 hasta el año 2000, corroborando lo mencionado en los capítulos uno, dos y tres acerca de la influencia indiscutible que ha tenido el avance médico y tecnológico junto con la mejora en la calidad de vida.
- ✓ El modelo exponencial utilizado proporcionó ciertas facilidades en el proceso de elaboración de la tabla dinámica, ya que utilizando las propiedades de los logaritmos fue relativamente sencillo despejar y conocer el factor de mejora  $\lambda_x$ .
- ✓ Al realizar la regresión lineal para estimar los factores de mejora para todos los años a partir de 1930 hasta el 2000, encontramos una notable diferencia entre lo proyectado para los períodos 1940-1950 y 1950-1960. Sin embargo, el modelo de regresión lineal nos garantiza que dicha proyección lineal es óptima a comparación de cualquier otra aproximación lineal (McClave, 2006).
- ✓ Es claro que la probabilidad de muerte ha disminuido y continuará con esta tendencia conforme avance el tiempo; sin embargo, es claro que dicha mejora tiene un límite el cual se desconoce, pero, como referencia a dicho límite se puede tomar la experiencia actual de mortalidad de alguno de los países con mejor calidad de vida, tal como el utilizado en el tercer capítulo del presente trabajo de tesis, es decir, se puede tomar la experiencia actual de mortalidad Suiza.
- ✓ Por último, con el ejemplo que se desarrolló, nos permite concluir que aún cuando no es un cálculo "exacto", la proyección obtenida de la probabilidad de muerte es factible y nos permite construir las llamadas tablas generacionales. Dichas tablas tienen la ventaja de que no se quedan desfasadas tan rápidamente como sucede con las tablas de mortalidad estáticas, lo cual es particularmente relevante en los seguros de supervivencia, sobre todo si la prestación es en forma de renta. Esto se debe a que una tabla dinámica contiene en sí misma múltiples tablas, una para cada generación.

## Conclusiones

La implementación de la seguridad social es un aspecto fundamental para el futuro de las necesidades sociales de cualquier país.

La actuación de la seguridad social en sus distintas instituciones ha tenido un gran impacto en el mejoramiento de la salud y el bienestar de la sociedad mexicana.

El envejecimiento demográfico impondrá fuertes presiones a los sistemas de jubilación; implicará una cuantiosa reasignación de recursos hacia los servicios de salud y seguridad social.

La problemática de un determinado esquema de seguridad social está directamente vinculado a las características demográficas, financieras y económicas de un país, así como sus formas de administración.

La sociedad mexicana envejecerá sin que el país alcance los niveles adecuados de desarrollo para hacerle frente.

Bajo las actuales condiciones en las instituciones de seguridad social, los esquemas de pensiones no son sostenibles financieramente.

En una argumentación dentro de las líneas de éste trabajo, cabe preguntarse cómo es la parte final de los ciclos de vida en donde, los sistemas de pensiones son inexistentes para las mayorías empobrecidas es decir aquellos grupos sociales que no cuentan con las estructuras ni los medios que permitan un retiro de la actividad económica en la vejez, o que no tienen acceso a los servicios de salud. Este último es el caso de los campesinos que jamás han tenido otra forma de vejez que no sea la de continuar labores de acuerdo con la disponibilidad de fuerzas y también es el caso de la población urbana marginada que subsiste mediante el trabajo irregular e informal, de bajos ingresos.

El presente trabajo de tesis abre la puerta a la investigación de nuevos procesos y estudios de mortalidad, que permitan determinar; la esperanza de vida saludable, tablas de mortalidad para diferentes grupos sociales, etc., con el fin de dar un mejor ajuste a la tabla de mortalidad propuesta en la presente tesis.

Las herramientas de diagnóstico, las medidas de prevención, las medicinas, los tratamientos médicos y las cirugías, han bajado drásticamente los niveles de mortalidad. Al mismo tiempo, las muertes accidentales en el lugar de trabajo, los contaminantes y las enfermedades infecciosas se han reducido en mayor medida en los países económicamente avanzados, esto ha implicado la mejora significativa en la esperanza de vida en dichos países. Sin embargo, hemos observado que aunque México es un país en desarrollo, presenta ya las mismas mejoras significativas en la esperanza de vida, así como una fuerte reducción en los niveles de mortalidad.

El inconveniente que tienen las tablas de mortalidad estáticas es que se quedan desfasadas a medida que transcurre el tiempo desde el período de observación para el cual fueron construidas. Además, en las sociedades desarrolladas, la esperanza de vida aumenta conforme pasa el tiempo, de tal forma que las probabilidades de muerte que proporcionan las tablas estáticas son cada vez mayores que las reales del grupo humano considerado, esto implica que las probabilidades de supervivencia son cada vez menores que las reales.



La ventaja que tienen las tablas dinámicas o generacionales es que no se quedan desfasadas tan rápidamente como sucede con las estáticas, lo cuál es particularmente relevante en los seguros de supervivencia, sobre todo si la prestación es en forma de renta. Lo anterior se debe a que una tabla dinámica contiene en si misma múltiples tablas, una para cada generación.

Cabe resaltar que en el presente trabajo de tesis, se logro construir una nueva tabla de mortalidad con mejor aproximación generacional por medio de la aplicación del modelo europeo (tablas dinámicas) que proporcionará una perspectiva más eficaz probabilísticamente.

Finalmente, se desea que el presente trabajo de tesis sea útil para el progreso del seguro en México, ya que, es básico el conocimiento de la mortalidad en la determinación de primas y reservas matemáticas en el seguro de vida y pensiones. Además, se observó en el capítulo dos la problemática de la seguridad social respecto a las pensiones y se espera que los actuales y futuros actuarios utilicen la presente tesis para generar y analizar distintos escenarios posibles de la evolución de la mortalidad para cada generación y de éste modo proponer soluciones y tomar la mejor decisión para dicha problemática social.

**ANEXO UNO  
VIDA INDIVIDUAL**

62-67		82-89		2000-I							
EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$		
15	0.001781	63	0.025146	12	0.00112	60	0.01492	12	0.000396	60	0.013860
16	0.001799	64	0.027682	13	0.00114	61	0.01619	13	0.000427	61	0.014914
17	0.001819	65	0.030488	14	0.00116	62	0.01757	14	0.000460	62	0.016048
18	0.001841	66	0.033590	15	0.00119	63	0.01907	15	0.000495	63	0.017265
19	0.001866	67	0.037019	16	0.00121	64	0.02070	16	0.000533	64	0.018574
20	0.001893	68	0.040809	17	0.00124	65	0.02249	17	0.000575	65	0.019980
21	0.001923	69	0.044995	18	0.00127	66	0.02443	18	0.000619	66	0.021490
22	0.001957	70	0.049618	19	0.00130	67	0.02654	19	0.000617	67	0.023111
23	0.001994	71	0.054718	20	0.00134	68	0.02884	20	0.000718	68	0.024851
24	0.002035	72	0.060344	21	0.00138	69	0.03134	21	0.000773	69	0.026720
25	0.002080	73	0.066546	22	0.00142	70	0.03406	22	0.000833	70	0.028724
26	0.002131	74	0.073376	23	0.00147	71	0.03702	23	0.000897	71	0.030874
27	0.002187	75	0.080894	24	0.00152	72	0.04024	24	0.000966	72	0.033180
28	0.002249	76	0.089163	25	0.00157	73	0.04375	25	0.001041	73	0.035651
29	0.002318	77	0.098247	26	0.00164	74	0.04755	26	0.001121	74	0.038300
30	0.002395	78	0.108217	27	0.00170	75	0.05169	27	0.001207	75	0.041136
31	0.002480	79	0.119148	28	0.00177	76	0.05618	28	0.001300	76	0.044174
32	0.002574	80	0.131115	29	0.00185	77	0.06105	29	0.001400	77	0.047424
33	0.002679	81	0.144200	30	0.00194	78	0.06634	30	0.001508	78	0.050902
34	0.002795	82	0.158483	31	0.00203	79	0.07208	31	0.001624	79	0.054619
35	0.002923	83	0.174048	32	0.00214	80	0.07829	32	0.001749	80	0.058592
36	0.003066	84	0.190976	33	0.00225	81	0.08503	33	0.001884	81	0.062834
37	0.003224	85	0.209348	34	0.00237	82	0.09232	34	0.002029	82	0.067362
38	0.003399	86	0.229238	35	0.00250	83	0.10021	35	0.002186	83	0.072190
39	0.003594	87	0.250717	36	0.00265	84	0.10874	36	0.002354	84	0.077337
40	0.003809	88	0.273841	37	0.00281	85	0.11796	37	0.002535	85	0.082817
41	0.004048	89	0.298658	38	0.00298	86	0.12790	38	0.002730	86	0.088649
42	0.004314	90	0.325194	39	0.00317	87	0.13862	39	0.002940	87	0.094850
43	0.004608	91	0.353455	40	0.00338	88	0.15017	40	0.003166	88	0.101436
44	0.004934	92	0.383421	41	0.00360	89	0.16259	41	0.003410	89	0.108424
45	0.005295	93	0.415037	42	0.00384	90	0.17593	42	0.003672	90	0.115832
46	0.005696	94	0.448214	43	0.00411	91	0.19025	43	0.003954	91	0.123677
47	0.006141	95	0.482819	44	0.00440	92	0.20558	44	0.004258	92	0.131973
48	0.006634	96	0.518669	45	0.00472	93	0.22198	45	0.004585	93	0.140737
49	0.007180	97	0.555536	46	0.00507	94	0.23948	46	0.004938	94	0.149983
50	0.007786	98	0.593136	47	0.00545	95	0.25813	47	0.005317	95	0.159723
51	0.008457	99	1	48	0.00586	96	0.27795	48	0.005725	96	0.169970
52	0.009201			49	0.00631	97	0.29895	49	0.006164	97	0.180733
53	0.010026			50	0.00680	98	0.32121	50	0.006637	98	0.192020
54	0.010940			51	0.00733	99	1	51	0.007145	99	0.203837
55	0.011954			52	0.00791			52	0.007693	100	1
56	0.013076			53	0.00855			53	0.008282		
57	0.014320			54	0.00924			54	0.008915		
58	0.015696			55	0.01000			55	0.009597		
59	0.017223			56	0.01082			56	0.010330		
60	0.018912			57	0.01172			57	0.011119		
61	0.020783			58	0.01269			58	0.011967		
62	0.022854			59	0.01376			59	0.012879		

Fuente: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

ANEXO DOS							
VIDA GRUPO							
73-83				2000-G			
EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$
12	0.0013637	60	0.0140160	12	0.000788	60	0.012067
13	0.0013637	61	0.0155210	13	0.000804	61	0.013266
14	0.0013637	62	0.0172024	14	0.000821	62	0.014605
15	0.0013637	63	0.0190805	15	0.000840	63	0.016102
16	0.0013733	64	0.0211779	16	0.000861	64	0.017778
17	0.0013841	65	0.0235198	17	0.000884	65	0.019656
18	0.0013962	66	0.0261337	18	0.000909	66	0.021761
19	0.0014098	67	0.0290505	19	0.000936	67	0.024123
20	0.0014250	68	0.0323040	20	0.000965	68	0.026776
21	0.0014419	69	0.0359321	21	0.000997	69	0.029758
22	0.0014609	70	0.0399759	22	0.001031	70	0.033112
23	0.0014822	71	0.0444809	23	0.001069	71	0.036885
24	0.0015060	72	0.0494972	24	0.001109	72	0.041133
25	0.0015326	73	0.0550794	25	0.001153	73	0.045915
26	0.0015623	74	0.0612873	26	0.001201	74	0.051302
27	0.0015956	75	0.0681858	27	0.001252	75	0.057369
28	0.0016329	76	0.0758454	28	0.001308	76	0.064199
29	0.0016746	77	0.0843422	29	0.001368	77	0.071887
30	0.0017213	78	0.0937578	30	0.001434	78	0.080534
31	0.0017735	79	0.1041794	31	0.001505	79	0.090251
32	0.0018320	80	0.1156997	32	0.001582	80	0.101155
33	0.0018973	81	0.1284158	33	0.001665	81	0.113373
34	0.0019705	82	0.1424290	34	0.001756	82	0.127033
35	0.0020524	83	0.1578432	35	0.001854	83	0.142270
36	0.0021440	84	0.1747642	36	0.001962	84	0.159214
37	0.0022464	85	0.1932967	37	0.002078	85	0.177990
38	0.0023612	86	0.2135422	38	0.002205	86	0.198711
39	0.0024894	87	0.2355959	39	0.002344	87	0.221468
40	0.0026330	88	0.2595425	40	0.002495	88	0.246327
41	0.0027937	89	0.2854514	41	0.002660	89	0.273313
42	0.0029735	90	0.3133711	42	0.002840	90	0.302405
43	0.0031745	91	0.3433229	43	0.003038	91	0.333527
44	0.0033996	92	0.3752939	44	0.003254	92	0.366540
45	0.0036514	93	0.4092287	45	0.003491	93	0.401237
46	0.0039329	94	0.4450224	46	0.003751	94	0.437344
47	0.0042479	95	0.4825119	47	0.004037	95	0.474524
48	0.0046003	96	0.5214697	48	0.004352	96	0.512385
49	0.0049946	97	0.5615981	49	0.004698	97	0.550499
50	0.0054356	98	0.6025274	50	0.005080	98	0.588413
51	0.0059388	99	1	51	0.005501	99	0.625679
52	0.0064805			52	0.005966	100	1
53	0.0070974			53	0.006481		
54	0.0077874			54	0.007051		
55	0.0085589			55	0.007682		
56	0.0094215			56	0.008383		
57	0.0103859			57	0.009162		
58	0.0114642			58	0.010028		
59	0.0126693			59	0.010992		

Fuente: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

## ANEXO TRES

TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE ACTIVOS PARA LA  
SEGURIDAD SOCIAL

EMSSA H-97				EMSSA M-97			
EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$
15	0.43	63	14.22	15	0.15	63	8.99
16	0.46	64	15.60	16	0.15	64	9.910
17	0.49	65	17.13	17	0.16	65	10.92
18	0.53	66	18.83	18	0.17	66	12.05
19	0.58	67	20.71	19	0.18	67	13.29
20	0.63	68	22.79	20	0.19	68	14.67
21	0.69	69	25.10	21	0.21	69	16.19
22	0.76	70	27.65	22	0.22	70	17.87
23	0.83	71	30.48	23	0.24	71	19.72
24	0.90	72	33.61	24	0.25	72	21.77
25	0.97	73	37.07	25	0.26	73	24.02
26	1.06	74	40.88	26	0.27	74	26.52
27	1.14	75	45.09	27	0.28	75	29.26
28	1.23	76	49.73	28	0.30	76	32.28
29	1.32	77	54.84	29	0.31	77	35.61
30	1.41	78	60.46	30	0.33	78	39.27
31	1.51	79	66.64	31	0.35	79	43.30
32	1.61	80	73.41	32	0.38	80	47.72
33	1.72	81	80.83	33	0.41	81	52.56
34	1.83	82	88.95	34	0.44	82	57.87
35	1.94	83	97.81	35	0.48	83	63.68
36	2.06	84	107.47	36	0.53	84	70.03
37	2.19	85	117.89	37	0.60	85	77.00
38	2.32	86	129.10	38	0.67	86	84.64
39	2.46	87	141.14	39	0.75	87	93.03
40	2.61	88	154.03	40	0.85	88	102.21
41	2.76	89	167.80	41	0.95	89	112.26
42	2.93	90	182.47	42	1.07	90	123.25
43	3.11	91	198.06	43	1.19	91	135.26
44	3.30	92	214.57	44	1.34	92	148.35
45	3.51	93	232.01	45	1.49	93	162.62
46	3.74	94	250.38	46	1.66	94	178.15
47	3.99	95	269.66	47	1.85	95	195.00
48	4.26	96	289.83	48	2.06	96	213.27
49	4.56	97	310.86	49	2.29	97	233.03
50	4.89	98	332.73	50	2.54	98	254.35
51	5.25	99	355.36	51	2.81	99	277.28
52	5.65	100	378.71	52	3.10	100	301.88
53	6.09	101	402.71	53	3.43	101	328.18
54	6.58	102	427.28	54	3.78	102	356.19
55	7.12	103	452.33	55	4.17	103	385.89
56	7.72	104	477.75	56	4.59	104	417.23
57	8.39	105	503.46	57	5.05	105	450.14
58	9.12	106	529.33	58	5.55	106	484.50
59	9.94	107	555.25	59	6.10	107	520.12
60	10.85	108	581.11	60	6.72	108	556.79
61	11.86	109	606.77	61	7.40	109	594.23
62	12.98	110	1000	62	8.15	110	1000

Fuente: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

## ANEXO CUATRO

TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE INVÁLIDOS PARA LA SEGURIDAD SOCIAL							
EMSSI H-97				EMSSI M-97			
EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$	EDAD	$q_x$
15	3.16	63	29.31	15	0.69	63	23.68
16	3.16	64	30.74	16	0.69	64	25.16
17	3.16	65	32.32	17	0.69	65	26.76
18	3.16	66	34.05	18	0.72	66	28.48
19	3.16	67	35.96	19	0.80	67	30.34
20	3.16	68	38.06	20	0.92	68	32.34
21	3.16	69	40.37	21	1.08	69	34.49
22	3.20	70	42.90	22	1.27	70	36.80
23	3.34	71	45.67	23	1.49	71	39.29
24	3.58	72	48.70	24	1.74	72	41.95
25	3.89	73	52.01	25	2.02	73	44.81
26	4.28	74	55.62	26	2.31	74	47.86
27	4.74	75	59.55	27	2.62	75	51.13
28	5.24	76	63.81	28	2.94	76	54.62
29	5.79	77	68.44	29	3.28	77	58.35
30	6.37	78	73.44	30	3.62	78	62.32
31	6.98	79	78.85	31	3.97	79	66.55
32	7.62	80	84.69	32	4.33	80	71.05
33	8.26	81	90.97	33	4.69	81	75.83
34	8.92	82	97.74	34	5.06	82	80.91
35	9.58	83	105.00	35	5.43	83	86.30
36	10.24	84	112.79	36	5.80	84	92.00
37	10.90	85	121.13	37	6.18	85	98.05
38	11.55	86	130.05	38	6.56	86	104.44
39	12.20	87	139.58	39	6.95	87	111.19
40	12.83	88	149.74	40	7.34	88	118.33
41	13.44	89	160.57	41	7.73	89	125.85
42	14.05	90	172.09	42	8.13	90	133.79
43	14.64	91	184.33	43	8.55	91	142.14
44	15.22	92	197.33	44	8.97	92	150.94
45	15.79	93	211.11	45	9.40	93	160.19
46	16.35	94	225.71	46	9.85	94	169.91
47	16.90	95	241.16	47	10.32	95	180.12
48	17.45	96	257.49	48	10.81	96	190.83
49	18.00	97	274.74	49	11.32	97	202.06
50	18.55	98	292.94	50	11.87	98	213.83
51	19.12	99	312.12	51	12.44	99	226.16
52	19.70	100	332.33	52	13.05	100	239.06
53	20.30			53	13.71		
54	20.93			54	14.40		
55	21.59			55	15.15		
56	22.30			56	15.96		
57	23.06			57	16.83		
58	23.89			58	17.76		
59	24.78			59	18.77		
60	25.76			60	19.86		
61	26.83			61	21.03		
62	28.01			62	22.30		

Fuente: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas

Tablas Abreviadas de Mortalidad de México

$nq_x$

Género Masculino

Edad	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
0	0.18868	0.16995	0.13580	0.10214	0.08610	0.05831	0.04057	0.02789	0.01976
1-4	0.15528	0.12378	0.07955	0.04411	0.02994	0.01286	0.01103	0.00373	0.00257
5-9	0.05774	0.04091	0.02677	0.01545	0.01168	0.00592	0.00394	0.00225	0.00151
10-14	0.02969	0.02042	0.01412	0.00904	0.00743	0.00540	0.00360	0.00249	0.00178
15-19	0.03005	0.02315	0.01560	0.01042	0.00888	0.00918	0.00615	0.00440	0.00342
20-24	0.04325	0.03629	0.02389	0.01570	0.01373	0.01488	0.00964	0.00695	0.00544
25-29	0.05972	0.05144	0.03400	0.02210	0.01905	0.01983	0.01284	0.00942	0.00734
30-34	0.07396	0.06388	0.04295	0.02808	0.02333	0.02349	0.01568	0.01176	0.00922
35-39	0.08477	0.07309	0.05047	0.03386	0.02749	0.02702	0.01883	0.01443	0.01146
40-44	0.09381	0.08108	0.05813	0.04076	0.03334	0.03207	0.02327	0.01817	0.01462
45-49	0.10419	0.09113	0.06835	0.05065	0.04305	0.04029	0.03021	0.02392	0.01948
50-54	0.11990	0.10712	0.08399	0.06573	0.05834	0.05338	0.04112	0.03297	0.02714
55-59	0.14561	0.13355	0.10833	0.08856	0.08145	0.07332	0.05796	0.04702	0.03914
60-64	0.18679	0.17555	0.14511	0.12223	0.11506	0.10256	0.08329	0.06844	0.05768
65-69	0.24927	0.23861	0.19844	0.17031	0.16237	0.14411	0.12050	0.10045	0.08586
70-74	0.33804	0.32738	0.27224	0.23653	0.22683	0.20137	0.17367	0.14715	0.12779
75-79	0.45431	0.44301	0.36887	0.32374	0.31126	0.27747	0.24708	0.21325	0.18846
80-84	0.59134	0.57922	0.48671	0.43217	0.41621	0.37402	0.34378	0.30291	0.27289
85-89	0.72946	0.71776	0.61850	0.56179	0.54438	0.49235	0.46592	0.42002	0.38563
90-94	0.84331	0.83439	0.75164	0.70293	0.68779	0.63707	0.61382	0.56904	0.53404
95-99	0.92156	0.91644	0.86515	0.83350	0.82355	0.78808	0.77081	0.73730	0.70975
100+	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Consejo Nacional de Población

ANEXO CINCO

Tablas Abreviadas de Mortalidad de México

$nq_x$

Género Femenino

Edad	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
0	0.16705	0.14856	0.11712	0.08656	0.07161	0.04752	0.03245	0.02185	0.01518
1-4	0.15787	0.12743	0.08245	0.04588	0.03025	0.01219	0.01002	0.00329	0.00218
5-9	0.04840	0.03406	0.02172	0.01232	0.00871	0.00385	0.00253	0.00136	0.00086
10-14	0.02252	0.01465	0.00954	0.00588	0.00442	0.00245	0.00153	0.00100	0.00063
15-19	0.02371	0.01691	0.01013	0.00624	0.00457	0.00307	0.00189	0.00122	0.00080
20-24	0.03596	0.02811	0.01662	0.00997	0.00735	0.00464	0.00267	0.00175	0.00121
25-29	0.04881	0.03931	0.02369	0.01431	0.01073	0.00642	0.00357	0.00223	0.00160
30-34	0.05745	0.04644	0.02848	0.01766	0.01331	0.00820	0.00471	0.00298	0.00220
35-39	0.06222	0.05019	0.03152	0.02036	0.01546	0.01030	0.00641	0.00437	0.00330
40-44	0.06591	0.05342	0.03492	0.02378	0.01848	0.01334	0.00914	0.00674	0.00519
45-49	0.07191	0.05939	0.04105	0.02958	0.02385	0.01818	0.01353	0.01052	0.00828
50-54	0.08368	0.07129	0.05220	0.03950	0.03313	0.02597	0.02050	0.01649	0.01322
55-59	0.10491	0.09255	0.07085	0.05564	0.04825	0.03834	0.03143	0.02583	0.02107
60-64	0.13974	0.12707	0.09998	0.08069	0.07181	0.05759	0.04831	0.04032	0.03342
65-69	0.19278	0.17942	0.14326	0.11819	0.10733	0.08697	0.07407	0.06259	0.05263
70-74	0.26852	0.25420	0.20485	0.17243	0.15928	0.13079	0.11269	0.09632	0.08210
75-79	0.36960	0.35443	0.28850	0.24788	0.23257	0.19420	0.16918	0.14620	0.12618
80-84	0.49375	0.47853	0.39562	0.34756	0.33095	0.28214	0.24884	0.21779	0.19053
85-89	0.62944	0.61572	0.52242	0.46841	0.45123	0.39773	0.35657	0.31779	0.28352
90-94	0.75562	0.74525	0.65740	0.60554	0.58930	0.53819	0.49732	0.45546	0.41815
95-99	0.85670	0.85043	0.78612	0.74702	0.73476	0.69350	0.66313	0.62706	0.59436
100+	0.44953	0.44403	0.39011	0.36286	0.35500	0.32948	0.31332	0.29377	0.27716
Fuente: Consejo Nacional de Población									

ANEXO CINCO

## ANEXO SEIS

## Resolución Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones (DGSFP) Tablas Generacionales

BOE núm. 244

Miércoles 11 octubre 2000

34883

## ANEXO

**Tablas generacionales de supervivencia  
Aplicables a las coberturas de supervivencia otorgadas  
Por las entidades aseguradoras sometidas al artículo 34 del ROSSP**

*La tabla a aplicar a cada asegurado dependerá de su año de nacimiento y se calculará a partir de la tabla base que corresponda*

*Una vez determinada la tabla de cada asegurado, es decir, la de su generación, los cálculos se efectuarán tomando su edad actuarial exacta en cada momento*

**Para los contratos en cartera****Tablas PERM/F2000C**

Año de Nacimiento	Tabla Base. $q_x$ ( en tanto por mil )		Factor de mejora de $q_x$ ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
2000	6,487	3,633	0,0000	0,0400
1999	0,638	0,298	0,0000	0,0400
1998	0,339	0,221	0,0000	0,0400
1997	0,300	0,149	0,0000	0,0400
1996	0,254	0,144	0,0000	0,0400
1995	0,247	0,119	0,0000	0,0400
1994	0,223	0,108	0,0000	0,0400
1993	0,216	0,098	0,0000	0,0400
1992	0,200	0,083	0,0000	0,0400
1991	0,193	0,077	0,0000	0,0400
1990	0,185	0,083	0,0000	0,0400
1989	0,201	0,103	0,0000	0,0300
1988	0,208	0,120	0,0000	0,0300
1987	0,247	0,135	0,0000	0,0270
1986	0,301	0,141	0,0000	0,0270
1985	0,410	0,153	0,0000	0,0270
1984	0,572	0,177	0,0000	0,0270
1983	0,743	0,206	0,0000	0,0270
1982	0,875	0,224	0,0000	0,0270
1981	0,985	0,241	0,0000	0,0270
1980	1,102	0,242	0,0000	0,0270
1979	1,143	0,253	0,0000	0,0270
1978	1,222	0,242	0,0000	0,0270
1977	1,287	0,254	0,0000	0,0270



## ANEXO SEIS

34884

Miércoles 11 octubre 2000

BOE núm. 244

Año de Nacimiento	Tabla Base. $q_x$ ( en tanto por mil )		Factor de mejora de $q_x$ ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1976	1,336	0,266	0,0000	0,0270
1975	1,322	0,272	0,0000	0,0270
1974	1,348	0,295	0,0000	0,0270
1973	1,398	0,325	0,0000	0,0270
1972	1,448	0,337	0,0000	0,0270
1971	1,466	0,367	0,0000	0,0270
1970	1,429	0,367	0,0000	0,0270
1969	1,387	0,373	0,0010	0,0270
1968	1,414	0,356	0,0020	0,0270
1967	1,418	0,344	0,0030	0,0270
1966	1,407	0,374	0,0040	0,0270
1965	1,380	0,440	0,0050	0,0270
1964	1,347	0,458	0,0060	0,0270
1963	1,336	0,464	0,0070	0,0270
1962	1,436	0,488	0,0080	0,0270
1961	1,571	0,495	0,0090	0,0270
1960	1,667	0,584	0,0092	0,0270
1959	1,793	0,561	0,0094	0,0260
1958	1,919	0,658	0,0096	0,0260
1957	2,016	0,707	0,0098	0,0260
1956	2,158	0,762	0,0100	0,0260
1955	2,334	0,850	0,0100	0,0250
1954	2,565	0,870	0,0100	0,0250
1953	2,693	0,957	0,0100	0,0250
1952	2,823	0,996	0,0100	0,0250
1951	3,292	1,200	0,0100	0,0240
1950	3,708	1,378	0,0100	0,0230
1949	4,134	1,558	0,0100	0,0230
1948	4,502	1,631	0,0100	0,0230
1947	5,372	1,918	0,0100	0,0230
1946	5,695	2,037	0,0100	0,0230
1945	6,106	2,195	0,0100	0,0230
1944	6,518	2,286	0,0100	0,0230
1943	7,079	2,566	0,0100	0,0230
1942	7,703	2,827	0,0110	0,0230
1941	8,183	3,058	0,0120	0,0230
1940	9,184	3,424	0,0130	0,0240
1939	10,070	3,727	0,0130	0,0240
1938	10,876	4,133	0,0130	0,0240
1937	11,748	4,395	0,0130	0,0250
1936	13,045	4,828	0,0130	0,0250
1935	14,533	5,451	0,0130	0,0250

## ANEXO SEIS

BOE núm. 244

Miércoles 11 octubre 2000

34885

Año de Nacimiento	Tabla Base. $q_x$ ( en tanto por mil )		Factor de mejora de $q_x$ ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1934	15,690	6,053	0,0130	0,0250
1933	17,221	6,698	0,0130	0,0250
1932	18,968	7,433	0,0130	0,0250
1931	20,645	8,403	0,0130	0,0250
1930	22,270	9,330	0,0130	0,0250
1929	24,429	10,684	0,0130	0,0250
1928	27,259	12,013	0,0130	0,0250
1927	30,296	13,893	0,0130	0,0250
1926	33,690	15,897	0,0127	0,0240
1925	37,286	18,249	0,0124	0,0230
1924	40,934	21,049	0,0121	0,0220
1923	44,857	24,341	0,0118	0,0210
1922	49,256	27,849	0,0115	0,0200
1921	54,411	32,056	0,0112	0,0190
1920	59,678	37,498	0,0109	0,0180
1919	66,056	43,054	0,0106	0,0170
1918	72,769	48,100	0,0103	0,0160
1917	78,957	54,719	0,0100	0,0150
1916	84,610	62,984	0,0100	0,0140
1915	92,859	71,238	0,0100	0,0130
1914	102,503	79,092	0,0100	0,0120
1913	110,684	88,704	0,0100	0,0110
1912	120,763	98,128	0,0100	0,0100
1911	132,697	109,289	0,0100	0,0100
1910	145,575	121,868	0,0100	0,0090
1909	158,966	135,539	0,0100	0,0080
1908	174,313	150,147	0,0090	0,0070
1907	189,886	165,612	0,0080	0,0060
1906	206,827	183,671	0,0070	0,0050
1905	223,026	202,810	0,0060	0,0040
1904	240,493	223,010	0,0050	0,0030
1903	259,327	244,252	0,0040	0,0020
1902	279,634	266,510	0,0030	0,0010
1901	302,162	290,369	0,0020	0,0000
1900	326,505	312,166	0,0010	0,0000
1899	361,190	342,489	0,0000	0,0000
1898	386,405	365,956	0,0000	0,0000
1897	413,380	389,957	0,0000	0,0000
1896	442,239	414,475	0,0000	0,0000
1895	473,112	439,502	0,0000	0,0000
1894	506,141	465,043	0,0000	0,0000
1893	541,475	491,114	0,0000	0,0000

## ANEXO SEIS

34886

Miércoles 11 octubre 2000

BOE núm. 244

Año de Nacimiento	Tabla Base. $q_x$ ( en tanto por mil )		Factor de mejora de $q_x$ ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1892	579,276	518,648	0,0000	0,0000
1891	619,716	547,724	0,0000	0,0000
1890	662,979	578,431	0,0000	0,0000
1889	709,262	610,859	0,0000	0,0000
1888	758,776	645,106	0,0000	0,0000
1887	1000,000	1000,000	0,0000	0,0000

**Tablas generacionales de supervivencia  
aplicables a las coberturas de supervivencia otorgadas  
Por las entidades aseguradoras sometidas al artículo 34 del ROSSP**

*La tabla a aplicar a cada asegurado dependerá de su año de nacimiento*

*Y se calculará a partir de la tabla base que corresponda*

*Una vez determinada la tabla de cada asegurado, es decir, la de su generación,  
los cálculos se efectuarán tomando su edad actuarial exacta en cada momento*

**Para los contratos de nueva producción**

**Tablas PERM/F2000P**

Año de Nacimiento	Tabla Base. $q_x$ ( en tanto por mil )		Factor de mejora de $q_x$ ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
2000	5,742	3,215	0,0150	0,0400
1999	0,565	0,264	0,0150	0,0400
1998	0,300	0,196	0,0150	0,0400
1997	0,266	0,132	0,0150	0,0400
1996	0,225	0,128	0,0150	0,0400
1995	0,218	0,105	0,0150	0,0400
1994	0,198	0,096	0,0150	0,0400
1993	0,191	0,087	0,0150	0,0400
1992	0,177	0,073	0,0150	0,0400
1991	0,171	0,068	0,0150	0,0400
1990	0,164	0,073	0,0150	0,0400
1989	0,178	0,091	0,0150	0,0300
1988	0,184	0,106	0,0150	0,0300
1987	0,219	0,120	0,0150	0,0270
1986	0,267	0,125	0,0150	0,0270
1985	0,362	0,135	0,0150	0,0270

## ANEXO SEIS

BOE núm. 244

Miércoles 11 octubre 2000

34887

Año de Nacimiento	Tabla Base. qx ( en tanto por mil )		Factor de mejora de qx ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1984	0,506	0,156	0,0150	0,0270
1983	0,657	0,182	0,0150	0,0270
1982	0,774	0,198	0,0150	0,0270
1981	0,871	0,214	0,0150	0,0270
1980	0,976	0,214	0,0150	0,0270
1979	1,011	0,224	0,0150	0,0270
1978	1,082	0,214	0,0150	0,0270
1977	1,139	0,225	0,0150	0,0270
1976	1,182	0,235	0,0150	0,0270
1975	1,170	0,240	0,0150	0,0270
1974	1,193	0,261	0,0150	0,0270
1973	1,237	0,288	0,0150	0,0270
1972	1,281	0,298	0,0150	0,0270
1971	1,298	0,325	0,0150	0,0270
1970	1,265	0,325	0,0150	0,0270
1969	1,227	0,330	0,0150	0,0270
1968	1,252	0,315	0,0150	0,0270
1967	1,255	0,305	0,0150	0,0270
1966	1,245	0,331	0,0150	0,0270
1965	1,222	0,389	0,0150	0,0270
1964	1,192	0,405	0,0150	0,0270
1963	1,182	0,411	0,0150	0,0270
1962	1,271	0,432	0,0150	0,0270
1961	1,391	0,438	0,0150	0,0270
1960	1,476	0,517	0,0150	0,0270
1959	1,587	0,496	0,0150	0,0260
1958	1,698	0,582	0,0150	0,0260
1957	1,784	0,626	0,0150	0,0260
1956	1,910	0,675	0,0150	0,0260
1955	2,066	0,753	0,0150	0,0250
1954	2,270	0,770	0,0150	0,0250
1953	2,384	0,847	0,0150	0,0250
1952	2,499	0,881	0,0150	0,0250
1951	2,914	1,062	0,0150	0,0250
1950	3,281	1,220	0,0150	0,0250
1949	3,673	1,385	0,0150	0,0250
1948	4,001	1,449	0,0150	0,0250
1947	4,773	1,704	0,0150	0,0250
1946	5,061	1,810	0,0150	0,0250
1945	5,445	1,957	0,0150	0,0250
1944	5,812	2,038	0,0150	0,0250
1943	6,313	2,288	0,0150	0,0250



## ANEXO SEIS

34888

Miércoles 11 octubre 2000

BOE núm. 244

Año de Nacimiento	Tabla Base. qx ( en tanto por mil )		Factor de mejora de qx ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1942	6,869	2,521	0,0150	0,0250
1941	7,298	2,727	0,0150	0,0250
1940	8,220	3,064	0,0150	0,0250
1939	9,014	3,336	0,0150	0,0250
1938	9,735	3,699	0,0150	0,0250
1937	10,516	3,934	0,0150	0,0250
1936	11,676	4,322	0,0150	0,0250
1935	13,030	4,887	0,0150	0,0250
1934	14,067	5,427	0,0150	0,0250
1933	15,440	6,005	0,0150	0,0250
1932	17,005	6,664	0,0150	0,0250
1931	18,509	7,533	0,0150	0,0250
1930	19,978	8,370	0,0150	0,0250
1929	21,915	9,584	0,0150	0,0250
1928	24,454	10,777	0,0150	0,0250
1927	27,179	12,463	0,0150	0,0250
1926	30,224	14,262	0,0150	0,0250
1925	33,450	16,372	0,0150	0,0250
1924	36,722	18,883	0,0150	0,0250
1923	40,242	21,837	0,0150	0,0250
1922	44,188	24,984	0,0150	0,0250
1921	48,813	28,758	0,0150	0,0250
1920	53,538	33,640	0,0150	0,0250
1919	59,260	38,624	0,0150	0,0240
1918	65,282	43,151	0,0150	0,0230
1917	70,833	49,089	0,0150	0,0220
1916	75,905	56,504	0,0150	0,0210
1915	83,305	63,908	0,0150	0,0200
1914	91,956	70,955	0,0150	0,0190
1913	99,296	79,577	0,0150	0,0180
1912	108,338	88,031	0,0150	0,0170
1911	119,043	98,045	0,0150	0,0160
1910	130,597	109,329	0,0150	0,0150
1909	142,610	121,594	0,0150	0,0150
1908	156,378	134,699	0,0135	0,0135
1907	170,348	148,572	0,0120	0,0120
1906	185,547	164,773	0,0105	0,0105
1905	200,079	181,943	0,0090	0,0090
1904	215,749	200,065	0,0075	0,0075
1903	232,644	219,121	0,0060	0,0060
1902	250,862	239,089	0,0045	0,0045
1901	271,072	260,493	0,0030	0,0030

## ANEXO SEIS

Año de Nacimiento	Tabla Base. qx ( en tanto por mil )		Factor de mejora de qx ( $\lambda$ )	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
1900	292,911	280,047	0,0015	0,0015
1899	324,890	308,068	0,0000	0,0000
1898	347,570	329,176	0,0000	0,0000
1897	371,835	350,765	0,0000	0,0000
1896	397,793	372,819	0,0000	0,0000
1895	425,563	395,331	0,0000	0,0000
1894	455,272	418,305	0,0000	0,0000
1893	487,055	441,756	0,0000	0,0000
1892	510,801	468,981	0,0000	0,0000
1891	535,704	497,884	0,0000	0,0000
1890	561,821	528,568	0,0000	0,0000
1889	589,211	561,143	0,0000	0,0000
1888	617,937	595,725	0,0000	0,0000
1887	648,064	632,439	0,0000	0,0000
1886	679,659	671,416	0,0000	0,0000
1885	1.000,000	1.000,000	0,0000	0,0000

## ANEXO SIETE

**AMIS**Asociación Mexicana de  
Instituciones de Seguros, A. C.Asociación Mexicana de  
Actuarios, A. C.

# ***Tabla de Mortalidad México 2000***

— Mex. 2000

— E.M. 82.96  
Junio de 2000

---

ANEXO SIETE

**Comité de Mortalidad A.M.A. – A.M.I.S.**

**Grupo Nacional Provincial, S. A.**

ACT. SANDRA CABRERA  
ACT. ROMÁN RUIZ

**Seguros Comercial América, S. A. de C.V.**

ACT. ENRIQUE RODRÍGUEZ  
ACT. CARLOS GONZÁLEZ

**Seguros Monterrey-New York Life, S. A.**

ACT. ALEJANDRO MARES  
ACT. ALFREDO RODRÍGUEZ

**A. M. A.**

ACT. SOFÍA ROMANO  
ACT. JORGE RENDÓN

**A.M.I.S.**

ACT. DOLORES ARMENTA  
ACT. OMAR RAMÍREZ

**Dirección Técnica del Proyecto**

ACT. JORGE RENDÓN

**Equipo de apoyo A.M.I.S.**

ACT. PABLO MIRELES  
LIC. GABRIELA COVARRUBIAS  
LIC. JOSÉ LUIS MENDOZA  
LIC. GERARDO MORALES

**Equipo de apoyo I.T.A.M.**

ACT. ROSARIO ROMERO  
SRITA. ANGÉLICA TORRES  
ACT. IRMA ORTA



## ANEXO SIETE

## Indice

I. INTRODUCCIÓN _____	1
II. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS _____	3
III. INFORMACIÓN _____	4
IV. TABLA ÚLTIMA _____	5
A) METODOLOGÍA	
▪ INTERPOLACIÓN	
▪ GRADUACION Y RECARGOS	
B) RESULTADOS	
C) COMPARATIVO CON LA TABLA EXP. MEX. 82-89	
V. TABLA SELECTA _____	12
A) METODOLOGÍA	
B) RESULTADOS	
C) COMPARATIVO CON FACTOTRES DE SELECCIÓN DE DISTINTAS ASEGURADORAS	
VI. CONCLUSIONES _____	14
APÉNDICE	

## ANEXO SIETE

### I. Introducción

En respuesta a la necesidad de actualizar las bases demográficas que se utilizan en el sector para la tarificación de planes del seguro de Vida Individual, la Asociación Mexicana de Actuarios y la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros se han dado a la tarea de realizar un análisis de la siniestralidad del ramo. El objetivo es generar tablas de mortalidad que describan con exactitud el comportamiento de este fenómeno en la población asegurada de nuestro país.

Para llevar a cabo los estudios antes mencionados se formó el Comité de Mortalidad A.M.A. – A.M.I.S., grupo de trabajo cuyo objetivo era establecer, con base en la información disponible de las aseguradoras, las características que debiera tener el estudio, para posteriormente proponerlo al resto de las compañías. El resultado fue el construir una tabla con las siguientes características:

*Por monto de Suma Asegurada y número de asegurados* para dar un peso adecuado a la siniestralidad, ya que la mortalidad puede variar sustancialmente por rango de suma asegurada, además de que carteras muy antiguas con sumas aseguradas muy pequeñas pueden influir en los resultados.

*Separada por Sexo* porque, aunque se sabe que las mujeres tienen una menor siniestralidad, generalmente se asume la misma como una razón constante de 3 años menos, cuando en la realidad las curvas de siniestralidad entre hombres y mujeres son muy diferentes.

*Incluyendo los siniestros ocurridos y no reportados*, de acuerdo al reporte de las compañías a septiembre de 1999, para dar mayor solidez a los datos utilizados.

*Tabla Última- Sin considerar los cuatro primeros años de experiencia* en lo referente a expuestos y siniestros, con objeto de reducir las diferencias que existen entre las compañías en sus reglas de selección, sus distintos requisitos de exámenes médicos, los efectos de las cláusulas de disputabilidad y suicidio. Es decir, eliminar la influencia de la selección en los primeros años del seguro.

*Tabla Selecta- Analizando los cuatro primeros años de experiencia* en lo referente a expuestos y siniestros, con el propósito de reflejar los efectos de la selección en los primeros años de vigencia de las pólizas.

## ANEXO SIETE

*Sin incluir saldados y prorrogados.* Se excluyeron del estudio base, ya que se espera tengan una mortalidad diferente a las de la pólizas en periodo de pago de primas. Posteriormente se considera adecuado evaluar el incluir los prorrogados automáticos, es decir, los que no son a petición del asegurado.

*Excluir las pólizas en vigor que ya hicieron uso del Beneficio de Exención de Pago de Primas (inválidos)* las cuales tienen una mortalidad esperada más alta.

*Sin incluir riesgos subnormales,* por tanto se eliminaron tanto de expuestos como de siniestros los que tenían calificación superior al 150%.

Por otro lado, se acordó sería interesante evaluar la mortalidad con los siguientes cortes:

- *Saldados y prorrogados.*
- *Pólizas con o sin examen*
- *Fumadores y no fumadores.*
- *Planes Temporales y otros planes*
- *Las principales causas de muerte*
- *Muertes Accidentales, con o sin el Beneficio de Doble Indemnización*

Este estudio sólo se enfoca a analizar la mortalidad de seguros de vida individual para pólizas en período de pago de primas, a través de una tabla última y del análisis de la diferencia en mortalidad durante los primeros 4 años de la póliza. En estudios subsecuentes, se tratará de abarcar cada vez mas cortes de los mencionados anteriormente.

## ANEXO SIETE

### II. Construcción de la Base de Datos

El comité enfocó su trabajo a la definición de la estructura de la base de datos y el manual con las instrucciones generales para el reporte (apéndice 1). Se precisó la información que se pediría a las compañías, tomando como base un documento proporcionado la *Society of Actuaries*, el cual fue traducido y adaptado a las características de las pólizas que se comercializan en el mercado nacional

En este proceso de traducción y adaptación del documento se encontraron dos diferencias significativas en los productos:

1. Las columnas de conversión que incluyen a los seguros que en su inicio fueron temporales y que cambiaron, sin requisitos de asegurabilidad, a planes permanentes, ya que en México esta cláusula no existe en la mayoría de las compañías.
2. Se añadió el Beneficio Adicional de Pago de la Suma Asegurada por invalidez, ya que en Estados Unidos no se expide este beneficio.

La estructura de la base de datos anteriormente mencionada, fue enviada a todas las compañías de seguros del mercado mexicano, invitándolas a participar en el estudio.

## ANEXO SIETE

### III. Información

Las compañías que contribuyeron con información para el estudio fueron:

AIG México Seguros Interamericana, S. A. de C. V.

Aseguradora Hidalgo, S. A.

Aseguradora Interacciones, S. A.

Grupo Nacional Provincial, S. A.

Seguros Atlas, S. A.

Seguros Comercial América, S. A. de C. V.

Seguros Génesis, S. A.

Seguros La Territorial, S. A.

Seguros Monterrey New York Life, S.A.

Zurich Vida, Compañía de Seguros, S. A.

Para el caso de hombres el total de pólizas expuestas fue de 1,700,905, con una suma asegurada de \$183,877,187,895. Por su parte el total de pólizas siniestradas fue de 4,170 y en suma asegurada reclamada \$521,295,088.

Para mujeres se registraron sólo 695,733 pólizas expuestas, el 40% de las de los hombres y un monto asegurado de \$56,562,975,284 que representó sólo el 30% del monto asegurado para hombres. El total de pólizas siniestradas fueron 776, con un monto de \$70,410,317,

Con esto se logró conjuntar información equivalente a más del 85% del mercado, lo que da confiabilidad a los resultados.

El monto promedio asegurado para mujeres fue de \$81,300 contra \$108,105 de los hombres.

En el caso de los hombres, el total de terminaciones fue de 154, 193, con un monto de - \$25,703,320,499. Para las mujeres se presentaron 31,429, con un monto de - 4,038,686,997

## ANEXO SIETE

## IV. Tabla Última

## A) Metodología

El procedimiento que se siguió para obtener los datos utilizables fue el siguiente:

- 1) Se trabajó por separado cada año de observación por compañía.
- 2) Se eliminaron las pólizas que no se utilizarían de acuerdo a su antigüedad, subnormalidad o estado de saldado o prorrogado, según los criterios mencionados en la introducción.
- 3) Se agruparon por edad alcanzada a su último aniversario y se filtraron por sexo.
- 4) De esta forma se concentró el número de pólizas y la suma asegurada por edad alcanzada, tanto de expuestos como de siniestros en cada año de observación.

*Expuestos*

Para la determinar los expuestos se sumaron las edades alcanzadas iguales para los años de observación de 1995, 1996 y 1997, agrupándolos posteriormente en edades quinquenales para obtener los expuestos de las edades "pivotaes".

$$E_x = \sum_i E_x^i$$

$$\text{donde } i = 1995, 1996 \text{ y } 1997 \\ x = 0, 1, 2, \dots, 100$$

$$E_{\bar{x}} = \sum_{t=0}^4 E_{x+t}$$

$$\text{donde } x = 0, 5, 10, 15, \dots, 95 \\ \bar{x} = x+2$$

*Siniestros*

Los siniestros por edad alcanzada se calcularon con su edad al último aniversario, agrupando los fallecimientos a su edad alcanzada sumándoles los fallecimientos de una edad más, los que ocurrieron después del aniversario de la póliza, ya que correspondían a los expuestos de la misma edad.

$$\theta_x = \sum_i (\theta_x^i + \theta_{x+1}^i)$$

$$\text{donde } i = 1995, 1996 \text{ y } 1997 \\ x = 0, 1, 2, \dots, 100$$

$$\theta_{\bar{x}} = \sum_{t=0}^4 \theta_{x+t}$$

$$\text{donde } x = 0, 5, 10, 15, \dots, 95 \\ \bar{x} = x+2$$

## ANEXO SIETE

*Entradas y Salidas*

Por lo que respecta a las salidas y entradas de expuestos por causas distintas a su fallecimiento, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$V_x = \sum_i (V_x^i - V_{x+1}^{i+1}) \quad \text{donde } i = 1995, 1996 \text{ y } 1997$$

$$i+1 = 1996, 1997 \text{ y } 1998$$

$$V_x = \sum_{t=0}^4 V_{x+t} \quad \text{donde } x = 0, 5, 10, 15, \dots, 95$$

$$\bar{x} = x+2$$

*Probabilidades*

De esta forma se obtuvieron las probabilidades siguientes:

$$q_x^{(1)} = \frac{\theta_x}{E_x}$$

$$q_x^{(2)} = \frac{V_x}{E_x}$$

$$q_x^{(1)} = 1 - (1 - q_x^{(1)} - q_x^{(2)})^{\frac{q_x^{(1)}}{q_x^{(1)} + q_x^{(2)}}}$$

Se prefirió utilizar esta fórmula que generalmente se emplea en tablas de dos decrementos, ya que de esta forma se está suponiendo distribución uniforme de siniestros durante el año o fuerza de mortalidad constante, en vez de la forma tradicional que consiste en calcular la tasa central con el promedio de expuestos para después aproximarla a la tasa anual, porque esta última utiliza dos aproximaciones que difícilmente se cumplen en la realidad. La demostración de esta fórmula se encuentra en el apéndice 2.

*Interpolación*

Por lo que respecta a los hombres se interpolaron los resultados quinquenales, desde la edad 10 hasta los 79 años, por la fórmula osculatoria de Jenkins a la tercera diferencia, en la siguiente forma:

$$q_{x+s} = sq_{x+1} + \frac{s(s^2-1)}{6} \Delta^2 q_{x+1} + (1+s)q_x + \frac{(1-s)[(1-s)^2-1] \Delta^2 q_x}{6}$$

donde  $s = 1, 2, 3, 4$

## ANEXO SIETE

Para las edades menores de 10 años y mayores de 79 se utilizó la fórmula de Makeham, determinando los parámetros con las siguientes tres ecuaciones:

$$\log_t P_x = c^x (c^t - 1) \log g$$

$$\log_t P_{x+t} = c^{x+1} (c^t - 1) \log g$$

$$\log_t P_{x+2t} = c^{x+2t} (c^t - 1) \log g$$

Para las mujeres se desecharon los puntos pivotaes que no tenían una secuencia esperada y toda la tabla se interpoló con la fórmula de Makeham separándola en tres secciones distintas. Algo similar ha ocurrido con las tablas de mortalidad para mujeres en otros países, porque el número de pólizas y montos asegurados todavía es pequeño, aunque la ventaja es que la mortalidad siempre se ha observado creciente a partir de los 10 ó 12 años de edad.

En todas las interpolaciones efectuadas con la fórmula de Makeham se utilizaron los intervalos  $t$  y las edades tales que generaran una curva similar a la que se utilizó para determinar la tabla de mortalidad denominada CSO 80 básica, la cual fue generada en Estados Unidos con una cantidad de datos 10 veces mayor de los que tuvimos en este trabajo. Sin embargo, en hombres de 10 a 79 años los resultados son fielmente los obtenidos de la experiencia de los datos, los cuales pueden constatarse al comparar las probabilidades obtenidas con las encontradas en forma quinquenal.

#### *Graduación y Recargos.*

Como ya se mencionó estas tablas no incluyen recargo alguno, pues consideramos que cada compañía debe determinar la desviación posible de sus valores esperados de acuerdo al plan, antigüedad, márgenes de solvencia legales, etc. De esta forma, cuando se venda un plan individual de pensiones o un seguro dotal posiblemente el recargo a la probabilidad de muerte sea negativo y en planes flexibles los cargos por mortalidad garantizados forman parte de los sobrantes de la compañía.

Tampoco se graduaron los resultados, excepto para las edades en que se utilizó la fórmula de Makeham, cuya aplicación proporciona una graduación natural de una fórmula exponencial, porque no consideramos que esta clase de graduaciones sea importante, ya que toda graduación supone un distanciamiento a los valores reales que en este caso son más importantes que su presentación. Sin embargo, debe reconocerse que la interpolación obscuratoria de Jenkins ya proporciona cierta graduación. Es decir, se sacrificó cualquier suavidad en los datos para que las probabilidades de muerte por edad fueran lo mas fieles posibles, de acuerdo a la experiencia obtenida.



## ANEXO SIETE

## B) Resultados.

*Hombres*

La probabilidad de muerte en la tabla para hombres muestra un decremento desde 0.6 al millar en edad 1, hasta 0.35 en edad 12, después de lo cual comienza a crecer duplicándose a la edad de 17 años (0.73), continuando con un crecimiento mas suave a partir de los 18 años hasta los 22 (0.82) para volver a disminuir a partir de los 23 años de edad hasta los 27 años donde llega a 0.68 al millar para después crecer cada año para todas las edades superiores, al principio en forma suave y después de los 50 años su crecimiento en más pronunciado de tal modo que a los 75 años de edades es 100 veces más alta que a los 13 años y, a su vez, a los 98 años es 10 veces mayor que a los 75 años. La mortalidad en la edad de 0 a 1 fue estimada, tomando en cuenta la mortalidad infantil de la población en México y los resultados encontrados en otras tablas. Para efectos prácticos la mortalidad se cierra en uno a la edad de 100 años, lo cual es sólo para simplificar la tabla, ya que, como se puede observar, la tendencia de la mortalidad muestra que es inferior a ese valor. Es decir, para efectos del seguro de vida las probabilidades expresadas en las edades altas son poco importantes al calcular su densidad en valor presente.

**HOMBRES (1000 X q<sub>x</sub>)**

EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000
0	11.327	26	0.720	52	4.526	78	60.737
1	0.600	27	0.680	53	5.090	79	67.047
2	0.540	28	0.764	54	5.833	80	74.125
3	0.490	29	0.815	55	6.701	81	82.056
4	0.460	30	0.864	56	7.628	82	90.934
5	0.430	31	0.939	57	8.589	83	100.861
6	0.410	32	1.070	58	10.506	84	111.946
7	0.400	33	1.084	59	12.379	85	124.304
8	0.390	34	1.098	60	14.205	86	138.059
9	0.380	35	1.112	61	15.980	87	153.339
10	0.370	36	1.126	62	17.700	88	170.267
11	0.370	37	1.140	63	18.846	89	189.003
12	0.350	38	1.327	64	20.432	90	209.651
13	0.426	39	1.508	65	21.955	91	232.347
14	0.518	40	1.693	66	22.914	92	257.204
15	0.598	41	1.893	67	24.669	93	284.320
16	0.668	42	2.120	68	26.020	94	313.764
17	0.730	43	2.255	69	27.337	95	345.574
18	0.754	44	2.383	70	28.721	96	379.741
19	0.757	45	2.543	71	30.268	97	416.199
20	0.757	46	2.775	72	32.077	98	454.816
21	0.772	47	3.120	73	37.102	99	495.379
22	0.820	48	3.178	74	41.705	100	1000.000
23	0.763	49	3.255	75	45.663		
24	0.741	50	3.451	76	50.113		
25	0.734	51	3.865	77	55.117		

## ANEXO SIETE

Estos datos reflejan una probabilidad de muerte global de 2.570 por pólizas y 2.653 por montos, siendo mayor por montos en .083 al millar, equivalente al 3% mayor en monto.

*Mujeres*

Por lo que respecta a tabla de mujeres, las probabilidades de muerte son casi la mitad de la de hombres en edad 1 y en edad 16. La siniestralidad es siempre creciente después de la primera edad, llegando a valores similares a los de los hombres en las últimas edades de la tabla.

MUJERES (1000 X  $q_x$ )

EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000	EDAD	MEX 2000
0	7.831	26	0.542	52	4.009	78	47.502
1	0.330	27	0.568	53	4.390	79	52.916
2	0.332	28	0.596	54	4.803	80	59.014
3	0.334	29	0.628	55	5.211	81	65.208
4	0.336	30	0.663	56	5.628	82	72.845
5	0.338	31	0.703	57	6.004	83	83.968
6	0.341	32	0.747	58	6.461	84	93.826
7	0.344	33	0.795	59	6.932	85	104.498
8	0.348	34	0.850	60	7.398	86	116.042
9	0.351	35	0.910	61	7.888	87	128.321
10	0.355	36	0.977	62	8.369	88	140.999
11	0.360	37	1.052	63	8.845	89	155.553
12	0.365	38	1.136	64	9.445	90	169.833
13	0.371	39	1.228	65	10.558	91	184.991
14	0.377	40	1.331	66	11.714	92	201.454
15	0.385	41	1.446	67	12.954	93	220.103
16	0.392	42	1.574	68	13.901	94	241.212
17	0.401	43	1.716	69	16.214	95	268.568
18	0.411	44	1.874	70	18.698	96	288.424
19	0.422	45	2.050	71	21.132	97	305.424
20	0.434	46	2.246	72	23.466	98	326.280
21	0.448	47	2.463	73	25.797	99	346.234
22	0.463	48	2.706	74	28.684	100	365.743
23	0.479	49	2.975	75	31.768		384.000
24	0.498	50	3.275	76	34.752		
25	0.519	51	3.609	77	37.836		
					42.005		

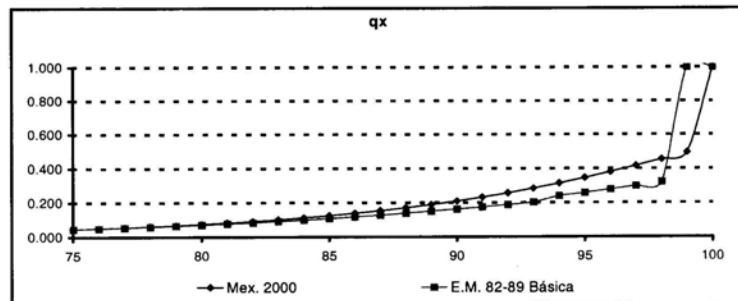
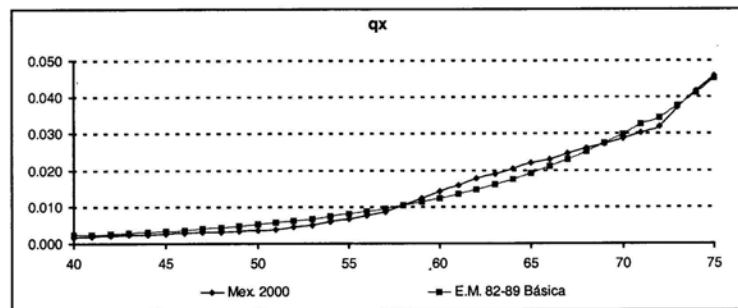
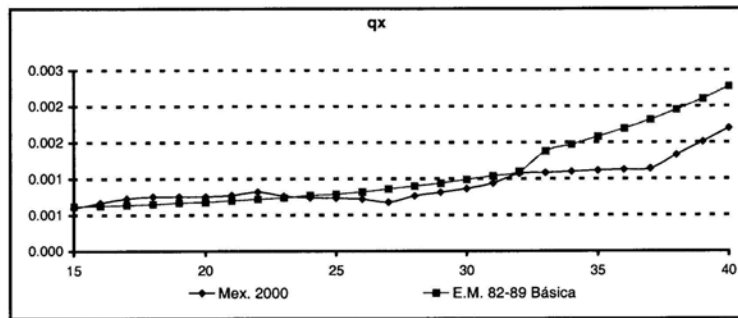
Nuevamente, la probabilidad de muerte global en pólizas fue inferior a la de montos, ya que en el primer caso fue de 1.141 al millar y en el segundo de 1.202 al millar, representando el .061 la diferencia, equivalente al 5% mayor en monto.

## ANEXO SIETE

## C) Comparativo con la Tabla Experiencia Mexicana 82-89 Básica

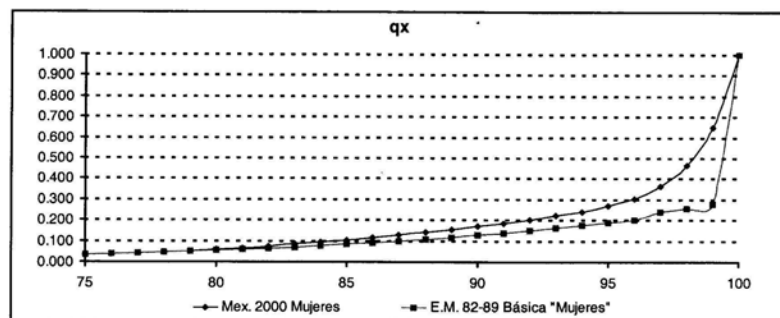
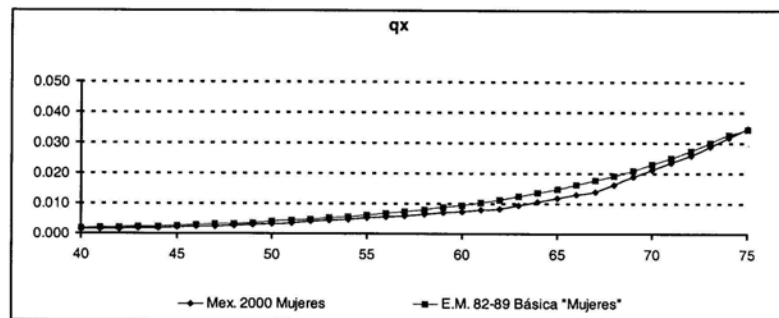
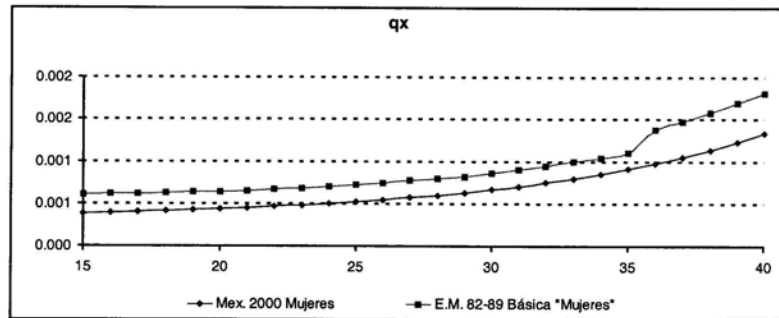
En los gráficos siguientes se aprecia que la Tabla de Hombres México 2000 no es una función creciente, lo cual es un comportamiento habitual, según estudios recientes del fenómeno realizados en otros países.

Por otro lado, podemos apreciar que la nueva tabla es mayor de 16 a 23 años, menor de 24 a 57 años, mayor de 58 a 68 años, menor de 69 a 73 y de 74 en adelante es más alta.



## ANEXO SIETE

En el caso de las mujeres consideramos importante comparar la tabla resultante con la tabla que se usaba en México, la tabla Experiencia Mexicana Básica 82-89 disminuida tres años para cada edad. Como resultado, se observó que los porcentajes obtenidos en la Tabla México 2000 son menores, hasta en un 39%, de 15 hasta 74 años, de 75 en adelante es mayor.



## ANEXO SIETE

**V. Tabla Selecta**

Esta tabla se construyó con las mismas bases de datos con las que se obtuvieron los factores de siniestralidad en la tabla última, con las consideraciones siguientes:

**A) Metodología**

El procedimiento que se siguió para obtener los datos utilizables fue el siguiente:

- 1) Se trabajaron por separado los datos de cada año de observación por compañía.
- 2) Se eliminaron las pólizas que no se utilizarían de acuerdo a su antigüedad, grado de subnormalidad o estado de saldado o prorrogado. Se agruparon por edad alcanzada a su último aniversario y se filtraron por sexo.
- 3) De esta forma se concentró el número de pólizas y la suma asegurada por edad alcanzada, tanto de expuestos como de siniestros en cada año de observación.

Considerando la notación para expuestos y siniestros que se utilizó para la elaboración de la tabla última, las probabilidades de muerte se calcularon de la siguiente forma:

$$q_{[x]:t} = \frac{\theta_{[x]:t}}{E_{[x]:t}} \quad \text{donde} \quad t = 1, 2, 3, 4$$

Esta probabilidad se calculó por cada 10 edades, con la siguiente fórmula:

$$\bar{q}_{[x]:t} = \frac{\sum_{k=0}^9 \theta_{[x]:t+k}}{\sum_{k=0}^9 E_{[x]:t+k}}$$

A su vez el porcentaje correspondiente se determinó:

$$\frac{\bar{q}_{[x]:t}}{q_{x+t}} = (P)_{[x]:t}$$

donde  $q_{x+t}$  es la probabilidad de morir a la edad central alcanzada en la tabla de mortalidad México 2000, tanto para hombres como para mujeres.

## ANEXO SIETE

## B) Resultados

Se tomó como base la metodología para el cálculo de la tabla selecta CSO 80.

<i>Hombres</i>					
Edades	1	2	3	4	5
20 - 29	70%	86%	90%	94%	100%
30 - 39	73%	84%	90%	99%	100%
40 - 49	56%	68%	73%	86%	100%
50 - 59	51%	62%	65%	84%	100%
60 - 69	45%	49%	58%	59%	100%

<i>Mujeres</i>					
Edades	1	2	3	4	5
20 - 29	60%	67%	67%	71%	100%
30 - 39	56%	60%	65%	69%	100%
40 - 49	54%	55%	63%	67%	100%
50 - 59	46%	50%	53%	65%	100%
60 - 69	37%	40%	50%	61%	100%

Datos Obtenidos  
Datos Ajustados

## C) Comparativo entre Compañías

Las compañías que aportaron los factores de selección para realizar este comparativo representan aproximadamente el 60% del volumen de primas de vida individual a diciembre de 1998. Se puede observar, por un lado, que los factores de selección utilizados por las aseguradoras no son similares entre sí y que sólo una de ellas (la compañía D) utiliza porcentajes semejantes a los que se presentaron anteriormente, lo que evidencia la necesidad de realizar estudios frecuentes para precisar el comportamiento de la mortalidad en este tipo de productos.

Año	Mex 2000*	Base E.M. 82 -89			
		A	B	D*	E
1	70%-45%	65%	50%	75%-48%	80%
2	86%-49%	65%	65%	80%-52%	80%
3	90%-58%	65%	75%	85%-55%	85%
4	94%-59%	65%	85%	90%-60%	90%
5	100%	65%	90%	95%-65%	90%
6	100%	65%	95%	95%-70%	100%
7+	100%	65%	100%	95%-70%	100%

\*Depende de la Edad

## ANEXO SIETE

### VI. Conclusiones

Los resultados obtenidos nos aportan datos acerca de la mortalidad por edad, por género y factores de selección.

A pesar de que en realidad sólo se contó con tres años de expuestos 1996, 1997 y 1998, los datos de hombres fueron los suficientemente correctos para generar probabilidades de muerte razonables en sus cifras y curvas de mortalidad por edades, similares a las Tablas modernas, demostrándose, en el caso de la Tabla Última que la mortalidad en hombres está muy lejos de ser creciente después de los 12 años de edad.

Al separar la mortalidad por sexos se comprobó que las aproximaciones para estimar la mortalidad de las mujeres, reduciendo tres años, son incorrectas en la mayoría de las edades. Además, se puede observar que la nueva Tabla Última para mujeres es menor en un 21% en promedio, que la mortalidad de la E.M. 82-89 disminuida en tres años.

Ya se esperaba que hubiera menos mujeres aseguradas que hombres, pero lo que se observó además que las mujeres, en promedio, se aseguran por sumas aseguradas inferiores a las de los hombres, no obstante que las necesidades asegurables podrían ser similares.

Es obvio y al mismo tiempo evidente, que la mortalidad de la población asegurada en México ha tenido una importante evolución en los últimos 30 años. Por esta razón es indispensable analizarla y estudiarla constantemente. Por tanto, se propone que, cada año, se continúe efectuando un trabajo similar agregando un año más de expuestos y siniestros, con objeto de conocer la tendencia de la mortalidad, sin tener que efectuar cada 10 años un nuevo estudio que requiera de este gran esfuerzo desarrollado. De esta forma, se dará mayor solidez y respaldo a los resultados y se podrán reflejar estos efectos en los costos que se trasladan a los asegurados.

Para lograr esto es fundamental contar con información adecuada, confiable y oportuna, en la cual el papel de las aseguradoras es fundamental. En lo particular, es muy importante establecer con mayor precisión algunos factores que tradicionalmente hemos siempre estimado:

- La diferencia de mortalidad entre mujeres y hombres.
- La influencia del tabaquismo en el deterioro de la salud.
- Los efectos de la selección durante los primeros años de vigencia de las pólizas.
- La importancia del nivel de suma asegurada.
- Los efectos de los accidentes como causa de muerte y principales causas de los mismos.
- La mortalidad de saldados y prorrogados
- Mortalidad por tipo de plan.

Finalmente, nuestro deseo es que este trabajo sea útil para el progreso del seguro en México, puesto que es básico el conocimiento de la mortalidad en el precio y los valores de los productos para que las empresas de seguros tengan tarifas competitivas con otros países y para el desarrollo, cada vez más importante, del seguro en nuestro país

## ANEXO SIETE

### APÉNDICE 1

#### Instrucciones Generales para el Reporte de Bases de Datos

##### A. Características del Envío.

- 1) Todos los archivos en formato de dbase (.dbf).
- 2) Se reportará la información correspondiente a 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999 según la estructura del documento que se anexa.
- 3) Se enviará un archivo por cada año reportado. En cada archivo se incluirá el vigor al inicio del período con todos los movimientos registrados durante el año, incluyendo las nuevas emisiones.
- 4) Se anexará al dispositivo magnético un documento, por cada año de experiencia, que contenga los siguientes datos generales de la cartera:
  - a) Número de Pólizas
  - b) Número de Sinistros
  - c) Suma Asegurada Total
  - d) Suma Asegurada Total por cada Beneficio Adicional.

##### B. Pólizas Excluidas

- 1) Reaseguro Tomado.
- 2) Pólizas Familiares.
- 3) Conversiones.
- 4) No tomadas.

##### C. Causas de Muerte e Invalidez

Los reportes de las causas de muerte e invalidez se reportarán según el manual de la Oficina de Intercambio de Información (O.I.I.) basado en la décima revisión del *Internacional Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (ICD-10) editado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

##### D. Prácticas Recomendadas para Ciertas Pólizas

- 1) Suicidio durante el período de exclusión- se incluye en expuestos por la suma asegurada total y en reclamaciones por el monto pagado.
- 2) Pagos *ex-gratia*- igual que en 1.
- 3) Doble Cobertura- En este caso se suma la cantidad en riesgo (S.A.) y se reporta la de mayor plazo, excepto en los Dotales.

##### E. Aclaraciones a la Estructura de la Base de Datos

- 1) Para el reporte de los campos relacionados con la edad del asegurado siempre se considerará la edad real, no la de cálculo.



## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

Tipo	Concepto	Encabezado	Descripción
<b>Expuestos</b>			
<b>I.A. Datos Básicos</b>			
NUMÉRICO	Clave de la Compañía	CIA	La clave de su compañía.
CHARACTER	Número de Póliza	NUM_POL	Registra el número de Póliza. Cualquier otro número de identificación se puede usar en lugar de número de póliza por razones confidenciales. Este valor debe ser único para cada póliza reportada.
ENTERO	Año de Observación	AÑO_OBS	Los cuatro dígitos del año calendario correspondiente a cuando termina el año de observación, el año que se está reportando. (El último año en que la póliza estuvo en vigor).
FECHA	Fecha de Emisión	FEC_EMI	Registre la fecha de emisión con el formato AAAA/MM/DD (para pólizas saldadas o prorrogadas anotar la fecha de emisión de la póliza original, si no la conoce, escriba 1900/01/01).
ENTERO	Sexo	SEXO	0= Desconocido o no clasificable. 1= Hombre 2= Mujer
FECHA	Fecha de Nacimiento	FEC_NAC	Fecha de nacimiento en el formato AAAA/MM/DD, si no la conoce, escriba 1900/01/01
ENTERO	Cálculo de la Edad	CAL_EDAD	0= Aniversario más cercano. 1= Último aniversario.
ENTERO	Edad a la emisión (sin descuentos)	EDAD_EMI	La edad del asegurado al emitir la póliza. (Para pólizas saldadas o prorrogadas poner la edad original, si este dato no se conoce escriba 99).
ENTERO	Duración	DURAC	Introduzca el año póliza en que se encuentra la póliza, es decir la antigüedad del contrato, aplicable al inicio del año de observación. Si es desconocido, introduzca 99. (Para pólizas saldadas y prorrogadas, introduzca el correspondiente al seguro original).

## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

<b>I.B. Datos del Riesgo</b>			
ENTERO	Tipo de Mercado	MERCADO	0= Desconocido o no clasificable 1= Venta Tradicional o Regular. 2= Venta Masiva (generalmente con descuento por nómina). 3= Venta directa (correo y venta por teléfono). 4= A través de ventanilla bancaria. 5= Otros mercados especiales.
ENTERO	Tipo de requisitos de aceptación o suscripción.	EX_MED	0= Desconocido o no clasificable. 1= Con examen médico 2= Sin examen (con cuestionario completo) 3= Sin examen (con cuestionario simplificado). 4= Sin requisitos.
ENTERO	Clase de Prima (Emisión normal)	TIPO_PMA	0= Desconocida o no clasificable. 1= Riesgo Preferente (el criterio para considerarse como tal no debe ser exclusivamente el que no sea fumador) 2= Normal (incluye fumadores y no) 99= Subnormal
ENTERO	Clase de Prima (Emisiones subnormales)	PMA_SUB	0= Subnormal, pero de grado desconocido o no clasificable. 1= Ligeramente subnormal (menos del 175%). 2= Subnormal moderado (175% a 250%). 3= Altamente Subnormal (más del 250%). 4= Extraprima Fija entre \$2.5 y \$5.0. 5= Extraprima Fija mayor a \$5. 6= Ligeramente subnormal con extraprima fija 99= No es subnormal
ENTERO	Plan	PLAN	0= No clasificables. 10= Ordinario de vida (con prima y beneficios fijos) 21= Temporales 1-10 22= Temporales 11-20 23= Temporales 20-+ 30= Prima Única de Vida 40= Flexible Cantidad en Riesgo Decreciente 50= Flexible Cantidad en Riesgo Constante 60= Flexible (no clasificable como 40 o 50) 71= Mixto (combinación de varios) 90= Dotales (a largo plazo) 98= Seguro Prorrogado 99= Seguro Saldado

## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

ENTERO	Status de la Prima (a la fecha del siniestro)	STAT_PMA	Para saldados y prorrogados use la clave 9. 0= Desconocido o no clasificable. 1= En pago de Primas. 2= Saldado por la suma asegurada total. 9= Otro
ENTERO	Fumador	FUMA	0= Desconocido o no clasificable 1= No fumador. 2= Fumador.
ENTERO	Residencia a la Emisión	EDO_EMI	0= Desconocido 1= Aguascalientes 2= Baja California Norte 3= Baja California Sur 4= Campeche 5= Coahuila 6= Colima 7= Chiapas 8= Chihuahua 9= Distrito Federal 10= Durango 11= Guanajuato 12= Guerrero 13= Hidalgo 14= Jalisco 15= México 16= Michoacán 17= Morelos 18= Nayarit 19= Nuevo León 20= Oaxaca 21= Puebla 22= Querétaro 23= Quintana Roo 24= San Luis Potosí 25= Sinaloa 26= Sonora 27= Tabasco 28= Tamaulipas 29= Tlaxcala 30= Veracruz 31= Yucatán 32= Zacatecas 33= Extranjero

## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

<b>II.A Beneficios de Invalidez</b>			
ENTERO	Clase de Beneficio	INV	0= No es posible identificar las pólizas con beneficio de invalidez 1= Sin beneficios de invalidez 2= Con Exención de pago de primas(E.P.P.) 3= Con Pago de la Suma Asegurada(P.S.A). 4= Con E.P.P. y P.S.A
ENTERO	E.P.P. y P.S.A Subnormal	SUB_INV	Introduzca el múltiplo de subnormalidad en dos posiciones sin punto decimal. Por ejemplo, 10 indica normalidad; 15 es subnormal con múltiplo de 1.5 veces la tasa normal; etc. 0= Múltiplo desconocido o no clasificable.
<b>II B Beneficio de Muerte Accidental</b>			
ENTERO	Clave del B.M.A.	MTE_AC	0= No es posible identificar las pólizas con este beneficio. 1= Sin BMA 2= Con BMA 3= Con BMA y Pérdidas Orgánicas 4= Con BMA, Pérdidas Orgánicas y Muerte Acc. Colectiva.
ENTERO	BMA Subnormal	M_AC_SUB	10 es normal 15es 1.5,etc. 0 si no se conoce.
<b>II C Seguro Saldado y Prorrogado. (Dejarlo en blanco si no se han aplicado)</b>			
ENTERO	Año en que pasó a Saldado o Prorrogado	AÑO_SALD	Si no se conoce poner 1900.
CHARACTER	Clase de Opción	SAL_O_PR	A= Saldado B= Prorrogado C= Prorrogado Automático
ENTERO	Edad al cambio	ED_SALD	Registre la edad del asegurado al momento del cambio
ENTERO	Duración desde el cambió.	AÑO_POL	Registrar el año póliza desde momento en que pasó a saldados y prorrogados. (si es desconocido poner 99)
<b>III Datos de Expuestos</b>			

Nota 1: Todos los montos se reportarán en moneda original

Nota2: Incluya únicamente la S.A. pagada cuando se disminuyó por causa de suicidio, disputa, edad, o pago ex-gratia.

## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

ENTERO	Moneda	MONEDA	Introduzca la clave de la moneda en la que estarán expresadas las cantidades: 1= Pesos 2= Dólares 3= UDIS 4= otra
NUMERICO	Expuestos (S.A. actual)	SA_EXP	Introduzca la S.A. actual. (Véase la nota 1)
NUMERICO	BMA Expuestos (S.A. actual)	BMA_EXP	Introduzca la S.A. actual. No cuenta para expuestos si la cobertura no está disponible.
NUMERICO	Monto Expuesto P.S.A.	PSA_EXP	Introduzca la S.A. del beneficio de pago de la suma asegurada por invalidez.
NUMERICO	Saldado y prorrogado (Monto expuesto)	EXP_SYP	Introduzca la S.A. exacta.
<b>Bajas</b>			
<b>I. Datos de la Terminación</b>			
CARACTER	Causa de Terminación	CAU_TERM	0= Voluntaria (de tipo desconocido), o no clasificable. 1= Saldado 2= Prorrogado 3= Invalidez (Pago de la Suma Asegurada) 4= Muerte (Sin pago de Beneficio por Muerte Accidental) 5= Muerte (Con pago de Beneficio por Muerte Accidental) 6= Expiración Z= En vigor
ENTERO	Tiempo de Terminación	TIE_TERM	0= Desconocida o no clasificable 1= Ocurrida antes del aniversario de la póliza. 2= Ocurrida al aniversario de la póliza. 3= Ocurrida después del aniversario de la póliza.
CARACTER (5 posiciones)	Causa de Muerte	CAU_MTE	Introduzca la causa de muerte según el código de la OII (I.C.D. 10), con la siguiente adición: 00000= Causa desconocida o no clasificable. Si la póliza no terminó por muerte, deje el campo vacío.
FECHA	Fecha del Siniestro	FEC_SIN	La Fecha en que ocurre el siniestro. Use el formato AAAA/MM/DD.

## ANEXO SIETE

**Tabla de Mortalidad**  
**Estructura de la Base de Datos**

CARACTER (5 posiciones) ENTERO	Causa de la Invalidez	CAU_INV	Según las claves de la O.I.I (I.C.D. 10)
ENTERO	Año en que se pagó el beneficio de P.S.A o el año en que se empezó a pagar el E.P.P	PAGO_INV	Introduzca el año en el que se pagó o empezó el beneficio. Si no existe o no lo conoce escriba 1900
ENTERO	Año en que terminó el beneficio	A_T_BENE	Introduzca el año correspondiente a la última prima eximida, cuando ya se terminaron de pagar. Deje el espacio en blanco si al final del presente año todavía goza de este beneficio.
ENTERO	Edad de terminación de la cobertura (predomina la del Pago Anticipado de la S.A.)	PLAZ_INV	0= Edad desconocida o no clasificable 1= Edad 55 2= Edad 60 3= Edad 65 4= Edad 65+ 9= Otra 99= Si no tiene beneficios.
CARACTER	Causa de terminación del beneficio	CAU_T_IN	1= Muerte 2= Rehabilitación. 3= Expiración (no adeuda más primas). 4= Todavía goza del beneficio.
CARACTER	Causa de Terminación (saldado y prorrogado)	CAU_T_S	1= Expiración 2= Voluntaria (rescate) 3= Muerte z= En vigor
<b>II. Datos de Reclamaciones</b>			
NUMERICO	Reclamaciones por Muerte (S.A. actual)	SA_REC	Introduzca el monto real pagado.
NUMERICO	BMA Reclamaciones (S.A. actual)	BMA_REC	Introduzca el monto real pagado por el Beneficio de Muerte Accidental.
NUMERICO	EPP (Reclamaciones)	EPP_REC	Introduzca la S.A. correspondiente a la prima eximida.
NUMERICO	Reclamaciones P.S.A	PSA_REC	Introduzca el monto pagado por la invalidez.
NUMERICO	Saldado y prorrogado (Monto reclamado)	REC_SYP	Reporte el monto pagado

## ANEXO SIETE

## APÉNDICE 2

*Fuerza de Mortalidad constante entre el intervalo de  $(X, X+1)$*

Hipótesis:

$$\mu_{x+t}^{(i)} = \mu_x^{(i)}$$

$$\mu_{x+t}^{(\tau)} = \mu_x^{(\tau)} \quad 0 \leq t < 1$$

Por definición:

$$\begin{aligned} q_x^{(i)} &= \int_0^1 {}_t p_x^{(\tau)} \mu_{x+t}^{(i)} dT \\ &= \int_0^1 {}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(i)} dT = \frac{\mu_x^{(i)}}{\mu_x^{(\tau)}} \int_0^1 {}_t p_x^{(\tau)} \mu_{x+t}^{(\tau)} dT \\ &= \frac{\mu_x^{(i)}}{\mu_x^{(\tau)}} q_x^{(\tau)} \end{aligned}$$

como

$$p_x^{(i)} = e^{-\int_0^1 \mu_{x+s}^{(i)} ds} = e^{-\int_0^1 \mu_x^{(i)} ds}$$

$$\log p_x^{(i)} = -\mu_x^{(i)}$$

y,

$$\mu_x^{(\tau)} = -\log p_x^{(\tau)}$$

entonces,

$$q_x^{(i)} = \frac{\log p_x^{(i)}}{\log p_x^{(\tau)}} q_x^{(\tau)} \quad , \quad \log p_x^{(i)} = \frac{q_x^{(i)}}{q_x^{(\tau)}} \log p_x^{(\tau)}$$

$$p_x^{(i)} = p_x^{(\tau) \left( \frac{q_x^{(i)}}{q_x^{(\tau)}} \right)} \quad , \quad q_x^{(i)} = 1 - p_x^{(\tau) \left( \frac{q_x^{(i)}}{q_x^{(\tau)}} \right)}$$

## Bibliografía

1. Altierra, N. (1998), Análisis Actuarial del Nuevo Sistema de Pensiones del IMSS, México, Tesis UNAM.
2. Brown, K. (2004), Guía sobre el Seguro Social y el Retiro en México, México, Comisión para la Cooperación Laboral.
3. Cáceres, M. (Mayo, 2001), Reflejos, no. 12, México.
4. Cedillo, M. (1994), Desplegado de Tablas de Mortalidad a partir de Grupos Quinquenales de Edad, México, Tesis ITAM.
5. Colin, E. (2002), Actualidad en Pensiones Privadas y de Seguridad Social, México, Tesis UNAM.
6. Debón, A. (Junio, 2003), Graduación de Tablas de Mortalidad. Aplicaciones Actuariales, España, Tesis Universidad Politécnica de Valencia.
7. Debón, A. (2004), Verificación de la Evolución de la Mortalidad a través de los años, España, Universidad Politécnica de Valencia.
8. Debón, A. Martínez, F. y Montes, F. (2004), Dynamic Life Tables: A Geostatistical Approach, España, Universidad Politécnica de Valencia.
9. Ham, R. (2003), El envejecimiento en México: El siguiente reto de la transición demográfica, México, Acervo General, ITAM.
10. Hazas, R. (2004), La Reforma de 1997 al Sistema de Pensiones del Seguro Social, México, Tesis UNAM.
11. Hernández, M. (2001), Envejecimiento de la Población, Alternativas de Pensiones y Empleo, México, Tesis UNAM.
12. Información Estadística del Sector Salud y Seguridad (1993), No. 9, México.
13. Jiménez, R. y Vázquez, C. (1988), El comportamiento de la mortalidad en México por Entidad Federativa, México, UNAM.
14. Jordan, Chester Wallace (1952), Life Contingencies, USA, The Society of Actuaries.
15. Ley del Seguro Social (2005).
16. Mann, P. (2006), Introductory statistics 6th ed., USA, John Wiley & Sons, Inc., Biblioteca Facultad de Ciencias.
17. Martínez, E. Madrigal, A. y Mendoza, M. (1999) Análisis Exploratorio de la Información del Seguro de Vida en México, México, Documento de Trabajo No. 76, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
18. Martínez, E. Madrigal, A. y Mendoza, M. (1999) Modelos Estadísticos de Mortalidad Análisis de Datos 1991-1998, México, Documento de Trabajo No. 77, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
19. Martínez, E. Madrigal, A. y Mendoza, M. (Junio, 1999), Modelos Bayesianos de Mortalidad en México, México, Centro de Documentación, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
20. Martínez, E. Madrigal, A. y Mendoza, M. (1999) Tablas de Mortalidad CNSF 2000-I Y CNSF 2000-G, México, Documento de Trabajo No. 80, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
21. Mayo, J. (Octubre, 1996), Las rentas vitalicias y la evolución de la mortalidad, México, Trébol, Vol. 1, No. 1.
22. McClave, J. (2006) Statistics 10<sup>th</sup> ed., USA, Pearson Education, Inc., Biblioteca Facultad de Ciencias.
23. Ministerio de Economía (Octubre, 2000), BOE no.244, España.
24. Newton L. Bowers (1997), Actuarial mathematics, Schaumburg, Illinois, Society of Actuaries.
25. Novelo, A. (2001), Evolución del Sector Asegurador Mexicano 1995-2000, México, Centro de Documentación, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
26. Orta, I. (2002), Análisis comparativo de las tablas de mortalidad y su efecto en planes tradicionales del seguro de vida individual, México, Tesis ITAM.



27. Rendón, J. (Junio, 2000), Tabla de Mortalidad México 2000, México, Comité de Mortalidad A.M.A.-A.M.I.S.
28. Resendiz, G. (2004), Evaluación Actuarial del Sistema de Pensiones del ISSSTE, México, Tesis UNAM.
29. Revista Mexicana de Seguros y Fianzas (Mayo, 1973), Vol. 25, no. 302, México.
30. Revista Mexicana de Seguros y Fianzas (Octubre, 1973), Vol. 25, no. 307, México.
31. Revista Mexicana de Seguros y Fianzas (Octubre, 1982), Vol. 33, no. 415, México.
32. Sen, A. (2000), Desenvolvimento como liberdade, São Paulo, Companhia das Letras.
33. Spurgeon, E. (1932), Life Contingencies, USA, Universidad de Cambridge.
34. Trejo, P. (2003), Tablas Modelo de Mortalidad: Aplicación a la experiencia de Oaxaca, México, Tesis ITAM.
35. Yta, G. (1992), Formulas de Interpolación y Graduación en tablas de Mortalidad, México, Tesis ITAM.
36. Quevedo, P. (1999), Tablas de Vida de los Estudiantes del ITAM, México, Tesis ITAM.

**Enlaces:**

- <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/tabuadevida/2003/default.shtm>
- <http://www.edac.d/publicaciones/>
- <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones>
- <http://www.imss.gob.mx>
- <http://www.issste.gob.mx>
- <http://www.soa.org>
- <http://www.actuary.de>
- <http://www.ine.es>
- <http://www.fedpat.com.ar/www/index.jsp>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://www.crain.com.mx>
- <http://www.inegi.gob.mx>
- <http://www.senado.gob.mx>
- <http://www.eiu.com>