



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**TABLAS DINÁMICAS DE MORTALIDAD Y SU
EFECTO EN EL COSTO DE LAS PENSIONES**

**REPORTE DE TRABAJO
PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ACTUARIA**

P R E S E N T A:

DIANA ERIKA JUÁREZ CALDERÓN



***DIRECTOR DE TRABAJO PROFESIONAL:
ACT. CARLOS FERNANDO LOZANO NATHAL***

2012

1. Datos del alumno:
Juárez
Calderón
Diana Erika
55 75 99 13
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
30059630-2
2. Datos del tutor:
Actuario
Lozano
Nathal
Carlos Fernando
3. Datos del sinodal 1:
M. en A.O.
Aranda
Martínez
Oscar
4. Datos del sinodal 2:
M. en D.
Jiménez
Uribe
Rodrigo
5. Datos del sinodal 3:
Actuario
Rosas
García
Ernesto
6. Datos del sinodal 4:
Actuario
Llanas
Vázquez
Carlos
7. Datos de la tesis:
Tablas Dinámicas de Mortalidad y su Efecto en el Costo de Pensiones
35 Páginas
2012

Quiero agradecer a toda la gente que ha estado a mi lado en este proyecto, sé que como yo saben que será un nuevo comienzo y que esto es el abrir de muchas puertas. Espero que cada persona que estuvo involucrada me acompañe en todas las aventuras nuevas que me esperan. Muchas gracias a todos mis sinodales, mis amigos, mis hermanos y mis padres. Cada uno de ellos ha sabido como apoyarme y darme palabras de aliento cuando lo necesite. Muchas Gracias y que venga lo mejor.

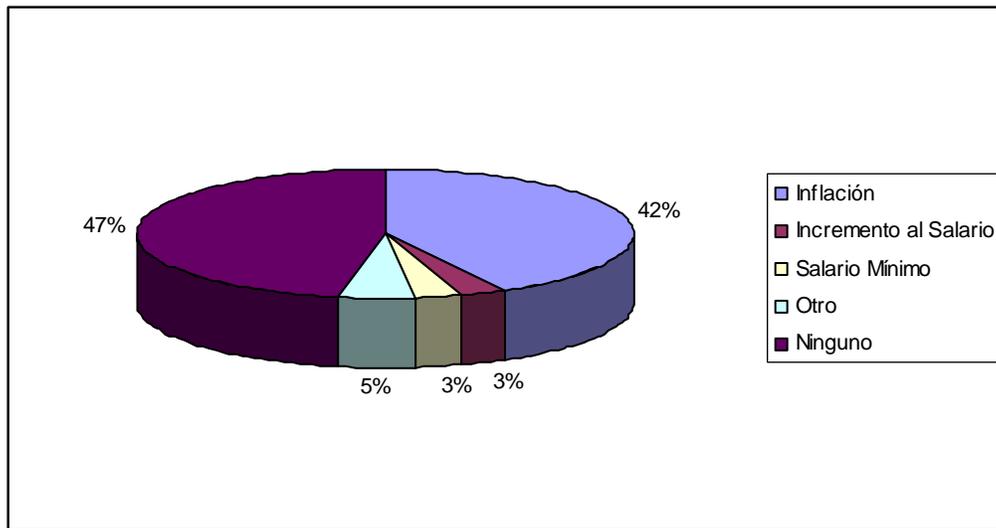
Índice

Introducción	1
Capítulo 1. Tablas Dinámicas de Mortalidad.....	2
1.1 <i>Definición</i>	2
1.2 <i>Antecedentes Históricos</i>	2
1.3 <i>Tipos de tablas de Mortalidad</i>	3
1.3.1 <i>Tablas Estáticas y Dinámicas</i>	3
1.4 <i>Modelos Dinámicos para el Cálculo de Tablas de Mortalidad.....</i>	6
1.4.1 <i>Modelos Paramétricos</i>	6
1.4.2 <i>Modelos No Paramétricos</i>	9
1.5 <i>Aplicación de las Tablas de Mortalidad.....</i>	9
Capítulo 2. Descripción del Método Crédito Unitario Proyectado.....	12
2.1 <i>Método de las Prestaciones Devengadas</i>	12
Capítulo 3. Resultados de la Valuación Actuarial	17
3.1 <i>Fecha de Valuación</i>	17
3.2 <i>Censo de la Población.....</i>	17
3.3 <i>Metodología Contable</i>	18
3.4 <i>Bases y Provisiones.....</i>	18
3.4.1 <i>Plan de Pensiones para los empleados Operativos.....</i>	18
3.4.2 <i>Plan de Pensiones para los empleados Administrativos.....</i>	19
3.5 <i>Valores Actuariales</i>	20
3.5.1 <i>Obligación de Beneficios Definidos</i>	20
3.5.2 <i>Costo Normal.....</i>	22
3.6 <i>Resultados de la Valuación Actuarial bajo los lineamientos de NIF D-3</i>	24
3.6.1 <i>Cifras a revelar al cierre del año fiscal - 2011.....</i>	24
3.6.2 <i>Determinación del Costo Neto del Periodo 2012 y Situación Financiera.....</i>	25
Capítulo 4. Conclusiones.....	26
Capítulo 5. Bibliografía	30
Anexo 1: Tabla de Mortalidad EMSSA 97	31
Anexo 2: Tabla de Mortalidad EMSSA 09	32
Anexo 3: Tasas de Mejora Poblacional.....	33
Anexo 4: Notación.....	34

Introducción

Según la información presentada en las Estadísticas del Registro de Planes Privados de Pensiones de la Consar del 2011, las compañías en México ofrecen Planes de Pensiones Privados cuyo beneficio es una Pensión Vitalicia. También se menciona que el 42% de los planes que se registraron ajustan sus pagos con la inflación, mientras que el resto lo ajusta a factores como el incremento salarial, salario mínimo, etc.

Planes Privados que utilizan un factor de ajuste del beneficio



Para propósitos contables y de financiamiento, las compañías se ven obligadas a realizar una valuación actuarial, en donde se presenta la obligación que la empresa tiene con el empleado, así como la reserva debe tener para hacer frente a este beneficio. Éstas se basan en una serie de supuestos e hipótesis tanto económicas como demográficas. Si tomamos en cuenta que las pensiones se pagan de manera vitalicia, la hipótesis demográfica más significativa sería la mortalidad, ya que determinará por cuánto tiempo será pagado el beneficio.

Los incrementos en la esperanza de vida durante los últimos años son considerables. La esperanza de vida de los mexicanos se ha duplicado en las últimas ocho décadas, en 1930 las personas vivían en promedio 34 años, en 2010 la expectativa de vida llegó a 75 años, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). Además esto seguirá evolucionando debido a las mejoras en los tratamientos de salud, medicinas, hábitos, etc.

Las tablas actuales no reflejan las expectativas futuras de la longevidad de la población debido a las mejoras que se tienen constantemente y que no se actualizan con tanta frecuencia. La tabla de mortalidad considerada en este estudio está basada en una población más reciente, lo que intenta actualizar estos cambios de los últimos años. De igual manera, la expectativa para el futuro es que estas mejoras en la población e incrementos en la esperanza de vida continúen (es decir, la esperanza de vida para una persona que hoy tiene 40 años será menor que la esperanza de vida para una persona de 40 años en 10 años). Este hecho tiene un impacto directo en los resultados de la valuación actuarial y por consecuencia en los costos reportados por las compañías que ofrecen un Plan de Pensiones.

Capítulo 1. Tablas Dinámicas de Mortalidad

1.1 Definición

“La Tabla de Mortalidad o Tabla de Vida es un modelo teórico que muestra las probabilidades de vida o de muerte de una población en función de la edad¹. Dicho instrumento provee descripción “estadística” de la mortalidad.²”

Una Tabla de Mortalidad se puede definir como una serie temporal que indica la reducción paulatina de un grupo inicial de individuos debido a fallecimientos. Esto quiere decir que la tabla muestra el número de individuos que sobreviven.

La mortalidad es un fenómeno cuyas probabilidades pueden ser medidas y variar al ocurrir hechos que interfieran en su comportamiento, es decir si hubiera un descubrimiento médico esto aumentaría la esperanza de vida, o bien, si se descubriera un virus este aumentaría la tasa de mortalidad. Es por eso que debemos observar las causas endógenas (provenientes de la constitución genética del individuo) y exógenas (factores externos).

1.2 Antecedentes Históricos

“La necesidad de medir la mortalidad no es reciente, se han realizado muchos estudios y registros de cuántos años sobreviven las personas y de las razones por las que mueren. El imperio Romano a lo largo de la historia fue el primer gobierno que recopiló una gran cantidad de datos sobre la población. Durante la edad media se realizaron algunos censos en Europa³”.

Como se ha observado, a lo largo del tiempo la población humana ha presenciado una serie de cambios en su estructura demográfica. La mortalidad es uno de los componentes que está expuesto a esta dinámica de la población.

A continuación nombramos algunas de las tablas de mortalidad que se realizaron en el pasado,

“En 1662, John Graunt publicó “Observations upon the Bills of Mortality”, esta publicación lo llevó a ser reconocido como el Precursor de la Estadística Demográfica.

Los registros de mortalidad a los que tenía acceso Graunt indicaban la causa de muerte y el sexo de los difuntos, pero no su edad. Registró la proporción de personas que morían de enfermedades infantiles, añadiendo la mitad de las que morían de sarampión y viruela y concluyendo que 36 de cada 100 personas morían antes de los 6 años sostuvo la hipótesis de que casi nadie sobrevivía a los 76 años.

¹ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón.(2009).“*Tablas Dinámicas para España.Una aplicación a la hipoteca inversa*”. Valencia:Universitat Valencia. Pág. 5.
(http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

² Ortega Antonio.(1987). “*Tablas de Mortalidad*”. CELADE. Costa Rica
(<http://www.inei.gob.pe/bibliointerpub/bancopub/Est/Lib0901/cap06.pdf>)

³ Wngaray, A. A. (2004). “*Desarrollo de una tabla de mortalidad mediante el método Whittaker-Henderson*”. México: Universidad de las Américas Puebla.(http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/caballero_w_aa/indice.html)

A continuación se muestra la tabla de mortalidad que construyó Graunt⁴:

x	lx
0	100
6	64
16	40
26	25
36	16
46	10
56	6
66	3
76	1

“Una tabla de Mortalidad con una mayor lógica, fue presentada por Halley en 1693, y se basa en los registros de muerte y nacimientos de la Ciudad de Breslau durante los años 1687 a 1691. Para esto se asumió la población estable, esto es, de la misma edad y sin diferenciación de sexo.

La primera vez que se ajustó el comportamiento de la mortalidad a una fórmula matemática fue en 1775, por Abraham De Moivre. Él ajustó la fórmula de Halley en la siguiente forma:

$$l_x = 86 - x$$

Para las edades x comprendidas entre los 12 y los 86 años.

Fue hasta 1815 cuando se publicó una tabla que se elaboró científicamente y que se basó en la información de la población y en la muerte. Milne se basó en la experiencia de dos parcelas de Calisle, Inglaterra durante un periodo de 1779 a 1787.

Se siguieron elaborando Tablas de Mortalidad en toda Europa, particularmente en Escandinavia.

Ahora las tablas de mortalidad cuentan con mayor análisis y prácticamente existen por región, dado que los valores que se obtenían no eran del todo certeros, así que se siguió observando a la población, se empezó a hacer diferencia de sexos y también se empezaron a tomar en cuenta las generaciones⁵.”

1.3 Tipos de tablas de Mortalidad

1.3.1 Tablas Estáticas y Dinámicas

“El fenómeno de la supervivencia viene caracterizado porque sus sucesos hacen referencia al hecho de que un individuo cualquiera perteneciente a un grupo específico, alcance y supere una edad concreta. Para poder modelarlo nuestro parámetro sería la edad. A la edad se la denomina también en ocasiones tiempo biológico, para diferenciarla del tiempo cronológico que es el tiempo

^{4 5}, Gil Fana José Antonio, Heras Martínez Antonio & Vilar Zanón José Luis. (1999). “*Matemáticas de los Seguros de Vida*” Editorial Mapfre. Profesores Titulares de Universidad. Departamento de Economía Financiera y Actuarial. Universidad Complutense de Madrid. Págs. 27-29

físico o del calendario. Esta distinción es necesaria cuando queremos comparar la mortalidad de individuos de la misma edad en periodos distintos.

Para la construcción de una Tabla de Mortalidad, debemos tomar en cuenta algunas hipótesis básicas, que constituyen la base fundamental de los decrementos que han de conducirnos a la realización de una tabla de mortalidad. Las consideraciones importantes son:

Principio de homogeneidad - Los individuos del grupo son equivalentes en lo que se refiere a mortalidad, en el sentido de que tienen la misma función de distribución de probabilidad para la variable edad de muerte ξ . El grupo es homogéneo.

Principio de independencia - Los individuos que integran el grupo se definen con variables estocásticamente independientes. Esto equivale a decir que las variables asociadas la supervivencia de los individuos del grupo son mutuamente independientes.

Principio de estacionariedad - La probabilidad de que un individuo no sobreviva a una edad concreta es independiente del año de su cálculo.

Con estas hipótesis la probabilidad de que n individuos no sobrevivan a las edades x_1, x_2, \dots, x_n , respectivamente, viene dada por

$$P(\xi_1 < x_1, \xi_2 < x_2, \dots, \xi_n < x_n) = G_{x_1}(x_1 - \xi_1) \cdot G_{x_2}(x_2 - \xi_2) \dots \cdot G_{x_n}(x_n - \xi_n) \\ = {}_{x_1 - \xi_1}q_{x_1} \cdot {}_{x_2 - \xi_2}q_{x_2} \cdot \dots \cdot {}_{x_n - \xi_n}q_{x_n}$$

Es evidente que si el estudio del fenómeno de la supervivencia se refiere sólo al tiempo biológico es porque se admite implícitamente la hipótesis de estacionariedad del fenómeno. Si todas las consideraciones y formulaciones que se hacen vienen referidas al tiempo biológico o edad, con exclusión de toda referencia al tiempo cronológico, la tabla de mortalidad resultante es una tabla de mortalidad estática o de momento. Esto es, que la probabilidad de fallecimiento sólo depende de la persona y no de la fecha de nacimiento. Es decir, si tomamos en cuenta la probabilidad q_{50} para una persona de 50 años sería la misma para un hombre nacido en 1950 ó en 1960.

Un estudio completo debería abarcar ambos conceptos temporales, puesto que en su formulación más general la estacionariedad puede estar ausente y la expresión matemática del fenómeno de la supervivencia depende entonces de ambos tiempos. Se obtiene entonces una tabla de mortalidad dinámica. Éstas son una herramienta estadística que se resume la experiencia de mortalidad de una población. Técnicamente se define como "la colección de fallecimientos que a cada edad se han verificado entre un grupo de individuos que tienen una edad inicial preestablecida de cero⁶".

Comparando las tablas estáticas y dinámicas, podemos decir que las primeras nacen con una fecha de caducidad implícita, puesto que la mortalidad desciende y la esperanza de vida aumenta con el paso de los años. Las Tablas Dinámicas incluyen el efecto de la "generación" (los nacidos en un determinado ejercicio pertenecerán a una generación distinta a los nacidos en cualquier otro ejercicio). Es decir, existe una tabla dinámica para cada generación. Esto provoca que no queden desfasadas tan rápidamente.

⁶ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón. (2009). "Tablas Dinámicas para España. Una aplicación a la hipoteca inversa". Valencia: Universitat Valencia. Págs. 13-14. (http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

Éstas no sólo dependen de la edad sino también del año de nacimiento del individuo, puesto que las probabilidades cambian en los diferentes años por diferentes motivos (avances de la medicina, disminución del riesgo laboral, control de las catástrofes naturales,...).

La tabla base que se toma para la formación de todas éstas es la llamada tabla dinámica, con dos parámetros fundamentales: la edad o tiempo biométrico y el tiempo cronológico (edad biométrica y edad cronológica).

La Tabla de Mortalidad Estática:

- Proporciona la probabilidad de muerte la cual aplica para cada edad.
- Éstas probabilidades pueden estar relacionadas de la experiencia de un tiempo determinado (año calendario)
- Una característica que las define, es que cada edad está asociada a una probabilidad.

Edad	q_x
60	q_{60}
61	q_{61}
62	q_{62}
63	q_{63}
64	q_{64}
65	q_{65}
66	q_{66}
67	q_{67}
68	q_{68}

La Tabla de Mortalidad Dinámica:

- La incorporación de mejoras en las tablas de mortalidad da lugar a una tabla de dos dimensiones.
- Las columnas verticales muestran el año calendario.
- Se toma la diagonal lo que nos da una tabla por generación.

	2009	2010	2011	2012
60	$q_{60,2009}$	$q_{60,2010}$	$q_{60,2011}$	$q_{60,2012}$
61	$q_{61,2009}$	$q_{61,2010}$	$q_{61,2011}$	$q_{61,2012}$
62	$q_{62,2009}$	$q_{62,2010}$	$q_{62,2011}$	$q_{62,2012}$
63	$q_{63,2009}$	$q_{63,2010}$	$q_{63,2011}$	$q_{63,2012}$
64	$q_{64,2009}$	$q_{64,2010}$	$q_{64,2011}$	$q_{64,2012}$
65	$q_{65,2009}$	$q_{65,2010}$	$q_{65,2011}$	$q_{65,2012}$
66	$q_{66,2009}$	$q_{66,2010}$	$q_{66,2011}$	$q_{66,2012}$
67	$q_{67,2009}$	$q_{67,2010}$	$q_{67,2011}$	$q_{67,2012}$

1.4 Modelos Dinámicos para el Cálculo de Tablas de Mortalidad

“Una tabla de Mortalidad Dinámica busca la obtención de estimaciones sin cambios bruscos, \hat{q}_{xt} , de las desconocidas verdaderas probabilidades de muerte, q_{xt} , a partir del conjunto de estimaciones brutas, \dot{q}_{xt} , para cada edad x y año t . La estimación bruta para cada par (x, t) está basada en el número de muertes observadas, d_{xt} , y el número de individuos inicialmente expuestos al riesgo, E_{xt} .”

Los modelos para la graduación de tablas de mortalidad dinámicos pueden clasificarse, en dos grupos:

- **Modelos Paramétricos** - Estos modelos se ajustan a las medidas de la mortalidad de una función f dependiente de unos parámetros. En los métodos paramétricos podemos considerar dos tipos, los estructurales y los no estructurales, los primeros consideran solo la influencia del tiempo calendario y los segundos incorporan el tiempo cronológico como una variable t en la función.
- **Modelos No Paramétricos** - Son generalizaciones, éstas dependen de la edad y el tiempo.

1.4.1 Modelos Paramétricos

1.4.1.1 Modelos Estructurales

Los modelos Paramétricos estructurales buscan un equilibrio entre el número de parámetros y la bondad de ajuste. Básicamente buscan la adaptación de los modelos construidos para el caso estático con el fin de observar la evolución de la mortalidad⁷.”

⁷ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón.(2009).“Tablas Dinámicas para España.Una aplicación a la hipoteca inversa”. Valencia:Universitat Valencia. Págs. 21-22.
(http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

“Consideran que el tiempo del calendario afecta sólo a los parámetros. Se aplican a través de lo siguiente:

1. Ajustan el mismo modelo o ley a la medida de mortalidad elegida para los distintos años, obteniendo así una secuencia temporal de parámetros estimados
2. Analizar la serie temporal resultante para cada parámetro.

Las series temporales ajustadas se utilizan para obtener estimaciones futuras, que nos permite realizar predicciones de la medida de la mortalidad elegida.

A continuación nombramos algunos de los métodos:

- Modelo de Heligman y Pollard

Las leyes de Heligman y Pollard (1980) han sido ampliamente utilizadas por diferentes países como Inglaterra, Suecia, Alemania y España y por otros países desarrollados como Estados Unidos de Norte América y Australia, desde que la ONU promovió el ajuste de la mortalidad a través de la primera de estas leyes.

Los autores, inspirándose en Thiele (1972), ajustan una nueva ley de mortalidad en la Australia de la posguerra, cuya expresión genérica es:

$$\frac{qx}{1 - qx} = \sum_{i=1}^n A_i \exp(-B_i(f_i(x) - C_i)^{D_i}),$$

Donde $A_i, B_i, C_i, D_i, i = 1, 2, \dots, n$, son los parámetros a estimar, y donde para $f_i(x)$ suele utilizarse x o $\ln(x)$. Normalmente con $n = 3$ se obtienen buenos ajustes.

Cada uno de los tres términos de la ecuación básica representa un componente distinto de la mortalidad

1. la mortalidad infantil
2. los accidentes
3. la mortalidad causada por la senectud

Estos parámetros se estiman para cada uno de los años mediante mínimos cuadrados ponderados no lineales para todo el rango de edades.⁸

⁸ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón.(2009).“Tablas Dinámicas para España.Una aplicación a la hipoteca inversa”. Valencia:Universitat Valencia. Págs. 23-24.
(http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

- *“Modelo de Lee – Carter*

A diferencia del modelo de Helligman y Pollard, el modelo de Lee – Carter se desarrolló exclusivamente para la graduación de Tablas Dinámicas. El modelo consiste en expresar la medida de la mortalidad elegida como una función exponencial que depende de la edad y el tiempo.

- *Modelo Edad-Periodo-Cohorte (APC)*

Tabeu, Van Den Berg Jeths y Heathcote describen que es necesario integrar técnicas de distintas disciplinas con el objetivo de conseguir predicciones satisfactorias.

Los modelos APC muestran buenos resultados en el campo de la epidemiología (Clayton y Schiffers, 1987a,b; Holford, 1983) y constituyen una evolución natural de los modelos dinámicos al incorporar el efecto del año de nacimiento (cohorte), y la extensión natural de los modelos edad-periodo, AP, y edad-cohorte, AC.

1.4.2.1 Modelos No Estructurales

Los modelos incluyen explícitamente el tiempo en la expresión de su función de mortalidad. Algunos de ellos, como ya ocurría en el caso de los modelos estructurales, son adaptaciones de los modelos originalmente pensados para la graduación de tablas estáticas. Algunos ejemplos son:

- *Funciones Gompertz – Makeham con respecto a la edad y el tiempo*

Las funciones originales de Gompertz-Makeham de tipo (r,s) son funciones con $r+s$ parámetros, dependientes de la edad x .

Sithole, Haberman y Verral aplican el modelo, pero el objetivo principal no sólo es encontrar un modelo que proporcione un buen ajuste de datos, sino que se comporte adecuadamente con las proyecciones⁹.

- *Modelos basados en factores de la Reducción de la Mortalidad*

Son modelos que permiten proyectar las tablas de mortalidad a lo largo del tiempo tomando en cuenta los cambios que la medida de mortalidad considerada ha sufrido con el transcurrir de los años. El procedimiento se lleva a cabo en dos pasos.

1. Los datos de un determinado periodo son graduados mediante alguno de los modelos diseñados para tablas estáticas con el fin de obtener una tabla base

2. Se construyen las tablas de mortalidad proyectadas aplicando para ello los factores de reducción, $RF(x, t)$, para un individuo que ha alcanzado la edad x en el tiempo t , estando t medido en años a partir de un origen apropiado, $t = 0$, situado en el centro del periodo base

⁹ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón.(2009).*“Tablas Dinámicas para España.Una aplicación a la hipoteca inversa”*. Valencia:Universitat Valencia. Págs. 27-31 (http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

Los principales problemas de los modelos basados en factores de reducción de la mortalidad son dos:

1. Para aquellas edades en las que los valores de la graduación del periodo base difieren de los valores brutos porque la función no ajusta adecuadamente, los factores de mejora, que necesariamente han de pasar por los graduados, no representan bien la tendencia y se alejan claramente de los valores brutos.
2. Cuando la tendencia varía de un año a otro de forma no lineal, por ejemplo primero crece y luego decrece. El factor de mejora tampoco será adecuado pues se ajustará a la tendencia predominante o mostrará una estabilidad inexistente.

1.4.2 Modelos No Paramétricos

La diferencia con los métodos paramétricos es que no necesitan suponer una función dependiente de la edad, lo cual es una ventaja cuando no se tiene la información del modelo subyacente. La graduación como la predicción de las tablas dinámicas puede llevarse a cabo con diferentes métodos no paramétricos.¹⁰

1.5 Aplicación de las Tablas de Mortalidad

Las tablas de Mortalidad tienen diferentes aplicaciones como son:

- *Proyecciones de Población.*- Con propósitos de planeación en la economía también a lo social, política y comercial, es importante conocer la población total y/o por edad y sexo para determinar la capacidad potencial de consumidores, de mano de obra, de población estudiantil, etc.
- *Seguridad Social.*- Debido al proceso de envejecimiento de la población, es importante la planificación para los sistemas de seguridad social, para medir por cuánto tiempo se tendrá que cubrir los beneficios ofrecidos.
- Cálculo de Primas/Costos
 - Seguros.- Nos ayuda a medir la mortalidad de un grupo de personas para así estimar la Prima del seguro, ya que se ha observado que la mortalidad de un grupo de personas, que han contratado un seguro, es diferente de la de otro grupo cualquiera de la misma edad que no lo han contratado.
 - Pensiones.- Debido a que este beneficio se paga de manera vitalicia, la tabla de mortalidad nos da un estimado de por cuánto tiempo será pagado.
- Cálculo de Reservas.- Para los beneficios de Seguros y Pensiones se tiene que crear una reserva con la que se hará frente a las obligaciones pendientes, tomando en cuenta cuanto es lo que se espera que sobreviva el individuo.

¹⁰ Debón Aucejo, Ana; Montes Suay, Francisco & Sala Garrido Ramón.(2009). "*Tablas Dinámicas para España.Una aplicación a la hipoteca inversa*". Valencia:Universitat Valencia. Págs. 35 (http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)

Como se ve, existen muchas maneras en que las tablas Mortalidad influyen en diferentes trabajos, es por eso que deben de estar construidas bajo premisas relacionadas con el uso que pretende dárseles y deben tomar en cuenta márgenes para posibles desviaciones, en el caso de las pensiones, debemos tomar en cuenta la supervivencia. (Nuestro estudio se enfocará en el cálculo de costos para las Pensiones).

En México, las empresas deben de reportar sobre la situación financiera actuarial de sus reservas, se valúa el pasivo laboral correspondiente para que la empresa tenga presente la obligación que tiene con sus empleados y esta reserva sea suficiente para cubrir los gastos actuales y futuros de los beneficios con cada empleado. En esta se usan supuestos demográficos y financieros.

El Estándar de Práctica Actuarial Núm. 35 de la Sociedad de Actuarios de los Estados Unidos (SOA) nos habla de la selección de hipótesis demográficas y no económicas y en la parte de *Specific Mortality Assumptions Issues* establece que, se debe reconocer:

- Las diferencias de la población antes y después del retiro
- Mejoras de la Mortalidad
- Mortalidad diferenciada para Inválidos
- Subgrupos de Mortalidad
 - Asegurados contra beneficiarios
 - Nivel de Beneficios

En México, la Comisión Nacional de Seguro y Fianzas (CNSF), es la encargada de dar a conocer las hipótesis técnicas para los seguros de Pensiones. Actualmente ya contamos con una tabla de mortalidad que refleja las proyecciones de mejora para cada edad y año de cálculo.

Según lo comentado por el Act. Alejandro Gastón Canduela García, Director de Asuntos Actuariales de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, el método que se utilizó para determinar la EMSSA09 fue con información proporcionada por el IMSS (expuestos y fallecimientos) de 1997 a 2007 de ambos regímenes, de los titulares de las pensiones hombres y mujeres no inválidos (activos), donde los titulares se refieren a huérfanos, viudas, ascendientes o beneficiario principal de la pensión.

Los expuestos se calcularon a edad alcanzada, así como los fallecimientos. Se utilizó el "análisis bayesiano de regresión logística" $Y_x = \ln(q_x/(1-q_x))$, al que se le ajusta un modelo de regresión lineal bayesiano de la forma $Y = \beta_0 + \beta_1 X^k + \epsilon$, donde la solución es la determinación de la distribución predictiva conjunta para el vector Y dado el vector de edades X , entonces $q_x = \exp(Y_x)/(1 + \exp(Y_x))$. El modelo se optimiza utilizando un "gradiente reducido generalizado", para encontrar un valor de k_i (para cada edad) tal que explique a Y .

Con la información del IMSS se obtuvieron las tasas brutas de mortalidad $qx = \text{fallecimientos}/(\text{expuestos} + \text{fallecimientos})$, se calcula para cada tasa $\ln(q_x/(1+q_x))$, luego se calculan bandas de confianza para eliminar los datos "atípicos", se obtiene la regresión lineal bayesiana, modelando en un solo vector de edades para cada sexo y se obtienen los parámetros, k_i , α y β así

como la r^2 , en el caso de los hombres se modeló en las edades de 0 a 100 años y en las mujeres de 20 a 90.

Los factores de mejora (tablas dinámicas), fueron calculados a partir del estudio de CONAPO que hace proyecciones de 2005 a 2050 por sexo de la población mexicana, donde el factor para cada edad se calculó haciendo: $q_x^{2050} = q_x^{2007} (1 - TM_x)^{(2050-2007)}$ se despeja TM_x (valores que se observan en la tabla publicada).

Estos resultados se dan a conocer en la quinta de la Circular S-22.2 donde se establece que las proyecciones en las tablas demográficas se realizarán conforme a la siguiente expresión:

$$q_x^{2009+t} = q_x^{2009} \times (1 - TM_x)^t$$

Dónde:

q_x^{2009+t} : Es el valor de la probabilidad de muerte entre edades x y $x+1$, (q_x) proyectado con la mejora de la mortalidad al año $2009 + t$, $t=0,1,2,3,\dots$

q_x^{2009} : Es el valor q_x que corresponde a las bases de mortalidad de no inválidos de 2009 (tablas de mortalidad base).

TM_x : Factores de Mejora por Sexo.

t : Es el número de años desde el año base 2009 hasta el año de proyección.

Cuando queremos determinar el valor presente de las obligaciones futuras, deberá realizarse en base en la proyección de las mejoras en la mortalidad del tipo:

$$\{q_{x+k}^{2009+t}\} \text{ para } t = 0,1,2,3,\dots$$

Donde $2009 + t$ es el año de cálculo o valuación de obligaciones.

Si queremos calcular una anualidad para una persona de edad x a la fecha de valuación 2011, se determinará a partir de la sucesión $q_x^{2011}, q_{x+1}^{2012}, q_{x+2}^{2013}, q_{x+3}^{2014}, q_{x+4}^{2015} \dots$

El cálculo del valor presente de un determinado pasivo con el personal requiere de probabilidades. En este sentido, una de las bases técnicas de la ciencia actuarial y particularmente de las rentas vitalicias es el cálculo de las probabilidades, es decir, la determinación previa en términos matemáticos de cómo una persona de cualquier edad puede saber aproximadamente que probabilidad tiene de supervivencia o de fallecimiento para establecer el precio justo que ha de pagar la empresa a sus empleados.

Tomando esto en cuenta, se realizará una comparación de dos valuaciones actuariales de pasivos laborales, uno con las tablas tradicionales de mortalidad que tenemos a 1997 (Experiencia Mexicana del Seguro Social para Hombres y para Mujeres) y otra con esta tabla que establece la CNSF EMSSAH-09 y EMSSAM-09.

Capítulo 2. Descripción del Método Crédito Unitario Proyectado

Para el cálculo de las obligaciones de pasivos laborales es importante establecer un buen método para planear el pago de los beneficios a lo largo del tiempo, sabemos que al momento de realizar el cálculo hay que considerar varios factores que hacen impredecible el cálculo.

Existen dos formas en las que se establecen los beneficios para un empleado, Beneficio Definido y Contribución Definida.

Los planes de Beneficio Definido son en los cuales el beneficio se establece por medio de una fórmula o dinero y se necesitan ciertos requisitos para ser elegible y se pagará al cumplir ciertos requisitos. Se calculan las contribuciones para garantizar el pago de dichos beneficios. Algo que se tiene que contemplar en este tipo de planes es elegir la distribución del costo total del plan durante la vida laboral de participante, lo que depende fundamentalmente de la capacidad de contribuir del implementador del plan.

Los planes de contribución definida o un plan de cuenta individual se caracterizan porque fijan la cuantía anual de las contribuciones, mientras que la prestación sólo se calcula en el caso de que ocurra alguna de las contingencias cubiertas por el plan. Por lo tanto, se calculará en cada momento el fondo de capitalización y no habrá lugar a la aplicación de métodos actuariales de financiación del coste actuarial.

El costo de tener un plan de pensiones puede manejarse de diferentes formas, empezando por asumir los pagos, es decir, como se vayan presentando los pagos. Sin embargo la manera más eficiente de ir costeando un Plan de Pensiones es reconociéndolo en la vida activa del empleado y así poder fondearlo para cubrir la serie de pagos en el tiempo.

Los métodos actuariales difieren en la velocidad de acumular fondos y/o reservas.

Empecemos asumiendo que el participante del Plan de Pensiones de Beneficio Definido se puede retirar a edad y , con un pensión pagadera anualmente igual a $B(y)$, si este plan se financió de manera adecuada tendría que haber suficiente para pagar la cantidad de $B(y) \ddot{a}_y^{(12)}$. Este es nuestro principal objetivo, cubrir esta serie de pagos.

Ahora bien, si el empleado tienen edad w cuando ingreso al Plan, el beneficio que obtendría sería cero, es decir, $B(w) = 0^{11}$.

2.1 Método de las Prestaciones Devengadas

“Este método considera que cada año se devenga una parte proporcional de la prestación total a reconocer en la fecha de jubilación. Es en proporción a los años de servicios pasados sobre servicios totales, existen dos casos de estos métodos:

- a) *Crédito Unitario: Acreditación proporcional año con año sin tener en cuenta el incremento salarial, es decir, se devenga anualmente una parte de la prestación en función del salario de cada año.*

¹¹ Anderson, A. W. (2003). *“Matemáticas de Pensiones para Actuarios”*. (C. Lozano, Trad.).(Pág. 5-12) México.

- b) Crédito Unitario Proyectado: Si proyectamos los salarios, es decir, tenemos en cuenta el incremento salarial, calculando el salario final y acreditando año a año una proporción de la prestación en función de ese salario final (estimado de acuerdo con unas hipótesis de crecimiento).

Este método considera que cada año se devenga una parte proporcional de la prestación total a reconocer en la fecha de jubilación. Es decir, si cada empleado tiene derecho a retirarse a x la edad y , con una pensión anual igual a $B(y)$, se debe estar acumulando durante toda su vida laboral una cantidad que pueda soportar el pago de su pensión, es decir una cantidad igual a $B(y) \ddot{a}_y^{(12)}$

Este requisito es la primera premisa lógica del método de costeo llamado crédito unitario.

Ahora, el beneficio $B(y)$ acumula de una manera más o menos continua durante los años de servicio activo del empleado. Así, cuando se contrata al empleado, digamos a la edad w , su beneficio acumulado $B(w)$ es exactamente igual a cero; cuando éste se retire a la edad y , será igual a su último valor $B(y)$; y en cualquier punto intermedio, a la edad x , tendrá un valor intermedio $B(x)$ que llamamos su beneficio acumulado.

A cualquier edad x , más temprana que la edad y , el valor presente del beneficio acumulado del empleado j es igual a $B^j(x) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{Dx}$. Observe que el factor $\frac{Dy}{Dx}$ se calculó usando una tabla de q_x 's, que representa las probabilidades de terminación de empleo, anteriores a la edad y por cualquier causa – no sólo por muerte, sino también por renuncia, despido, invalidez, rotación, etc.

Por lo tanto, si en todo tuviéramos a la mano, activos iguales a:

$$\sum_{A_t} B^j(x) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{Dx}$$

entonces no importa la distribución de edades dentro del grupo A_t de los empleados activos al tiempo t ; debemos asegurarnos de tener suficientes fondos para retirar $B^j(y) \ddot{a}_y^{(12)}$, a medida que cada empleado llega a la edad y – aún en el caso de que todos los empleados tengan la misma edad y se retiren al mismo tiempo.

Esta observación es la fuente de la segunda premisa del método del costeo de crédito unitario, el equilibrio ideal del fondo o monto deseado de activos disponibles a cualquier tiempo dado t , es igual a $\sum_{A_t} B^j(x) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{Dx}$, en donde A_t representa el conjunto de empleados activos al tiempo t , (sin jubilados). Este equilibrio ideal del fondo se conoce como obligación acumulada¹²:

$$(\text{Obligación acumulada})_t = AL_t = \sum_{A_t} B^j(x) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{Dx} \dots \dots \dots (1)$$

La obligación acumulada se define como el valor presente de los beneficios acumulados. Esta definición lo distingue de todos los demás métodos de costeo y conlleva de forma indirecta, una definición completa del costo de pensión que deberá asignarse a cualquier año dado como veremos a continuación.

La obligación o pasivo son determinados por un tipo de inventario (de obligaciones) llamado valuación actuarial anual. La obligación acumulada en un plan de pensiones representa un derecho sobre los activos del plan.

Año con año, la obligación acumulada cambia no sólo porque las edades de los participantes activos aumentan, sino también la población cambia. Así, el grupo activo no crecerá nunca, sino

¹² Anderson, A. W. (2003). "Matemáticas de Pensiones para Actuarios". (C. Lozano, Trad.).(Pág. 5-12) México.

que sólo disminuirá durante el año. Sea T el conjunto de empleados que terminan de trabajar entre el tiempo t y $t+1$ y R el conjunto de empleados que llegan a la edad y (de retiro) durante el año, entonces podemos escribir:

$$A_{t+1} = A_t - T - R \dots\dots\dots(2)$$

Ahora vamos a mostrar la relación entre la obligación acumulada al tiempo t y la obligación acumulada al tiempo $t+1$ (utilizando 1):

$$\begin{aligned} (\text{Obligación acumulada})_{t+1} &= AL_{t+1} = \sum_{At+1} B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \\ &= \sum_{At} B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - \sum_{T+R} B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \\ &= \sum_{At} B^j (x + 1) \left[\frac{Dy}{D_{x+1}} (1 + i) + q_x \frac{Dy}{D_{x+1}} \right] \ddot{a}_y^{(12)} - \sum_{T+R} B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \\ &= \sum_{At} [B^j(x) + \Delta B^j] \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_x} (1 + i) + \sum_{At} q_x B^j(x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \\ &\quad - \sum_{T+R} B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \end{aligned}$$

...donde ΔB^j es el incremento en el j -ésimo beneficio acumulado durante el año. Esto significa que:

$$\begin{aligned} AL_{t+1} &= \left[AL_t + \sum_{At} \Delta B^j \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_x} \right] (1 + i) \\ &\quad - \left[\sum_T B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - \sum_{At} q_x B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \right] \\ &\quad - \sum_R B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

Notar que $\frac{Dy}{D_x}$ se calculó usando una tabla de q_x 's, que presenta la probabilidad de retiro del grupo activo en cada edad $-y$ no sólo la probabilidad de morir. Es decir, las D_x 's se toman de nuestra tabla de servicios.

Veamos ahora el segundo término entre paréntesis de la ecuación (3). Si la experiencia real concuerda con la experiencia esperada, este término será igual a cero. Esto quiere decir que la liberación de pasivos esperada, debida a la terminación del empleo antes de la edad y por cualquier causa excepto retiro (segunda suma), compensará exactamente el monto actual de la¹³ obligación acumulada, liberada debido a los empleados que si terminaron, es decir, los miembros de conjunto T .

También, si la experiencia esperada y la real concuerdan, el saldo del fondo ideal, AL_t , habrá crecido a $AL_t(1+i)$ menos $\sum_R B^j (x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_x}$ retirado para la compra de anualidades. Por lo tanto, si la hipótesis se cumplen, se tendrá que agregar a principio de año un monto igual a:

$$NC_t = \sum_{At} \Delta B^j \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_x} = \sum_{At} N_t^j \dots\dots\dots(4)$$

¹³ Anderson, A. W. (2003). "Matemáticas de Pensiones para Actuarios." (C. Lozano, Trad.).(Pág. 5-12) México.

para llevar al equilibrio del fondo al nivel adecuado del tiempo $t+1$. A este monto se le llama costo normal del plan, porque es el costo de mantener el fondo de pensiones al nivel deseado, si las hipótesis fueron correctas y si los activos del fondo igualan a la obligación acumulada – es decir, es el costo bajo circunstancias “normales”. Este costo normal nunca se paga al tiempo t y el tiempo $t+1$, y es una sola suma que se supone será pagada al tiempo t .

El costo normal no refleja apropiadamente el costo total del plan, excepto en el caso ideal, es decir, excepto cuando el equilibrio del fondo es exactamente igual a la obligación acumulada y donde las hipótesis se comportan exactamente como en la realidad. En la vida real, (a) la experiencia real no concuerda de manera exacta con las hipótesis en un año dado, y (b) el saldo del fondo no es igual a la obligación acumulada – ya sea porque cuando se estableció el plan se concedieron beneficios por servicios pasado y la obligación acumulada comenzó en algún valor diferente a cero, o porque el plan tuvo buena suerte (en la relación con las hipótesis) a través de los años y existen en el fondo activos superiores a la obligación acumulada (o una mala experiencia provocó que la obligación acumulada supera los activos).

Por lo tanto aunque el componente central del costo de pensiones es el costo normal, se debe ajustar para tener en cuenta estas variaciones que se apartan del ideal.

Ahora supongamos que el equilibrio del fondo es igual a F_t al tiempo t , abandonando nuestra hipótesis anterior de que el fondo es igual a AL_t . A lo largo del año, entre el tiempo t y $t+1$, el saldo del fondo aumentará en cierta cantidad (I) atribuible al retorno de inversiones y a las contribuciones del fondo (C), y disminuirá por las sumas (P) retiradas para “comprar” pensiones:

$$F_{t+1} = F_t + I + C - P \dots \dots \dots (5)$$

La diferencia $AL_t - F_t$ entre la obligación acumulada y el saldo del fondo al tiempo t se llama obligación acumulada no financiada. Cuando esta diferencia es negativa, se conoce en general como superávit, pero nosotros usaremos el término “obligación acumulada no financiada” o simplemente el término “no financiado” para referirnos a esta cantidad sea positiva o negativa. Ahora restamos la ecuación (5) a la ecuación (3) para encontrar una relación entre la obligación acumulada no financiada al tiempo t y su valor al tiempo $t+1$:

$$(Obligación acumulada no financiada) = UAL_{T+1} = AL_{t+1} - F_{t+1}$$

$$\begin{aligned} &= (AL_t + NC_t)(1+i) - \left[\sum_T B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - \sum_{At} q_x B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \right] \\ &\quad - \sum_R B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - (F_t + I + C - P) \\ UAL_{T+1} &= UAL_t(1+i) - [I - iF_t] + [NC_t(1+i) - C] \\ &\quad - \left[\sum_T B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - \sum_{At} q_x B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} \right] \\ &\quad - \sum_R B^j(x+1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{Dy}{D_{x+1}} - P) \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

Nos gustaría poder decir que todos los términos de la ecuación (6) excepto el primero, serían igual a cero si todas las hipótesis fueran correctas y si las contribuciones fueran realmente iguales al costo normal, pero es necesario hacer un pequeño ajuste para maniobrar la ecuación de manera adecuada. Sea Ic el interés de las contribuciones reales a la tasa esperada i , desde la fecha en que se hicieron, hasta el fin del año. Por ejemplo, si las contribuciones se hicieron en uno sólo depósito a principio de año:

$$I_c = iC,$$

y si las contribuciones se hicieron en una exhibición mitad del año:

$$I_c = \left[(1 + i)^{1/2} - 1 \right] C$$

Lo mismo sería para I_p para la compra de pensiones. Por lo que se puede deducir:

$$UAL_{T+1} = UAL_t(1 + i) - [I - iF_t - I_c + I_p] - [C + I_c - NC_t(1 + i)] \\ - \left[\sum_T B^j(x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{D_y}{D_{x+1}} - \sum_{At} q_x B^j(x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{D_y}{D_{x+1}} \right] - \sum_R B^j(x + 1) \ddot{a}_y^{(12)} \frac{D_y}{D_{x+1}} - P - I_p) \dots (7)$$

Ahora en la ecuación (7) se observa que si la tasa de interés real ganada durante el año fuera i , entonces el segundo término sería igual a cero y; si la obligación acumulada real, liberada por aquellos de los que salieron durante el año anterior a la edad y , resultó como se planeó, entonces el cuarto término sería exactamente igual a cero. Del mismo modo, el quinto término sería igual a cero si las cantidades tomadas para el retiro fueran las que anticipamos.

Lo "no financiado" mide la desviación del equilibrio del fondo real F_t de su valor ideal AL_t ; y la suma del segundo, cuarto y quinto términos representa el cambio en el pasivo no financiado debido a la diferencia entre la experiencia real y la esperada (en vez de al monto de las contribuciones). A la suma de estos tres términos le llamamos ganancia actuarial y se define como sigue:

$$\text{Ganancia} = (UAL_t + NC_t)(1 + i) - C - I_c - UAL_{t+1} \dots (8)$$

Se pudo definir la ganancia como la suma de los términos segundo, cuarto y quinto de la ecuación (7), pero estos términos son más difíciles de calcular.

Históricamente, la ganancia siempre se ha definido por la ecuación (8). (Sin embargo, el "análisis de pérdidas y ganancias" involucra el cálculo directo de los componentes de la ganancia utilizando términos similares al segundo, cuarto y quinto de la ecuación (7). Una "pérdida" es sólo una ganancia negativa.)

Finalmente en el tercer término de la ecuación (7) se ve que lo "no financiado" disminuya, a menos que las contribuciones reales al fondo superen el costo normal con intereses, desde el principio del año hasta la fecha del depósito. Cualquier contribución adicional que supere al costo normal y al interés, amortizará a lo "no financiado"¹⁴.

¹⁴ Anderson, A. W. (2003). "Matemáticas de Pensiones para Actuarios". (C. Lozano, Trad.).(Pág. 5-12) México.

Capítulo 3. Resultados de la Valuación Actuarial

Después de describir los diferentes métodos de financiamiento que existen, el método que se utilizará para la realización de la Valuación Actuarial es el Crédito Unitario Proyectado, el cual determina el valor presente de la Obligación por Beneficios Definidos (OBD) y el Costo Laboral asociado a éste (De acuerdo con lo establecido por la NIF D-3).

Bajo este método, la OBD es el valor presente de los beneficios actuales por servicios pasados calculando el beneficio del plan con base en el sueldo proyectado a la fecha en que se asume que el empleado reciba el beneficio. El costo laboral constituye el pasivo devengado a la fecha de valuación como resultado del incremento en el servicio que tendrá la población durante el ejercicio.

Ya que se estableció el método actuarial, lo que se sigue es un ejemplo de una valuación actuarial para conocer el impacto del cambio de la tabla de mortalidad.

Se muestra una empresa que implemento su Plan de Pensiones desde 01/01/05, este cuenta con dos tipos de Planes, uno para los empleados Operativos y otro para los Administrativos, la diferencia principal recae en la forma de pago.

Para este cierre de año fiscal la empresa quiere evaluar si es conveniente cambiar la tabla de mortalidad por una más reciente debido a se siguen realizando pagos por pensión, y quiere estar lo más provisionado que se pueda. A la fecha se está valuando con la tabla de Mortalidad EMSSA 97 y se quiere valorar con la tabla más reciente que es la EMSSA 09, el cambio de hipótesis se verá reflejado en las pérdidas/ (ganancias) actuariales del año.

A continuación se describirán las características del Plan de Pensiones incluyendo las bases y provisiones de los beneficios, las hipótesis económicas y demográficas usadas en los cálculos, método contable y fecha de valuación.

3.1 Fecha de Valuación

La fecha de valuación es al 1 de enero de 2012.

3.2 Censo de la Población

Primero presentaremos un resumen de la información de la población utilizada en la valuación actuarial, para determinar el costo anual de

		Operativos	Administrativos	Total
Empleados	Número	111	148	259
Activos	Sueldo Base Anual Total	8,903,092	47,944,828	56,847,920
	Sueldo Base Anual Promedio	80,208	323,952	219,490
	Edad Promedio	38.16	38.45	37.33
	Servicio Promedio	14.14	8.93	10.16

3.3 Metodología Contable

Tomando en cuenta que la empresa se encuentra en México, la contabilidad Mexicana aplicable a obligaciones laborales relativas a planes los planes de pensiones sería la NIF D-3.

La NIF D-3 requiere que cada hipótesis actuarial utilizada para obtener el valor presente de los beneficios refleje la mejor estimación de los eventos futuros, tomando en consideración el entorno económico actual además bajo el supuesto de que el plan continuará indefinidamente.

3.4 Bases y Provisiones

Como lo comentamos al inicio, la empresa cuenta con dos diferentes tipos de planes. Esto se debe a que la naturaleza de los Planes de Pensiones ha ido cambiando con el paso de los años, dadas las condiciones del mercado. La empresa cuenta con un Plan de Beneficio Definido y uno Híbrido (Plan de Beneficio Definido y Plan de Contribución Definida).

3.4.1 Plan de Pensiones para los empleados Operativos

Grupo Elegible:	Todo empleado operativo de tiempo completo.
Sueldo Elegible:	Sueldo base mensual.
Sueldo Pensionable:	El promedio del sueldo elegible mensual recibido en el último año antes de la jubilación.
Retiro Normal	Edad Normal de Retiro: 60.
Monto del Beneficio por Retiro:	Si el servicio es mayor o igual a 30, el beneficio será igual a: SP – PSS Si el servicio es entre 30 y 15 años, el beneficio será igual a: (SP – PSS) x [55%+ 3% x (AS – 15)] , donde: SP = Sueldo Pensionable PSS = Pensión del Seguro Social que le corresponda al Retiro. AS = Años de Servicio
Forma de Pago:	Pensión Mensual Vitalicia.

3.4.2 Plan de Pensiones para los empleados Administrativos

Grupo Elegible:	Todo empleado administrativo de tiempo completo														
Sueldo Elegible:	Beneficio Definido: Sueldo Base, Aguinaldo, Prima Vacacional, Fondo de Ahorro, Vales de Despensa y Bono por Ventas. Contribución Definida: Sueldo base.														
Sueldo Pensionable:	Beneficio Definido: El promedio del sueldo mensual recibido en el último año antes de la jubilación.														
Elegibilidad:	Retiro Normal: Edad 65 Retiro Anticipado: Edad 45 con un mínimo de 10 años de servicio acreditado.														
Monto del Beneficio:	0.2% multiplicado por el Sueldo Pensionable multiplicado por los años de servicio aumentados en 3.														
Beneficio mínimo:	Si la jubilación es antes de los 50 años, la pensión que resulta de la combinación del componente de Beneficio Definido y el componente de Contribución Definida no podrá ser menor que la Indemnización Legal expresada en forma de pensión mensual. Si la jubilación es después de los 50 años la pensión que resulta del componente de Beneficio Definido no podrá ser menor que la Indemnización Legal expresada en forma de pensión mensual.														
Retiro anticipado:	Si el empleado se jubila antes de los 65 años la pensión mensual será reducida 5% por cada año antes de los 65 años de edad.														
Contribución Definida:	<u>Empleado:</u> La contribución mínima será 1% del sueldo de Contribución Definida y la contribución máxima será del 5.5%. <u>Compañía:</u> El porcentaje de contribución de la compañía será igual al del empleado. Esta contribución no puede ser mayor la diferencia de 7.5% del sueldo y 6.5% del salario mínimo y 25 veces el salario mínimo. En cualquier caso, la contribución no será mayor al 5.5% del Sueldo base.														
Beneficios Acumulados:	En caso de fallecimiento, invalidez y retiro anticipado, el empleado tiene derecho a recibir el 100% del Saldo Acumulado. El empleado que se separe voluntariamente de la Compañía antes de la fecha anticipada de jubilación, tendrá derecho a un porcentaje de los beneficios derivados del Plan de Contribución Definida de acuerdo a la siguiente tabla: <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Servicio Acreditable</u></th> <th><u>Porcentaje</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> En el caso de que el empleado sea despedido, recibirán el 50% de acuerdo con la tabla anterior.	<u>Servicio Acreditable</u>	<u>Porcentaje</u>	5	30%	6	60%	7	70%	8	80%	9	90%	10	100%
<u>Servicio Acreditable</u>	<u>Porcentaje</u>														
5	30%														
6	60%														
7	70%														
8	80%														
9	90%														
10	100%														
Forma de Pago Opcional:	Pago Único.														

3.5 Valores Actuariales

3.5.1 Obligación de Beneficios Definidos

De acuerdo a las reglas que se mencionaron anteriormente y utilizando el método actuarial Crédito Unitario Proyectado, a continuación se muestra cómo se comporta la Obligación de Beneficios Definidos bajo diferentes hipótesis:

- *Primer Escenario:*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.75%
Incremento al Salario	4.50%
Incremento al Salario Mínimo	3.50%
Inflación	3.50%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.75%
Ajuste a la Pensión	0.00%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	4,296,959	4,715,296	9.74%
Administrativos	29,081,470	29,035,753	-0.16%
Total Beneficio Plan de Pensiones	33,378,429	33,751,049	

- *Segundo Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.75%
Incremento al Salario	4.50%
Incremento al Salario Mínimo	3.50%
Inflación	3.50%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.75%
Ajuste a la Pensión	3.50%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	5,726,629	6,657,606	16.26%
Administrativos	29,081,470	29,035,753	-0.16%
Total Beneficio Plan de Pensiones	34,808,099	35,693,359	

- *Tercer Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.25%
Incremento al Salario	4.75%
Incremento al Salario Mínimo	3.75%
Inflación	3.75%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.25%
Ajuste a la Pensión	3.75%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	6,770,961	8,003,478	18.20%
Administrativos	30,703,935	30,658,512	-0.15%
Total Beneficio Plan de Pensiones	37,474,895	38,661,991	

- *Cuarto Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.50%
Incremento al Salario	4.75%
Incremento al Salario Mínimo	3.75%
Inflación	3.75%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.50%
Ajuste a la Pensión	3.75%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	6,420,873	7,546,894	17.54%
Administrativos	30,151,106	30,105,542	-0.15%
Total Beneficio Plan de Pensiones	36,571,979	37,652,436	

3.5.2 Costo Normal

A continuación se muestra cómo se comporta el Costo Normal bajo diferentes hipótesis:

- *Primer Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.75%
Incremento al Salario	4.50%
Incremento al Salario Mínimo	3.50%
Inflación	3.50%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.75%
Ajuste a la Pensión	0.00%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	235,733	259,709	10.17%
Administrativos	2,190,500	2,188,720	-0.08%
Total Beneficio Plan de Pensiones	2,426,232	2,448,429	

- *Segundo Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.75%
Incremento al Salario	4.50%
Incremento al Salario Mínimo	3.50%
Inflación	3.50%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.75%
Ajuste a la Pensión	3.50%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	314,427	367,235	16.80%
Administrativos	2,190,500	2,188,720	-0.08%
Total Beneficio Plan de Pensiones	2,504,926	2,555,956	

- *Tercer Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.25%
Incremento al Salario	4.75%
Incremento al Salario Mínimo	3.75%
Inflación	3.75%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.25%
Ajuste a la Pensión	3.75%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	377,769	448,691	18.77%
Administrativos	2,355,516	2,354,073	-0.06%
Total Beneficio Plan de Pensiones	2,733,285	2,802,764	

- *Cuarto Escenario*

Hipótesis Económicas	
Tasa de Descuento	7.50%
Incremento al Salario	4.75%
Incremento al Salario Mínimo	3.75%
Inflación	3.75%
Anualidad (Pensión Vitalicia)	7.50%
Ajuste a la Pensión	3.75%

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)	Diferencia
Operativos	356,286	420,769	18.10%
Administrativos	2,299,050	2,297,500	-0.07%
Total Beneficio Plan de Pensiones	2,655,335	2,718,270	

3.6 Resultados de la Valuación Actuarial bajo los lineamientos de NIF D-3

3.6.1 Cifras a revelar al cierre del año fiscal - 2011

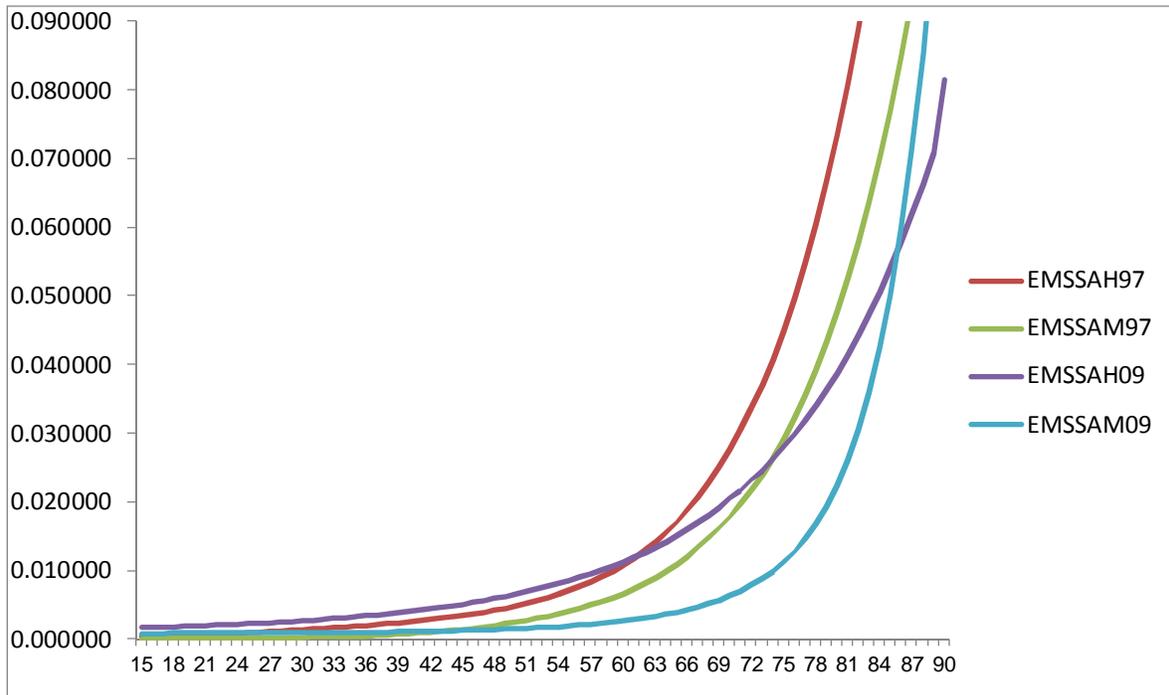
		Tabla Estática (EMSSA97)
A. Componentes del Costo del Periodo		
1	Costo Laboral al 31-12-2011	2,472,575
2	Costo Financiero	2,204,780
3	Rendimiento Esperado de los Activos	(186,580)
4	Amort. Pasivo (Activo) de Transición	188,049
5	Amort. Cambios o Mejoras al Plan por reconocer	296,872
6	Amort. (Ganancias) o Pérdidas por reconocer	208,771
7	Costo Neto del Periodo (CNP)	5,184,467
8	Efecto de Reducción y Liquidación de Obligaciones Costo/(Ingreso)	0
9	Reconocimiento de las Pérdidas/(Ganancias) por la NIF D-3	0
10	Total Costo Neto del Periodo (CNP)	5,184,467
B. Contribuciones y Pagos Reales de Beneficios		
1	Contribución de la Empresa	0
2	Pagos reales del Fondo	0
3	Pagos reales de la Reserva	0
C. Situación Financiera al 31 de diciembre de 2011		
1	Obligación por Beneficios Definidos (OBD)	(33,378,429)
2	Valor de mercado de los activos	2,559,616
3	Situación financiera	(30,818,813)
4	Obligación de transición por reconocer	188,049
5	Cambios o mejoras al plan por reconocer	2,724,300
6	(Ganancias) o pérdidas por reconocer	5,133,362
7	(Reserva)/Prepago	(22,773,101)
D. Determinación de la (Reserva)/Prepago al 31-12-2011		
1	(Reserva)/Prepago al 01-01-2011	(17,588,634)
2.1	Subtotal Costo neto del periodo	5,184,467
2.2	Efecto de Reducción y/o Liquidación de Obligaciones Costo/(Ingreso)	0
2.3	Reconocimiento de las Pérdidas/(Ganancias) por la NIF D-3	0
2	Total Costo Neto del Periodo (CNP) (2.1+2.2+2.3)	5,184,467
3	Contribuciones al fondo	0
4	Beneficios pagados de la reserva	0
5	(Reserva)/Prepago al 31-12-2011	(22,773,101)

3.6.2 Determinación del Costo Neto del Periodo 2012 y Situación Financiera

	Tabla Estática (EMSSA97)	Tabla Dinámica (EMSSA09)
A. Componentes del Costo del Periodo		
1 Costo Laboral al 31-12-2012	2,614,265	2,638,182
2 Costo Financiero	2,477,044	2,505,970
3 Rendimiento Esperado de los Activos	(198,370)	(198,370)
4 Amort. Pasivo (Activo) de Transición	188,049	188,049
5 Amort. Cambios o Mejoras al Plan por reconocer	296,872	296,872
6 Amort. (Ganancias) o Pérdidas por reconocer	119,542	141,869
7 Costo Neto del Periodo (CNP)	5,497,402	5,572,572
8 Efecto de Reducción y Liquidación de Obligaciones Costo/(Ingreso)	0	0
9 Reconocimiento de las Pérdidas/(Ganancias) por la NIF D-3	0	0
10 Total Costo Neto del Periodo (CNP)	5,497,402	5,572,572
B. Contribuciones y Pagos Reales de Beneficios		
1 Contribución de la Empresa	0	0
2 Pagos reales del Fondo	0	0
3 Pagos reales de la Reserva	2,833,151	2,831,897
C. Situación Financiera al 31 de diciembre de 2012		
1 Obligación por Beneficios Definidos (OBD)	(35,636,587)	(36,063,304)
2 Valor de mercado de los activos	2,757,986	2,757,986
3 Situación financiera	(32,878,601)	(33,305,318)
4 Obligación de transición por reconocer	0	0
5 Cambios o mejoras al plan por reconocer	2,427,428	2,427,428
6 (Ganancias) o pérdidas por reconocer	5,013,820	5,364,114
7 (Reserva)/Prepago	(25,437,352)	(25,513,775)
D. Determinación de la (Reserva)/Prepago al 31-12-2012		
1 (Reserva)/Prepago al 01-01-2012	(22,773,101)	(22,773,101)
2.1 Subtotal Costo neto del periodo	5,497,402	5,572,572
2.2 Efecto de Reducción y/o Liquidación de Obligaciones Costo/(Ingreso)	0	0
2.3 Reconocimiento de las Pérdidas/(Ganancias) por la NIF D-3	0	0
2 Total Costo Neto del Periodo (CNP) (2.1+2.2+2.3)	5,497,402	5,572,572
3 Contribuciones al fondo	0	0
4 Beneficios pagados de la reserva	2,833,151	2,831,897
5 (Reserva)/Prepago al 31-12-2012	(25,437,352)	(25,513,776)

Capítulo 4. Conclusiones

Primero analizaremos como es que se comporta las tabla de mortalidad utilizadas, la tabla de mortalidad EMSSA 09 base para los hombres es mayor la probabilidad de fallecer hasta edad 62 que la EMSSA 97, para el caso de las mujeres la EMSSA 09 es mayor hasta edad 44. La siguiente gráfica muestra cómo se comportan las tablas base:



Ahora bien, analizando los resultados anteriores, veremos cómo se comportan cada uno de los factores que determina la obligación.

Los factores que determinan nuestra variación son los siguientes:

- *Decremento de Mortalidad.*- Éste no muestra un comportamiento lineal, va a depender de la edad, sin embargo podemos ver que a edades más jóvenes la probabilidad de muerte es más alta y a edades más avanzadas la probabilidad de sobrevivir es mayor.
- *Probabilidad de sobrevivencia.*- De acuerdo con el decremento de mortalidad, las probabilidades de sobrevivencia tienen el efecto contrario. Es decir, los jóvenes tienen una probabilidad menor y los adultos de edad avanzada tienen una probabilidad mayor de sobrevivir.

- *Anualidad*.- Como observamos en las gráficas de las tablas base, la población masculina con cortas edades tienen más probabilidad de morir. Lo que nos está provocando que la anualidad en esas edades sea más grande que la anualidad calculada con la de la EMSSA 97. El impacto va a depender de la edad debido a que para cada generación existe una tabla de mortalidad. Las siguientes tablas muestran cómo se mueve la mejora dependiendo de los años. No es lo mismo la anualidad para una persona que tiene 60 años en el 2012 que una persona de 60 años en el 2022.

Algunos ejemplos se muestran a continuación (la primera tabla de mortalidad dinámica está calculada al 2012 y la segunda al 2022).

Edad	Anualidad			EMSSAM97	EMSSAM09	Dif
	EMSSAH97	EMSSAH09	Dif			
15	157.21	156.73	-0.30%	159.16	159.46	0.19%
20	155.81	155.65	-0.10%	158.32	159.09	0.48%
25	154.01	154.24	0.15%	157.17	158.51	0.86%
30	151.74	152.37	0.42%	155.55	157.67	1.36%
35	148.85	149.95	0.74%	153.28	156.49	2.09%
40	145.13	146.88	1.21%	150.19	154.84	3.10%
45	140.31	143.08	1.97%	146.09	152.53	4.41%
50	134.10	138.43	3.23%	140.79	149.32	6.06%
55	126.21	132.78	5.21%	134.06	144.84	8.05%
60	116.46	126.02	8.21%	125.66	138.65	10.34%
65	104.85	118.05	12.60%	115.44	130.18	12.77%
70	91.61	108.83	18.80%	103.46	118.81	14.84%
75	77.34	98.34	27.15%	90.03	103.96	15.47%
80	62.91	86.50	37.49%	75.73	85.39	12.76%
85	49.40	73.01	47.81%	61.33	63.83	4.07%

Edad	Anualidad			EMSSAM97	EMSSAM09	Dif
	EMSSAH97	EMSSAH09	Dif			
15	157.21	157.55	0.22%	159.16	159.88	0.45%
20	155.81	156.58	0.49%	158.32	159.55	0.78%
25	154.01	155.32	0.85%	157.17	159.02	1.18%
30	151.74	153.62	1.24%	155.55	158.20	1.70%
35	148.85	151.33	1.67%	153.28	157.04	2.45%
40	145.13	148.36	2.23%	150.19	155.42	3.48%
45	140.31	144.64	3.08%	146.09	153.16	4.84%
50	134.10	140.05	4.44%	140.79	150.03	6.56%
55	126.21	134.48	6.55%	134.06	145.66	8.66%
60	116.46	127.77	9.70%	125.66	139.60	11.10%
65	104.85	119.80	14.26%	115.44	131.27	13.72%
70	91.61	110.53	20.65%	103.46	120.04	16.03%
75	77.34	99.98	29.27%	90.03	105.32	16.98%
80	62.91	88.08	40.00%	75.73	86.81	14.64%
85	49.40	74.46	50.73%	61.33	65.15	6.23%

- *Tasa de Descuento.*- es un determinante para el cálculo de la Obligación, debido a que refleja una tasa a la cual los beneficios por retiro puedan ser efectivamente pagados. Lo que podemos ver en los diferentes escenarios, donde se mueve la tasa de descuento (nominal), es que entre más se mueva, en este caso baje la tasa real, más grande va hacer la obligación Observando ahora el impacto en el costo laboral, notamos que se mueve de manera similar que la Obligación por Beneficios Definidos, al final este impacto es importante porque es el pasivo devengado a la fecha de valuación por el incremento en el servicio que tendrá la población durante el ejercicio. Y este costo se tiene que cargar en resultados de manera anual. Claro, que el costo neto del periodo depende de otros factores que lo harán moverse de manera anual.

En los escenarios anteriores en todos observamos un incremento en el pasivo, de diferente magnitud de acuerdo a las hipótesis que se utilizaron.

Para el caso del Plan de los empleados Administrativos tuvimos un impacto mínimo favorable, esto se debe a que el beneficio de la Indemnización Legal siempre es más grande y la anualidad no realiza ningún efecto que está definido por un Pago Único, sin embargo el decremento proviene de nuestras probabilidades de sobrevivencia y el decremento de mortalidad que como vimos anteriormente no se comporta de manera lineal.

Para el costo que tienen que registrar anualmente, de acuerdo a lo que se establece en la NIF D-3, el impacto de igual forma es creciente, considerando que el costo normal incrementa como la Obligación de Beneficios Definidos.

Al final lo que deducimos es que la tabla de mortalidad que está relacionada a la tabla dinámica representa mayor longevidad, lo que hace que nuestra población viva más y se tenga la obligación por más tiempo.

En cuanto a la esperanza de vida observamos un incremento considerable con la tabla que considera mejoras a la mortalidad, se comporta de la siguiente manera:

Edad	Esperanza de Vida			
	EMSSAH97	EMSSAH09	EMSSAM97	EMSSAM09
15	61.08	68.66	66.91	74.75
20	56.22	63.44	61.96	69.62
25	51.43	58.28	57.03	64.49
30	46.71	53.19	52.10	59.36
35	42.07	48.20	47.20	54.25
40	37.50	43.34	42.33	49.17
45	33.02	38.64	37.55	44.12
50	28.63	34.13	32.87	39.10
55	24.39	29.81	28.35	34.14
60	20.33	25.72	24.01	29.23
65	16.53	21.86	19.91	24.41
70	13.07	18.27	16.11	19.71
75	10.03	14.94	12.69	15.21
80	7.47	11.89	9.71	11.02
85	5.43	9.06	7.19	7.29

Para las edades menores vemos un incremento de alrededor 7 años más de vida, que se va disminuyendo en edades mayores. Podemos observar que para los hombres en edades 80-85 tuvieron un incremento mayor comparado con las mujeres.

Como vemos en todos los casos anteriores tenemos un aumento por el resultado de las mejoras en la mortalidad, lo que nos incrementa nuestros pasivos. Al final la tabla de mortalidad dinámica reconoce de manera más exacta por cuánto tiempo se tendría considerado el pasivo de un empleado. Lo que provoca que éste sea cubierto de manera más apropiada.

Como sabemos la hipótesis de mortalidad determina por cuánto tiempo se espera que el beneficio sea pagado, por lo tanto también determina la cantidad de dinero que debe de tener un fondo del Plan de Pensiones para hacer frente a sus Obligaciones.

Capítulo 5. Bibliografía

- Anderson, A. W. (2003). *Matemáticas de Pensiones para Actuarios*. (C. Lozano, Trad.) México.
- Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, C. (Septiembre de 2011). Estadísticas del Registro Electronico de Planes Privados de Pensiones ante la Consar 2011. págs. 1-16. (http://www.consar.gob.mx/registro2011/docs/Estadisticas_Registro_2011.pdf)
- Debón Aucejo, A. (2003). *Graduación de Tablas de Mortalidad*. Valencia: Universidad de Valencia. Servicio de Publicaciones = Universitat de València. Servei de Publicacions. (<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/9734/debon.pdf?sequence=1>)
- Debón Aucejo, A. M., Suay, F., & Sala Garrido, R. (2009). *Tablas Dinámicas de Mortalidad y Supervivencia*. Valencia: Universidad de Valencia. Servicio de Publicaciones = Universitat de València. Servei de Publicacions. (<http://150.214.55.100/asepuma/laspalmas2001/laspalmas/lnvp02.pdf>)
- Debón Aucejo, A., Montes Suay, F., & Sala Garrido, R. (2009). *Tablas de Mortalidad dinámicas para España. Una Aplicación a la hipoteca inversa*. Valencia: Universitat Valencia. (http://www.fundacionico.es/fileadmin/user_upload/pdfs/libro_fico.pdf)
- Fianzas, C. N. (2009). *CIRCULAR S-22.2*. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. (http://www.cnsf.gob.mx/Normativa/CirculareSeguros/S22/S-22.2_19nov09.pdf)
- Gil Fana, J., Heras Martínez, A., & Vilar Zanón, J. (s.f.). *Matemáticas de los Seguros de Vida*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: Editorial Mapfre.
- Ortega, A. (1987). *Tablas de Mortalidad*. Costa Rica: CELADE. (<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0901/cap06.pdf>)
- Wngaray, A. A. (2004). *Desarrollo de una tabla de mortalidad mediante el método Whittaker-Henderson*. México: Universidad de las Américas Puebla. (http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/caballero_w_aa/indice.html)

Anexo 1: Tabla de Mortalidad EMSSA 97

TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE ACTIVOS PARA LA SEGURIDAD SOCIAL, 1997					
	EMSSAH-97	EMSSAM-97		EMSSAH-97	EMSSAM-97
Edad	Hombres qx	Mujeres qx	Edad	Hombres qx	Mujeres qx
15	0.00043	0.00015	63	0.01422	0.00899
16	0.00046	0.00015	64	0.01560	0.00991
17	0.00049	0.00016	65	0.01713	0.01092
18	0.00053	0.00017	66	0.01883	0.01205
19	0.00058	0.00018	67	0.02071	0.01329
20	0.00063	0.00019	68	0.02279	0.01467
21	0.00069	0.00021	69	0.02510	0.01619
22	0.00076	0.00022	70	0.02765	0.01787
23	0.00083	0.00024	71	0.03048	0.01972
24	0.00090	0.00025	72	0.03361	0.02177
25	0.00097	0.00026	73	0.03707	0.02402
26	0.00106	0.00027	74	0.04088	0.02652
27	0.00114	0.00028	75	0.04509	0.02926
28	0.00123	0.00030	76	0.04973	0.03228
29	0.00132	0.00031	77	0.05484	0.03561
30	0.00141	0.00033	78	0.06046	0.03927
31	0.00151	0.00035	79	0.06664	0.04330
32	0.00161	0.00038	80	0.07341	0.04772
33	0.00172	0.00041	81	0.08083	0.05256
34	0.00183	0.00044	82	0.08895	0.05787
35	0.00194	0.00048	83	0.09781	0.06368
36	0.00206	0.00053	84	0.10747	0.07003
37	0.00219	0.00060	85	0.11789	0.07700
38	0.00232	0.00067	86	0.12910	0.08464
39	0.00246	0.00075	87	0.14114	0.09303
40	0.00261	0.00085	88	0.15403	0.10221
41	0.00276	0.00095	89	0.16780	0.11226
42	0.00293	0.00107	90	0.18247	0.12325
43	0.00311	0.00119	91	0.19806	0.13526
44	0.00330	0.00134	92	0.21457	0.14835
45	0.00351	0.00149	93	0.23201	0.16262
46	0.00374	0.00166	94	0.25038	0.17815
47	0.00399	0.00185	95	0.26966	0.19500
48	0.00426	0.00206	96	0.28983	0.21327
49	0.00456	0.00229	97	0.31086	0.23303
50	0.00489	0.00254	98	0.33273	0.25435
51	0.00525	0.00281	99	0.35536	0.27728
52	0.00565	0.00310	100	0.37871	0.30188
53	0.00609	0.00343	101	0.40271	0.32818
54	0.00658	0.00378	102	0.42728	0.35619
55	0.00712	0.00417	103	0.45233	0.38589
56	0.00772	0.00459	104	0.47775	0.41723
57	0.00839	0.00505	105	0.50346	0.45014
58	0.00912	0.00555	106	0.52933	0.48450
59	0.00994	0.00610	107	0.55525	0.52012
60	0.01085	0.00672	108	0.58110	0.55679
61	0.01186	0.00740	109	0.60670	0.59423
62	0.01298	0.00815	110	1.00000	1.00000

Anexo 2: Tabla de Mortalidad EMSSA 09

TABLA DE TASAS DE MORTALIDAD DE ACTIVOS PARA LA SEGURIDAD SOCIAL, 2009					
	EMSSAH-09	EMSSAM-09		EMSSAH-09	EMSSAM-09
Edad	Hombres qx	Mujeres qx	Edad	Hombres qx	Mujeres qx
15	0.00172	0.00092	63	0.01344	0.00336
16	0.00177	0.00092	64	0.01425	0.00364
17	0.00181	0.00092	65	0.01512	0.00396
18	0.00186	0.00093	66	0.01604	0.00432
19	0.00191	0.00093	67	0.01703	0.00473
20	0.00197	0.00093	68	0.01810	0.00520
21	0.00202	0.00093	69	0.01924	0.00574
22	0.00209	0.00094	70	0.02045	0.00636
23	0.00215	0.00094	71	0.02176	0.00707
24	0.00222	0.00095	72	0.02316	0.00790
25	0.00230	0.00095	73	0.02467	0.00886
26	0.00237	0.00096	74	0.02628	0.00998
27	0.00246	0.00096	75	0.02801	0.01130
28	0.00254	0.00097	76	0.02986	0.01285
29	0.00264	0.00098	77	0.03185	0.01467
30	0.00274	0.00099	78	0.03399	0.01683
31	0.00284	0.00100	79	0.03629	0.01940
32	0.00295	0.00101	80	0.03875	0.02247
33	0.00307	0.00102	81	0.04139	0.02614
34	0.00319	0.00104	82	0.04423	0.03056
35	0.00332	0.00105	83	0.04728	0.03588
36	0.00346	0.00107	84	0.05055	0.04233
37	0.00361	0.00109	85	0.05406	0.05014
38	0.00377	0.00111	86	0.05783	0.05964
39	0.00393	0.00113	87	0.06187	0.07121
40	0.00411	0.00116	88	0.06621	0.08530
41	0.00430	0.00118	89	0.07087	0.10245
42	0.00450	0.00121	90	0.08147	0.12327
43	0.00471	0.00124	91	0.09207	0.14846
44	0.00493	0.00128	92	0.10439	0.17874
45	0.00517	0.00132	93	0.11835	0.21478
46	0.00542	0.00136	94	0.13418	0.25716
47	0.00569	0.00141	95	0.15212	0.30616
48	0.00598	0.00146	96	0.17247	0.36163
49	0.00629	0.00151	97	0.19554	0.42286
50	0.00661	0.00158	98	0.22170	0.48842
51	0.00696	0.00164	99	0.25135	0.55626
52	0.00733	0.00172	100	0.28497	0.62390
53	0.00772	0.00180	101	0.32309	0.68873
54	0.00814	0.00189	102	0.36630	0.74844
55	0.00859	0.00199	103	0.41530	0.80133
56	0.00906	0.00211	104	0.47085	0.84648
57	0.00957	0.00223	105	0.53383	0.88375
58	0.01011	0.00237	106	0.60523	0.91358
59	0.01069	0.00253	107	0.68618	0.93683
60	0.01131	0.00270	108	0.77796	0.95453
61	0.01198	0.00290	109	0.88202	0.96773
62	0.01268	0.00312	110	1.00000	1.00000

Anexo 3: Tasas de Mejora Poblacional

TASA DE MEJORA POBLACIONAL TM					
Edad	Hombres TMx	Mujeres TMx	Edad	Hombres TMx	Mujeres TMx
15	0.03099	0.03736	63	0.01075	0.01478
16	0.02902	0.03690	64	0.01041	0.01431
17	0.02736	0.03724	65	0.01007	0.01384
18	0.02604	0.03823	66	0.00973	0.01337
19	0.02508	0.03966	67	0.00939	0.01290
20	0.02445	0.04133	68	0.00904	0.01243
21	0.02413	0.04307	69	0.00870	0.01195
22	0.02407	0.04474	70	0.00836	0.01148
23	0.02420	0.04622	71	0.00802	0.01101
24	0.02450	0.04744	72	0.00768	0.01053
25	0.02490	0.04834	73	0.00733	0.01006
26	0.02535	0.04889	74	0.00699	0.00959
27	0.02582	0.04908	75	0.00665	0.00911
28	0.02625	0.04894	76	0.00651	0.00890
29	0.02663	0.04850	77	0.00637	0.00868
30	0.02692	0.04779	78	0.00624	0.00847
31	0.02710	0.04684	79	0.00613	0.00823
32	0.02716	0.04571	80	0.00604	0.00798
33	0.02709	0.04443	81	0.00597	0.00772
34	0.02689	0.04304	82	0.00591	0.00744
35	0.02657	0.04156	83	0.00587	0.00717
36	0.02612	0.04004	84	0.00584	0.00689
37	0.02558	0.03849	85	0.00580	0.00661
38	0.02495	0.03694	86	0.00575	0.00632
39	0.02426	0.03540	87	0.00568	0.00603
40	0.02351	0.03389	88	0.00559	0.00574
41	0.02273	0.03242	89	0.00548	0.00545
42	0.02193	0.03100	90	0.00536	0.00515
43	0.02112	0.02964	91	0.00522	0.00486
44	0.02032	0.02834	92	0.00505	0.00456
45	0.01953	0.02712	93	0.00479	0.00435
46	0.01877	0.02596	94	0.00452	0.00414
47	0.01804	0.02488	95	0.00424	0.00391
48	0.01734	0.02386	96	0.00396	0.00367
49	0.01667	0.02292	97	0.00367	0.00342
50	0.01605	0.02204	98	0.00338	0.00317
51	0.01546	0.02123	99	0.00308	0.00291
52	0.01491	0.02047	100	0.00000	0.00000
53	0.01439	0.01977	101	0.00000	0.00000
54	0.01391	0.01913	102	0.00000	0.00000
55	0.01346	0.01853	103	0.00000	0.00000
56	0.01313	0.01806	104	0.00000	0.00000
57	0.01279	0.01759	105	0.00000	0.00000
58	0.01245	0.01713	106	0.00000	0.00000
59	0.01211	0.01666	107	0.00000	0.00000
60	0.01177	0.01619	108	0.00000	0.00000
61	0.01143	0.01572	109	0.00000	0.00000
62	0.01109	0.01525	110	0.00000	0.00000

Anexo 4: Notación

$\ddot{a}_y^{(12)}$	Valor presente actuarial de una renta vitalicia de una unidad por año
A_t	Conjunto de empleados activos al tiempo t
$B^j(y)$	Pensión real pagadera al empleado j que inicia a la edad y
C	Contribuciones totales al fondo de pensión para un año (del empleado y del patrón)
D_x	Función conmutativa $D_x = l_x v^x$
F_t	Valor actuarial del equilibrio del fondo al tiempo t
I	Tasa de interés hipotético adquirido por el fondo de pensión para los años futuros (compuesto anualmente)
I	Tasa de retorno verdaderamente realizada por el fondo durante 1 año
I_p	Interés sobre las "primas" de pensión P desde las fechas de retiro hasta el final del año
R	Conjunto de empleados que se retiran durante un año

<p><i>Obligación por Beneficios Definidos (OBD)</i></p>	<p>En los planes de beneficios, este pasivo representa el valor presente del total de los beneficios devengados de acuerdo con los años de servicio prestados, que la entidad espera pagar al empleado jubilado o a sus beneficiarios, correspondientes a los planes de beneficios al retiro y, al empleado rescindido, por terminación por causas distintas a la reestructuración. En el cálculo del valor presente de las obligaciones se consideran los pagos probables con independencia de si existirán o no aportaciones al plan. Se calcula con base en los servicios prestados con sueldos proyectados o en el costo futuro tanto de otros beneficios al retiro como de beneficios por terminación por causas distintas a la reestructuración, en los términos de cada plan, a una fecha determinada. En la determinación de la obligación por beneficios al retiro se incluye a todos los empleados (jubilados y activos); en adición, en otros beneficios al retiro, se incluye a los empleados activos en condiciones de elegibilidad y a quienes aún no han alcanzado dicha condición de elegibilidad. En el caso de beneficios por terminación por causas distintas a la reestructuración se incluye a todos los empleados activos.</p>
<p><i>Costo Laboral</i></p>	<p>Representa el costo del periodo de beneficios al empleado por haber cumplido un año más de vida laboral con base en los planes de beneficios.</p>
<p><i>Costo Financiero</i></p>	<p>Corresponde al costo del financiamiento, por el periodo atribuible a la obligación de los beneficios definidos, considerando en su cálculo los efectos por los pagos estimados del periodo</p>
<p><i>Rendimiento Esperado de los Activos del Plan</i></p>	<p>Pensión real pagadera al empleado j que inicia a la edad y</p>
<p><i>Pasivo/(activo) de transición inicial</i></p>	<p>Representa la amortización o reconocimiento directo en el periodo del servicio pasado</p>
<p><i>Modificaciones al plan:</i></p>	<p>Representa la amortización o reconocimiento directo en el periodo del servicio pasado</p>
<p><i>Ganancia o pérdida actuarial:</i></p>	<p>Es la amortización o reconocimiento directo en el periodo de las ganancias o pérdidas actuariales</p>