

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA – LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA



**“DISEÑO DE UNA APLICACIÓN EN C SHARP PARA OPERACIONES DEL
CÁLCULO ACTUARIAL EN EL RAMO DE VIDA.”**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
ACTUARIALES Y FINANCIERAS.**

PRESENTADO POR:

Br. Gerson Calixto Manzanares Leiva

Br. Kleydi Saraí López Rodríguez

Br. Yoselyn de los Ángeles Jarquín Bonilla

TUTORES:

Lic. Roberto José Novoa Rodríguez

Ph.D. Jorge Soes Centeno Borge

León, Diciembre 2018

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

DEDICATORIA.

A Dios primeramente porque nos ha dado la fortaleza, entendimiento y sabiduría necesaria para culminar nuestro trabajo monográfico, bendita sea su misericordia siempre.

A nuestros padres y a nuestras familias por la confianza en que podíamos culminar con éxito nuestros estudios sin dudar de la capacidad que tenemos, demostrándonos su apoyo incondicional, su comprensión y sus consejos a diario.

Gerson, Kleydi y Yoselyn.

AGRADECIMIENTO.

Agradecemos sobre todas las cosas a Dios por habernos regalado la vida y concedido uno de los deseos de nuestros corazones.

A nuestros tutores Lic. Roberto José Novoa Rodríguez y Ph.D. Jorge Soes Centeno Borge por compartir sus conocimientos, tiempo, disposición, apoyo, asesoría y sobre todo por brindarnos la oportunidad de poner en práctica nuestros conocimientos académicos.

Finalmente a todas aquellas personas que de alguna manera estuvieron con nosotros en esta etapa importante de nuestras vidas.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS.	3
III. MARCO TEÓRICO.	4
CAPÍTULO I: TABLAS DE MORTALIDAD O SUPERVIVENCIA.	4
1.1. ANTECEDENTES DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD.	4
CAPÍTULO II: RENTAS VITALICIAS.	9
2.1. DEFINICIÓN DE RENTAS VITALICIAS.	9
2.2. ELEMENTOS DE LAS RENTAS VITALICIAS.	9
2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS RENTAS VITALICIAS.	10
CAPÍTULO III: SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL.	17
3.1. CONCEPTO.	17
3.2. CLASES DE LOS SEGUROS DE VIDA.	17
3.3. ELEMENTOS MATERIALES DE LOS SEGUROS DE VIDA.	19
3.4. ELEMENTOS PERSONALES DEL SEGURO DE VIDA.	27
3.5. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO: LA PÓLIZA.	27
CAPÍTULO IV. RESERVAS MATEMÁTICAS DE LOS SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL.	29
4.1. NATURALEZA DE LAS RESERVAS MATEMÁTICAS.	29
4.2. SISTEMA DE RESERVAS A PRIMA NETA NIVELADA.	30
4.3. SISTEMA DE RESERVAS MODIFICADAS.	34
4.4. RESERVA MEDIA.	43
4.5. VALORES GARANTIZADOS.	45
CAPÍTULO V. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C SHARP.	47
5.1. GENERALIDADES DE C SHARP.	47
5.2. ALGUNAS HERRAMIENTAS DE C SHARP PARA APLICACIONES.	49
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.	53
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	56
VI. CONCLUSIONES.	72
VII. RECOMENDACIONES.	73
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	74
IX. ANEXOS.	75



I. INTRODUCCIÓN.

El seguro surge de la idea de ofrecer una protección del hombre ante hechos que amenazan su integridad, su vida, su interés. Los hechos nocivos que causan pérdidas o daños son inciertos pero previsibles. Desde el inicio de la actividad aseguradora en el mundo, la Ciencia Actuarial se ha preocupado por proponer estructuras de precios a los seguros, siendo capaces de cubrir las obligaciones que se involucran.

El asegurador evalúa el riesgo, y lo suscribe mediante un contrato; convenio entre dos partes, la compañía o entidad aseguradora y el asegurado o contratante, mediante la cuál la primera se compromete a cubrir económicamente la pérdida o daños que el segundo puede sufrir durante la vigencia del contrato para los seguros de vida o una pensión óptima en el caso de las rentas vitalicias.

La actividad aseguradora en Nicaragua surge tardíamente con relación a otros países y su aparición obedece principalmente a la inserción de la economía nicaragüense en el mercado mundial a través del café, pero es hasta el año de 1996, a partir del cual se restableció el libre ejercicio de la actividad aseguradora de nuestro país. Entre los seguros que se ofertan están los seguros de vida individual, los cuales originan obligaciones que deben ser respaldadas mediante reservas calculadas de acuerdo al tipo de riesgo asumidos. Cabe recalcar que aún no se han desarrollado las rentas vitalicias.

Se han creado algunas aplicaciones para determinar la prima de un seguro o rentas vitalicias, en plataformas como Visual Basic Application (VBA) de Microsoft Excel aprovechando las herramientas que permiten flexibilizar los parámetros de cálculos como son: edad del asegurado al emitirse la póliza, mortalidad, interés técnico, suma asegurada.

El presente trabajo monográfico tiene por objeto el Diseño de una aplicación en C Sharp para Operaciones del Cálculo Actuarial en el Ramo de Vida; herramienta que permitirá a los usuarios mediante sólidas bases estadísticas referidas a la frecuencia, intensidad y probabilidades de pérdidas o daños frente a un cúmulo de personas expuestas al riesgo determinar el valor actual actuarial de las rentas vitalicias, primas netas de los seguros de vida, primas de tarifa para los diferentes planes de seguros de vida individual a prima neta nivelada, reservas matemáticas y valores garantizados. Además, implantar un estilo moderno que ayude a mejorar la experiencia del



usuario, aumentar la eficiencia, reducir esfuerzos e integrar de forma práctica los temas estudiados en los componentes de Matemática Actuarial I y II.

C#, pronunciado C Sharp, es actualmente uno de los lenguajes de programación más populares en internet, disponible para el desarrollo de aplicaciones de propósito general, aplicaciones con interfaz gráfica, aplicaciones para internet y aplicaciones para móviles. Es un lenguaje orientado a objetos, seguro y elegante que permite construir un amplio rango de aplicaciones seguras y robustas, puede maximizar el rendimiento laboral tanto en el área actuarial como en cualquier otra.

Es importante señalar que esta aplicación será un aporte para el mercado asegurador de Nicaragua, ya que esta aplicación facilitará las operaciones de cálculo actuarial en el ramo de vida. Al mismo tiempo que incentive a los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ciencias Actuariales y Financieras en el desarrollo de nuevos programas informáticos, con el objetivo de hacer más práctico y automatizado los procedimientos actuariales.



II. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una aplicación en C Sharp para operaciones del cálculo actuarial en el ramo de vida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar los elementos que integran la aplicación para operaciones del cálculo actuarial en el ramo de vida.
- Desarrollar el algoritmo y componentes de la aplicación en el lenguaje C Sharp.
- Mostrar la utilidad de la aplicación mediante la resolución de casos aplicado al cálculo de primas y reservas matemáticas para los distintos planes de seguro.



III. MARCO TEÓRICO.

CAPÍTULO I: TABLAS DE MORTALIDAD O SUPERVIVENCIA.

1.1. ANTECEDENTES DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD.

Es un hecho bien conocido que la probabilidad de que un individuo concreto fallezca en un determinado periodo depende de mucho factores, como por ejemplo su edad, sexo, estado de salud, factores genéticos y ambientales, en efecto, es evidente que la mortalidad aumenta con la edad (salvo en el caso de la edades infantiles) y esta asociada con la aparición de enfermedades graves. También se sabe que la mortalidad femenina ha igualdad de los restantes factores, es inferior a la masculina.

Por otro lado, las estadísticas y censos relativos a una población suelen registrar las edades y los sexos de sus componentes, pero no su estado de salud ni posible exposición a factores de riesgos genéticos o ambientales. Además, si la población es suficientemente grande entonces el principal factor determinante de la mortalidad resulta ser la edad de los individuos, por eso consideramos la edad como factor determinante de la mortalidad. Llamaremos población homogénea a una población en la que se verifique la propiedad anterior, es decir, en la que la edad sea el principal factor determinante de la mortalidad de los individuos. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

Con el objetivo de dar una idea general del significado de una tabla de mortalidad o tablas de supervivencia, a continuación presentamos algunas definiciones sobre este punto:

George King (1977): La tabla de mortalidad es el instrumento destinado a medir las probabilidades de vida y de muerte.

Haycocks (1930): La tabla de mortalidad exhibe para una población hipotética, todos la misma edad x , su historia subsecuente de vida y de muerte.

Antonio Lasheras (1948): Las tablas de supervivencia y mortalidad son las que nos presentan los números de supervivientes a cada edad, procedentes de un cierto número de ellos a una determinada edad inicial.



Se denomina tabla de mortalidad a un registro estadístico de sobrevivientes de una determinada colectividad social, representada por una sucesión numérica de personas que, a una edad x de años enteros, se encuentra con vida. Esta tabla, es una serie cronológica que expresa la reducción progresiva de un grupo inicial de individuos de la misma edad por efecto de los fallecimientos, de ahí que, con más propiedad, debería llamarse tabla de sobrevivientes. (Palacios, 1996)

Las tablas de vida son en esencia, una forma de combinar tasas de mortalidad de una población de diferentes edades en un modelo estadístico, que se utilizan principalmente para medir el nivel de mortalidad de la población involucrada. (Siegel & Swansom, 2007)

Bower, Newton L. (1997). Actuarial Mathematics señala que las tablas de mortalidad se utilizan para construir los modelos de sistemas de seguros diseñados para ayudar a los individuos frente a la incertidumbre sobre el tiempo de su muerte.

La tabla de mortalidad es considerada como la descripción del comportamiento de una población hipotética, compuesta por elementos de la misma edad, hasta la extinción total del grupo, es uno de los instrumentos que el Actuario hace uso para obtener valores de beneficios futuros que están sujetos a la supervivencia o a la muerte de las personas. El grado de confiabilidad de los cálculos dependerá, entre otras cosas, de la veracidad con que la tabla utilizada represente a la población real, ya que al emplearse esta herramienta se está haciendo la suposición de que la población real tiene el mismo comportamiento que el de la población hipotética contenida en la tabla. (Arriga Parra & Sánchez Chibrás, 2004)

La tabla está compuesta por columnas, unas con letras minúsculas y otras con mayúsculas:

A. Columna con Letras Minúsculas

Columna x : Representa la edad alcanzada por los sobrevivientes. Comienza a la edad cero (0), recién nacidos o que no han cumplido un año de edad, y termina en una edad extrema de la tabla, llamada edad ω (omega). Hay tablas de mortalidad que comienzan por una edad predeterminada, como 15 o 20 años, no necesariamente desde cero; cualquiera de estas en todo caso es la edad inicial de la tabla.

Columna l_x : Indica el número de sobrevivientes a cada edad x (l viene del inglés life, live, o living y x es la edad alcanzada). Generalmente, a la edad inicial, cualquiera que sea esta (0, 15, 20 años),



comienza por un número redondo, tal como diez millones, un millón o cien mil sobrevivientes, los que van reduciéndose progresivamente, año tras año, por efecto de muerte, hasta llegar a un número mínimo de sobrevivientes a la edad $\omega = l_{\omega}$, los que están destinados a fallecer a esa edad, es decir, a no alcanzar la edad $\omega + 1$.

Columna d_x : Es el número de personas que fallecen a la edad x y se representan por la diferencia entre el número de sobrevivientes a las edades consecutivas x y $x+1$, es decir $d_x = l_x - l_{x+1}$ o el número de individuos de x años cumplidos que fallecen antes de alcanzar el $(x+1)$ aniversario.

Columna p_x : Es la probabilidad que tiene una persona de edad x de vivir un año más, es decir, de alcanzar la edad siguiente $x+1$. Se representa por:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}.$$

Columna q_x : Es la probabilidad que tiene una persona de edad x de fallecer dentro del año, es decir, de no alcanzar la edad siguiente $x+1$. Es contraria a p_x se representa por:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} = 1 - p_x = 1 - \frac{l_{x+1}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} = \frac{d_x}{l_x}$$

B. Columnas con Letras Mayúsculas

Corresponden a los llamados símbolos de conmutación, es decir, a unas relaciones de artificios matemáticos que facilitan enormemente los cálculos actuariales. Estos símbolos no obedecen a nada conceptual, pero que combinados con factores financieros a una determinada tasa de interés anual conducen a obtener valores que ayudan a determinar fórmulas actuariales de fácil desarrollo y comprensión. (Palacios, 1996)

Los símbolos de conmutación se deben al profesor alemán J.N Tetens, de la Universidad de Kiel, que ya en 1785 tuvo la feliz idea de conjuntar los datos de cualquier tabla de mortalidad con la función financiera de actualización v^n .

De esta conjunción dedujo solamente seis tablas que calculaban de forma rápida y sencilla las primas puras de todas las combinaciones de seguros, estas seis tablas se conocen hoy bajo la denominación de símbolos de conmutación. Habitualmente las tablas dan los valores de los símbolos de conmutación sólo para edades enteras.



Columna D_x : Número de sobrevivientes descontados a una determinada tasa de interés anual por un tiempo equivalente a su edad. Su fórmula está dada por:

$$D_x = v^x * l_x ; \text{Donde;}$$

$v^x = (1 + i)^{-x}$, llamado factor de actualización.

l_x : Numero de sobrevivientes a la edad x.

i : La tasa de interés.

Columna N_x : Columna de valores conmutativos que se obtiene a partir de la suma de los D_x , desde el subíndice x en adelante, hasta la edad extrema.

$$N_x = D_x + D_{x+1} + D_{x+2} + D_{x+3} + \dots + D_{\omega-1} = \sum_{t=0}^{\omega-x-1} D_{x+t}$$

Columna C_x : Se indica por C_x el producto del número medio de fallecidos d_x , por el factor de descuento correspondiente a un periodo de x+1 años.

$$C_x = d_x * v^{x+1}$$

Columna M_x : Columna de valores conmutativos que dependen de la suma de los C_x , desde el subíndice x en adelante, hasta la edad extrema.

$$M_x = C_x + C_{x+1} + C_{x+2} + C_{x+3} + \dots + C_{\omega-1} = \sum_{t=0}^{\omega-x-1} C_{x+t}$$

Columna S_x : Columna de valores conmutativos que se obtienen de la suma de los N_x , desde el subíndice x en adelante, hasta la edad extrema.

$$S_x = N_x + N_{x+1} + N_{x+2} + N_{x+3} + \dots + N_{\omega-1} = \sum_{t=0}^{\omega-x-1} N_{x+t}$$

Columna R_x : Columna de valores conmutativos que dependen de la sumatoria de los M_x , desde el subíndice x en adelante, hasta la edad extrema.



$$R_x = M_x + M_{x+1} + M_{x+2} + M_{x+3} + \dots + M_{\omega-1} = \sum_{t=0}^{\omega-x-1} M_{x+t}$$

Debe indicarse ahora que la letra D del primero de los símbolos citados procede de la inicial de la palabra *denominador*, ya que figura en el denominador de todas las fórmulas de valores actuales; N es la inicial de *numerador*, puesto que aparece siempre como numerador en la formulación actual de rentas vitalicias y S es la inicial de *suma*, pues tal sentido matemático tiene, C, M y R se utilizan para la formulación de seguros y son, sencillamente, las letras procedentes a D, N y S en el alfabeto. (Villegas, 1997)



CAPÍTULO II: RENTAS VITALICIAS.

2.1. DEFINICIÓN DE RENTAS VITALICIAS.

Llamadas también anualidades, son una sucesión de pagos o cobros anuales que efectúa una persona de edad actual x , solo y únicamente si se encuentra con vida para realizarlos. El término vitalicio, en este caso, no necesariamente se refiere a que dicha persona tendrá la renta hasta su muerte, sino mientras viva, que no es exactamente igual hasta su muerte, porque puede ser efectivamente hasta el último aniversario de su vida, como también por un plazo de n años (temporal) predeterminado. Lo importante es que la renta tiene que ser percibida o pagada en vida, sea por vida entera o de forma temporal. (Palacios, 1996)

Una anualidad vitalicia es una serie de pagos hechos en forma continua o a intervalos iguales (como meses, trimestres, años) mientras se sobrevive. Puede ser temporal, es decir, limitada o a un plazo determinado de años, o pueden ser pagaderas durante toda la vida. Los intervalos de pago pueden comenzar inmediatamente o alternativamente, la anualidad puede diferirse. Los pagos pueden cobrarse al principio de los intervalos de pago (anualidades anticipadas) o al final de los mismos (anualidades de pago al final del periodo).

Las anualidades vitalicias juegan un papel muy importante en las operaciones de seguros de vida, estos generalmente se compran por una anualidad vitalicia de primas más que por una prima única. La cantidad pagadera al momento de la reclamación puede convertirse mediante una opción establecida en alguna forma de anualidad vitalicia para el beneficiario. Algunos tipos de seguros de vida llevan este concepto aún más lejos y en lugar de ofrecer principalmente una suma total pagadera al fallecimiento, prevén formas establecidas de beneficios en términos de ingresos. Así, por ejemplo, puede haber un ingreso mensual pagadero al cónyuge sobreviviente o al asegurado que se retire. (Bowers, Gerber, Hickman, Jones, & Nesbitt, 1997)

2.2. ELEMENTOS DE LAS RENTAS VITALICIAS.

Las rentas vitalicias constan principalmente de los siguientes elementos:

- Renta (R): Es el valor de cada pago periódico.
- Tiempo o plazo de una anualidad (n): Es el intervalo de tiempo que transcurre entre el comienzo del primer período de pago y el final del último.



- Edad de emisión (x): Es la edad a la que se emite el contrato.
- Diferimiento (r): Es el periodo de gracia, es decir, el tiempo en el que no se paga la renta.
- Tiempo fraccionario (m): Es el plazo menor a un año, por ejemplo: meses, trimestres, bimestres...
- Razón de crecimiento (h): es una serie de pagos donde los valores de los pagos de cada período aumentan en una cantidad constante.
- Valor actual de la renta vitalicia (VAA): Se llama así al valor único o prima única que debe satisfacer hoy (a la edad x) la persona que desea percibir una renta mientras viva, sea cualquiera el tipo de renta.

Para la determinación de las fórmulas respectivas deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a. El conocimiento de la simbología actuarial utilizada generalmente para cada uno de los valores actuales de rentas unitarias.

Estos están dados por la letra a con subíndices, que representan las diferentes clases de rentas, según su periodicidad, plazo y otras características que son de fácil comprensión.

- b. El valor actual, en todos los casos, es la suma de los valores actuariales individuales de la cuota anual trasladados desde el momento de su pago hasta el momento inicial de la operación (edad x , momento de su contratación), utilizando para cada cual el factor ${}_nE_x = D_{x+n}/D_x$, siendo n el plazo de retroceso de cada cuota. (Palacios, 1996)

2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS RENTAS VITALICIAS.

A) Rentas Vitalicias Constantes.

Se definen como un conjunto de capitales con vencimiento determinados cuya exigencia o pago se produce si en ellos se encuentra con vida una cabeza determinada. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

Cada una de ellas puede ser, a su vez, inmediata o diferida, según que la renta se perciba o se pague desde el inicio de la operación o dejando pasar un número m de años (plazo interceptado o del diferido).

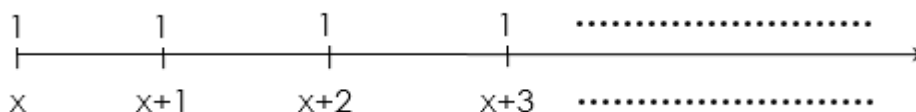
A su vez pueden ser de pago anticipado o de pago vencido (prepagado o pospagado) según sea al comienzo o al final de cada año. (Palacios, 1996)



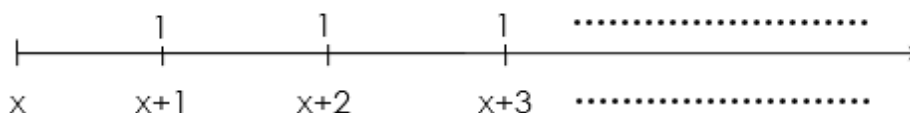
Las modalidades básicas de este tipo de renta vitalicia son (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999):

a) **Rentas Vitalicias Constantes Ilimitadas o de Vida Entera:** Se caracterizan porque los capitales que la constituyen son exigibles o pagaderos hasta el fallecimiento de la cabeza considerada, sin limitación temporal alguna. Pueden ser:

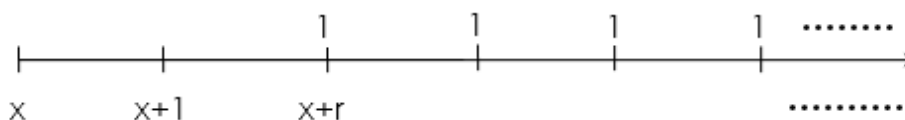
- **Inmediatas de pago anticipado:** Consideramos una cabeza x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento actual y en cada uno de los aniversarios mientras sigue con vida.



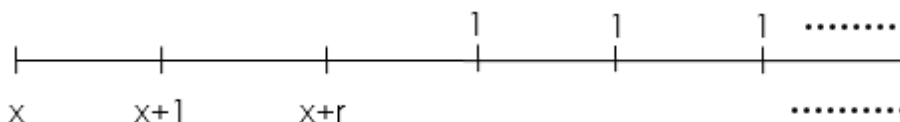
- **Inmediatas de pago vencido:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida, esto es, al alcanzar las $x+1$, $x+2$, $x+3$...



- **Diferidas de pago anticipado:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento de alcanzar la edad $x+r$ y en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida.



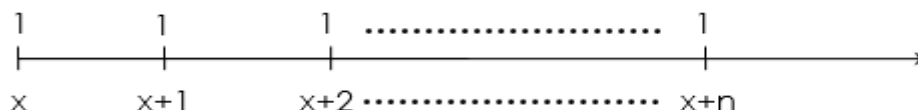
- **Diferidas de pago vencido:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento de alcanzar la edad $x+r+1$ y en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida.



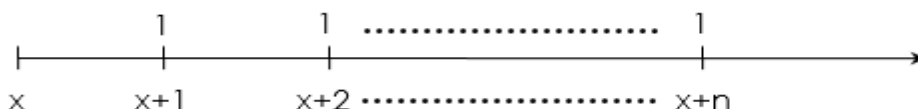


b) Rentas Vitalicias Constantes Temporales: Se caracterizan porque los capitales que las constituyen son exigibles o pagaderos hasta el fallecimiento de la cabeza considerada pero como mucho hasta que se alcance cierto momento del tiempo. Entre ellas tenemos:

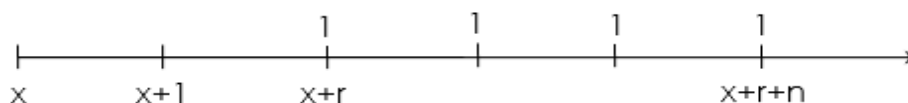
- **Inmediatas de pago anticipado:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento actual y en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida y como máximo hasta alcanzar la edad $x+n$.



- **Inmediatas de pago vencido:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida y como máximo hasta alcanzar la edad $x+n$.



- **Diferidas de pago anticipado:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento de alcanzar la edad $x+r$ y en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida y como máximo hasta alcanzar la edad $x+r+n$.



- **Diferidas de pago vencido:** Consideramos una cabeza de edad x que habrá de recibir o pagar una unidad monetaria en el momento de alcanzar la edad $x+r+1$ y en cada uno de los aniversarios mientras siga con vida y como máximo hasta alcanzar la edad $x+r+n$.

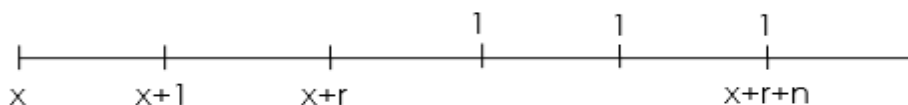




Tabla 1. Fórmulas de Cálculo de Primas de las Rentas Vitalicias Constantes. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999) (Palacios, 1996)

<i>R.V.C. Inmediata Ilimitada Anticipada</i>
$VAA = R * \ddot{a}_x = R * \left(\frac{N_x}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Inmediata Ilimitada Vencida</i>
$VAA = R * a_x = R * \left(\frac{N_{x+1}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Inmediata Temporal Anticipada</i>
$VAA = R * \ddot{a}_{x:\overline{n} } = R * \left(\frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Inmediata Temporal Vencida</i>
$VAA = R * a_{x:\overline{n} } = R * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+1+n}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Diferida Ilimitada Anticipada</i>
$VAA = R * {}_r/\ddot{a}_x = R * \left(\frac{N_{x+r}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Diferida Ilimitada Vencida</i>
$VAA = R * {}_r/a_x = R * \left(\frac{N_{x+r+1}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Diferida Temporal Anticipada</i>
$VAA = R * {}_{r/n}\ddot{a}_x = R * \left(\frac{N_{x+r} - N_{x+r+n}}{D_x} \right)$
<i>R.V.C. Diferida Temporal Vencida</i>
$VAA = R * {}_{r/n}a_x = R * \left(\frac{N_{x+r+1} - N_{x+r+n+1}}{D_x} \right)$

Fuente: Elaboración propia

B) Rentas Vitalicias Fraccionarias.

Las rentas fraccionarias son aquellas en que los pagos se realizan en periodos menores a un año, dado que las tablas de mortalidad sólo presentan probabilidades anuales no se conocen las probabilidades exactas de muertes para fracciones del año, por tanto se recurren a hipótesis que conducen a expresiones aproximadas para los valores actuales actuariales; en nuestro caso solo haremos uso de la Hipótesis de Linealidad del D_x . (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)



El fraccionamiento de las rentas consiste en dividir cada período en varios subperíodos (m) asociando a cada subperíodo un capital. Por tanto, el fraccionamiento de una renta de n períodos la transforma en otra de $n \times m$ términos referidos a otros tantos subperíodos. (Jiménez, 2015)

En la práctica, las anualidades de vida a menudo son pagaderas en una base mensual, trimestral o semestral. Al igual que para la notación anual, el valor actuarial presente de una anualidad de vida de una unidad monetaria por año, que es fraccionada en $1/m$ de la unidad monetaria y es pagada a plazos de $1/m$ de tiempo (base anual) al principio de cada periodo ($1/m$) mientras (x) sobreviva, se denota como $\ddot{a}_x^{(m)}$.

Tabla 2. Fórmulas de Cálculo de Primas de las Rentas Vitalicias Fraccionarias. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

<i>R.V.F. Inmediata Ilimitada Anticipada</i>
$VAA = R * (m) \ddot{a}_x^{(m)} = R * (m) \left[\ddot{a}_x - \frac{m-1}{2m} \right]$
<i>R.V.F. Inmediata Ilimitada Vencida</i>
$VAA = R * (m) a_x^{(m)} = R * (m) \left[a_x - \frac{m-1}{2m} \right]$
<i>R.V.F. Inmediata Temporal Anticipada</i>
$VAA = R * (m) \ddot{a}_{x:n }^{(m)} = R * (m) \left[\ddot{a}_{x:n } - \frac{m-1}{2m} (1 - {}_nE_x) \right]$
<i>R.V.F. Inmediata Temporal Vencida</i>
$VAA = R * (m) a_{x:n }^{(m)} = R * (m) \left[a_{x:n } - \frac{m-1}{2m} (1 - {}_nE_x) \right]$
<i>R.V.F. Diferida Ilimitada Anticipada</i>
$VAA = R * (m) {}_r/\ddot{a}_x^{(m)} = R * (m) \left[{}_r/\ddot{a}_x^{(m)} - \frac{m-1}{2m} {}_rE_x \right]$
<i>R.V.F. Diferida Ilimitada Vencida</i>
$VAA = R * (m) {}_r/a_x^{(m)} = R * (m) \left[{}_r/a_x^{(m)} + \frac{m-1}{2m} {}_rE_x \right]$
<i>R.V.F. Diferida Temporal Anticipada</i>
$VAA = R * (m) {}_{n/r}\ddot{a}_x^{(m)} = R * (m) \left[{}_{r/n}\ddot{a}_x - \frac{m-1}{2m} ({}_rE_x - {}_{n+r}E_x) \right]$

**R.V.F. Diferida Temporal Vencida**

$$VAA = R * (m)_{n/r} a_x^{(m)} = R * (m) \left[r/n a_x + \frac{m-1}{2m} ({}_rE_x - {}_{n+r}E_x) \right]$$

Fuente: Elaboración propia

C) Rentas Vitalicias Variables.

Las rentas vitalicias variables como su nombre lo indica, los pagos no son constante, sino que cada término varía cada año. En nuestro trabajo únicamente se tratarán las rentas vitalicias variables en progresión aritmética, tomando R como el primer término y h la razón de crecimiento.

Consideremos una cabeza de edad x, y una función de densidad de capital que representaremos mediante la letra C.

Tabla 3. Fórmulas de Cálculo de Primas de las Rentas Vitalicias Variables en Progresión Aritmética. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999) (Palacios, 1996)

<i>R.V. V. en P.A. Inmediata Ilimitada Anticipada</i>
$({\text{VäC}})_x = C \frac{N_x}{D_x} + h \frac{S_{x+1}}{D_x}$
<i>R.V.V. en P.A. Inmediata Ilimitada Vencida</i>
$({\text{VaC}})_x = C \frac{N_{x+1}}{D_x} + h \frac{S_{x+2}}{D_x}$
<i>R.V.V. en P.A. Inmediata Temporal Anticipada</i>
$({\text{VäC}})_{x:\overline{n} } = C \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} + h \frac{S_{x+1} - S_{x+n} - (n-1)N_{x+n}}{D_x}$
<i>R.V.V. en P.A. Inmediata Temporal Vencida</i>
$({\text{VaC}})_{x:\overline{n} } = C \frac{N_{x+1} - N_{x+n+1}}{D_x} + h \frac{S_{x+2} - S_{x+n+1} - (n-1)N_{x+n+1}}{D_x}$
<i>R.V.V. en P.A. Diferida Ilimitada Anticipada</i>
${}_r/({\text{VäC}})_x = C \frac{N_{x+r}}{D_x} + h \frac{S_{x+r+1}}{D_x}$
<i>R.V.V. en P.A. Diferida Ilimitada Vencida</i>
${}_r/({\text{VaC}})_x = C \frac{N_{x+r+1}}{D_x} + h \frac{S_{x+r+2}}{D_x}$



R.V.V. en P.A. Diferida Temporal Anticipada

$${}_{r/n}(\text{V}\ddot{a}C)_x = C \frac{N_{x+r} - N_{x+r+n}}{D_x} + h \frac{S_{x+r+1} - S_{x+r+n} - (n-1)N_{x+r+n}}{D_x}$$

R.V.V. en P.A. Diferida Temporal Vencida

$${}_{r/n}(\text{Va}C)_x = C \frac{N_{x+r+1} - N_{x+r+n+1}}{D_x} + h \frac{S_{x+r+2} - S_{x+r+n+1} - (n-1)N_{x+r+n+1}}{D_x}$$

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO III: SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL.

3.1. CONCEPTO.

El Seguro de Vida es uno de los tipos del seguro de personas en que el pago por el asegurador de la cantidad estipulada en el contrato se hace depender del fallecimiento o supervivencia del asegurado en un momento determinado.

Puede ser clasificado desde distintos puntos de vista, pero, en esencia, de acuerdo con la naturaleza del riesgo, hay dos modalidades principales:

- Seguro en caso de vida: el beneficiario percibirá el capital si el asegurado vive en una fecha determinada.
- Seguro en caso de muerte: el beneficiario recibirá el capital estipulado cuando se produzca el fallecimiento del asegurado.

La combinación de estas dos modalidades da lugar al llamado Seguro Mixto.

3.2. CLASES DE LOS SEGUROS DE VIDA.

A. Seguro para caso de vida (o de supervivencia).

En éste se garantiza el pago de un capital o una renta al beneficiario, que normalmente es el propio asegurado, sólo si éste vive en una fecha o edad determinada.

La modalidad básica de este tipo de seguro (también denominado Seguro de Ahorro) es:

Dotal Puro (Capital Diferido): El asegurador se compromete a entregar el capital asegurado a la expiración del plazo convenido como duración del contrato si el asegurado vive en esa fecha.

B. Seguro para caso de muerte.

En esta clase de Seguro de Vida la suma asegurada, se pagará por la entidad aseguradora al beneficiario, si se produce la muerte del asegurado. Este tipo de seguro puede contratarse por una duración determinada, transcurrida la cual el seguro queda sin efecto, o por toda la vida. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990) Las principales modalidades son:

De Vida Entera: Como su nombre lo indica, la cobertura por fallecimiento tiene una duración indefinida o vitalicia. (Villegas, 1997) Garantiza el pago de un capital inmediatamente después del fallecimiento del asegurado, sea cual fuera la fecha en que ocurra dicho fallecimiento.



Este contrato puede presentar las siguientes variantes:

A Primas Vitalicias: El pago de las primas se mantiene hasta el fallecimiento del asegurado.

A Primas Temporales (Pagos Limitados): Las primas correspondientes se satisfacen durante un período de tiempo determinado. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990) (Frank Ayres, 1991)

Las primas temporales y vitalicias pueden ser constantes o crecientes, en este último caso habitualmente en progresión aritmética o geométrica y vinculadas a la propia evolución del capital asegurado. La forma más frecuente de contratación es el pago temporal de primas hasta los 65 años, por razones eminentemente comerciales, puesto que en edades avanzadas se satisfaría una prima muy elevada, próxima al capital asegurado, lo que haría inviable el producto. Por esta razón, el seguro de vida entera se contrata también normalmente con una prima nivelada, superior en los primeros años al coste del riesgo asegurado, que origina un ahorro que compensa en edades más avanzadas el déficit en la aportación del tomador.

El contratante de un seguro de vida entera no busca exclusivamente la cobertura de riesgo, sino también de ahorro. Su alta aceptación como producto financiero radica en que, como fórmula de inversión a medio y largo plazo, proporciona al tomador, para sí y sus beneficiarios, una gran seguridad, rentabilidad y una notable liquidez. (Villegas, 1997)

Temporal: Se caracteriza porque el capital es pagado al (los) beneficiario (os) designados en la póliza inmediatamente después de la muerte del asegurado, si ésta ocurre antes de terminar el plazo convenido como duración del seguro. Si el asegurado vive al final de dicho plazo, queda cancelado y permanecen a favor del asegurador la prima o primas satisfechas. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

Las pólizas temporales suelen emitirse por períodos cortos, habitualmente de un año, o bien por períodos más largos, frecuentemente cinco, diez, quince o veinte años. Pueden cubrirse exclusivamente los años contratados, o bien renovarse al vencimiento. Dado que este seguro permanece en vigor durante un plazo fijo, sin que sea necesario cubrir las elevadas tasas de mortalidad de edades avanzadas, su prima es relativamente baja.

La prima es habitualmente constante para un plazo determinado, aunque aumentará en cada renovación en función de la edad alcanzada por el asegurado en ese momento. (Villegas, 1997)



C. Seguro Mixto.

Esta clase del Seguro de Vida está integrado por un seguro de ahorro y un seguro de riesgo, en virtud del cual, si el asegurado fallece antes del plazo previsto, se entregará a sus beneficiarios la indemnización estipulada, y si sobrevive a dicho plazo se le entregará a él el capital establecido por el contrato.

Las formas más importantes en que suele manifestarse este tipo de seguro son las siguientes:

- a) **Mixto Simple** (Dotal Simple): Garantiza el pago del capital establecido a los beneficiarios designados al producirse el fallecimiento del asegurado, en el caso de que el óbito tenga lugar antes del vencimiento del contrato; en caso contrario, será el propio asegurado quien perciba el capital garantizado. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)
- b) **Mixto Generalizado** (Dotal Generalizado): Sus características son similares a las del seguro mixto simple, con la particularidad de que el pago del capital establecido a los beneficiarios en caso del fallecimiento del asegurado y el capital que perciba el propio asegurado son diferentes.

3.3. ELEMENTOS MATERIALES DE LOS SEGUROS DE VIDA.

A. El riesgo.

Expresa indistintamente dos ideas diferentes: de un lado, riesgo como objeto asegurado; de otro, riesgo como posible ocurrencia por azar de un acontecimiento que produce una necesidad económica y cuya aparición real o existencia se previene y garantiza en la póliza y obliga al asegurador a efectuar la prestación, normalmente indemnización, que le corresponde. Se caracteriza esencialmente por ser incierto o aleatorio, posible, concreto, lícito, fortuito y de contenido económico. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

B. La prima.

1. Concepto.

Es la aportación económica que ha de satisfacer el contratante o asegurado a la entidad aseguradora en concepto de contraprestación por la cobertura de riesgo que ésta le ofrece.



Desde el punto de vista jurídico, es el elemento material más importante del contrato de seguro, porque su naturaleza, constitución y finalidad lo hacen ser esencial y típico de dicho contrato. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

2. Clases de primas de los seguros de vida.

a) En función de sus componentes:

- **Prima pura o de Riesgo:** Representa la unidad más simple y básica del concepto de prima, por cuanto significa el coste real del riesgo asumido por el asegurador, sin tener en cuenta sus gastos de gestión ni otros conceptos.

Es la cantidad necesaria y suficiente que el asegurador debe percibir para cubrir el riesgo, (Palacios, 1996) es decir, para hacer frente a los costes derivados de los siniestros previstos en la póliza sin tener en cuenta sus gastos de gestión. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

- **Prima Comercial:** Se denomina también Prima de Tarifa, y es la que aplica el asegurador a un riesgo determinado y para una cobertura específica. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990) Está formada, como elemento base, por la prima pura más los recargos que permitan resarcir a la empresa los gastos de gestión. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

Los recargos o gastos de la entidad aseguradora considerados en la prima comercial son principalmente los siguientes (Palacios, 1996):

- I. **Gastos de adquisición del seguro:** Son todos aquellos relacionados con la gestión externa para la suscripción de una póliza de vida. Son de dos clases:
 - i. Gastos por honorarios médicos, designado por un coeficiente α proporcional al capital asegurado y que se paga por una sola vez para el reconocimiento de salud del postulante.
 - ii. Gastos por comisión de agenciamiento, que se paga al agente, corredor o productor de seguros, en una cantidad proporcional a la primera prima anual comercial, mediante el coeficiente κ . Este gasto, para efectos conceptuales de recargos, se paga



por una sola vez, aunque en la práctica puede convenirse en fraccionar la proporción κ en 2, 3 o más años.

- II. **Gastos de administración del seguro:** Son los relacionados con las necesidades técnicas y administrativas para el buen funcionamiento de la entidad aseguradora.

Entre estos recargos de gestión interna figuran en forma preponderante los sueldos de los empleados y los gastos generales. Se designa por el coeficiente γ , proporcional al capital asegurado, y se asume que son gastos anuales que duran cuanto dura el seguro. En realidad, estos gastos son aproximadamente los mismos para cada póliza, por lo que es injusto atribuir una carga mayor a las pólizas de monto más elevado; sin embargo, es costumbre adoptar tal sistema por simplicidad de cálculo.

- III. **Gastos de cobranza:** Son los que se refieren a las gestiones encaminadas a conseguir el pago de la prima por parte del asegurado. Está constituida por la comisión que se paga a los cobradores, como un coeficiente β de la prima comercial y es pagadera durante el período m de pago de primas.

Para determinar la fórmula general de la prima comercial, utilizaremos el principio de equivalencia, de modo que el valor actual de las primas anuales de tarifa sea igual al valor actual de sus componentes y recargos:

$$B\ddot{a}_{x:\overline{m}|} = P\ddot{a}_{x:\overline{m}|} + \kappa B + \alpha + \gamma\ddot{a}_{x:n|} + \beta B\ddot{a}_{x:\overline{m}|}$$

Siendo:

$$B = \frac{P\ddot{a}_{x:\overline{m}|} + \alpha + \gamma\ddot{a}_{x:n|}}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|} \left(1 - \frac{\kappa}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}} - \beta \right)}$$

Esta fórmula vale indistintamente para primas anuales o únicas ($p = 1$). Puede ser considerada una fórmula general para un capital asegurado único. Para aplicar la fórmula se recomienda hallar previamente los valores de P y de los siguientes factores:

$$\ddot{a}_{x:n|} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x}; \quad \ddot{a}_{x:\overline{m}|} = \frac{N_x - N_{x+m}}{D_x}$$



Por lo general, sucede que tanto el plazo del seguro como el período de pago de primas es el mismo ($n = m$). También es usual que los gastos por honorarios médicos (α) estén considerados dentro de los gastos administrativos, por que la entidad aseguradora tienen generalmente en su nómina de empleados un médico director y otros servicios propios de esta área. En consecuencia, la fórmula general puede simplificarse así:

$$B = \frac{P + \gamma}{1 - \frac{\kappa}{\ddot{a}_{x:n}} - \beta}$$

- **Prima de facturación:** Es la prima de tarifa más los recargos de ley, como son los impuestos sobre la prima, los derechos de emisión y otros agregados, ordenados por disposiciones legales, así como los intereses de financiación en el caso de que el asegurador otorgue facilidades de pago fraccionario de la prima anual. (Palacios, 1996)

b) Según su período de cálculo y forma de pago.

- **Prima Única:** Representa el valor que, en el momento de perfeccionarse el contrato de seguro tiene el conjunto de las obligaciones futuras de la entidad aseguradora, de acuerdo con los términos de probabilidad de riesgo existentes.

En consecuencia de ello, su importe lo satisface de una sola vez, y por adelantado, el tomador del seguro, quien con ello se libera de la obligación de pagar nuevas cantidades mientras dura el seguro. Se trata de una modalidad de prima típica del seguro de vida. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

Tabla 4. Fórmulas de Cálculo de Primas de los Seguros de Vida Individual a Prima Neta Única (PNU). (Palacios, 1996) (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999) (Jordan, 1991)

<i>Vida Entera</i>	
$PNU = S.A * A_x = S.A \left(\frac{M_x}{D_x} \right)$	
<i>Vida Temporal</i>	
$PNU = S.A * A_{x:n}^1 = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} \right)$	

*Vida Entera Diferido*

$$PNU = S.A * {}_{r/n}A_x = S.A \left(\frac{M_{x+r}}{D_x} \right)$$

Vida Temporal Diferido

$$PNU = S.A * {}_{r/n}A_x = S.A \left(\frac{M_{x+r} - M_{x+r+n}}{D_x} \right)$$

Vida Dotal Puro

$$PNU = S.A * A_{x:n|}^{\frac{1}{n}} = S.A \left(\frac{D_{x+n}}{D_x} \right)$$

Vida Dotal Simple

$$PNU = S.A * A_{x:n|} = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x} \right)$$

Vida Dotal Generalizado

$$PNU = CF * A_{x:n|}^{\frac{1}{n}} + CV * A_{x:n|}^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{CF * (M_x - M_{x+n}) + CV * D_{x+n}}{D_x} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

Abandonamos ahora el supuesto de que el capital asegurado es constante, pasando a estudiar aquellos seguros cuyo capital asegurado es variable.

A diferencia de casos anteriores de seguros en que se ofrecía un mismo capital, cualquiera que sea el momento o la edad de fallecimiento del asegurado, ahora se trata de un seguro tal que, si el asegurado fallece durante el primer año, los beneficiarios cobran una suma C ; si fallece en el segundo año, la suma $C+h$; si durante el tercero, la suma $C+h$, y así sucesivamente.

Tabla 5. Fórmulas de Cálculo de Primas de los Seguros de Vida Individual Variables en Progresión Aritmética. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999) (Palacios, 1996)

Vida Entera

$$(VAC)_x = C \left(\frac{M_x}{D_x} \right) + h \left(\frac{R_{x+1}}{D_x} \right)$$

Vida Entera Diferido

$${}_r(VAC)_x = C \left(\frac{M_{x+r}}{D_x} \right) + h \left(\frac{R_{x+r+1}}{D_x} \right)$$

Temporal



$$(VAC)_{x:n|}^1 = c \left(\frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} \right) + h \left(\frac{R_{x+1} - R_{x+n} - (n-1)M_{x+n}}{D_x} \right)$$

Temporal Diferido

$${}_{r/n}(VAC)_x = c \left(\frac{M_{x+r} - M_{x+r+n}}{D_x} \right) + h \left(\frac{R_{x+r+1} - R_{x+r+n} - (n-1)M_{x+r+n}}{D_x} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

- **Prima Periódica:** Implica normalmente pagos anuales o de otra periodicidad que el tomador del seguro debe satisfacer durante la duración de éste. De las primas periódicas se dice que son vitalicias cuando se pagan hasta el fallecimiento del asegurado, y temporales cuando el pago de primas posee un límite temporal. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)
- **Prima Fraccionada:** La prima calculada es anual, dándose la posibilidad al tomador del seguro de satisfacerla mediante varios pagos. En este caso se produce un recargo puramente financiero y las primas pagadas en fracciones de año no poseen poder liberatorio, por lo que, en caso de producirse el siniestro, de la indemnización se detraerá la parte de la prima anual no satisfecha en ese momento. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)
- **Prima Fraccionaria:** La prima es calculada para la fracción de año elegida. Que pueden ser primas mensuales, trimestrales o semestrales. Se dice que estas primas poseen poder liberatorio, esto es, el pago de la correspondiente prima da derecho al cobro de la indemnización completa en caso de producirse el suceso causante de la misma, durante tiene vigencia el seguro. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

c) Por su relación con el riesgo.

- **Prima Natural:** En el seguro de vida, es la que corresponde en concreto a un riesgo, sin que se tenga en cuenta la duración total de la operación, por lo que, en consecuencia, presenta un crecimiento al aumentar la probabilidad de muerte del asegurado por su mayor edad al paso de los años.
- **Prima Nivelada:** Llamada también prima constante o media. Es aquella que permanece invariable durante toda la vigencia del riesgo.

En el seguro de vida y dentro de los contratos de duración superior a un año, es aquella que se mantiene constante durante toda la vida del asegurado. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)



Implica normalmente que durante los primeros años se paga una prima superior para después pasar a pagar una inferior a la que tendría que satisfacer según el riesgo del correspondiente año. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

La prima nivelada está compuesta de dos partes, una destinada para que el asegurador cubra el riesgo de muerte desde el inicio hasta el fin de cada año, que toma el nombre de Prima de riesgo y la parte complementaria llamada prima de ahorro, destinada, como su nombre lo indica a formar la reserva, ganando intereses al mismo tipo de interés técnico que sirvió para la conmutación de la tabla de mortalidad, así como a compensar la deficitaria prima de riesgo que correspondería a las edades más altas del asegurado.

Las primas niveladas hasta ahora son netas o puras, por estar calculadas únicamente en función de las prestaciones del seguro, tomando como base una determinada tabla de mortalidad y un tipo de interés técnico. (Palacios, 1996)

Tabla 5. Fórmulas de Cálculo de Primas de los Seguros de Vida Individual a Prima Neta Nivelada (PNN) (Jordan, 1991) (Palacios, 1996)

<i>Vida Entera Ordinario</i>
$PNN = S.A * P_x = S.A \left(\frac{A_x}{\ddot{a}_x} \right) = S.A \left(\frac{M_x}{N_x} \right)$
<i>Vida Entera a Pagos Limitados</i>
$PNN = S.A * {}_mP_x = S.A \left(\frac{A_x}{\ddot{a}_{x:\overline{m} }} \right) = S.A \left(\frac{M_x}{N_x - N_{x+m}} \right)$
<i>Vida Temporal Ordinario</i>
$PNN = S.A * P^1_{x:\overline{n} } = S.A \left(\frac{A^1_{x:\overline{n} }}{\ddot{a}_{x:\overline{n} }} \right) = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \right)$
<i>Vida Temporal a Pagos Limitados</i>
$PNN = S.A * {}_mP^1_{x:\overline{n} } = S.A \left(\frac{A^1_{x:\overline{n} }}{\ddot{a}_{x:\overline{m} }} \right) = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \right)$
<i>Vida Dotal Puro Ordinario</i>
$PNN = S.A * P_{x:\overline{n} } \frac{1}{\overline{d}} = S.A \left(\frac{A_{x:\overline{n} }}{\ddot{a}_{x:\overline{n} }} \right) = S.A \left(\frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \right)$

*Vida Dotal Puro a Pagos Limitados*

$$PNN = S.A * {}_mP_{x:n|}^{\frac{1}{n}} = S.A \left(\frac{A_{x:n|}^{\frac{1}{n}}}{\ddot{a}_{x:n|}} \right) = S.A \left(\frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \right)$$

Vida Dotal Simple Ordinario

$$PNN = S.A * P_{x:n|} = S.A \left(\frac{A_{x:n|}}{\ddot{a}_{x:n|}} \right) = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \right)$$

Vida Dotal Simple a Pagos Limitados

$$PNN = S.A * {}_mP_{x:n|} = S.A \left({}_mP_{x:n|}^1 + {}_mP_{x:n|}^{\frac{1}{n}} \right) = S.A \left(\frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+m}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado Ordinario

$$PNN = S.A * P'_{x:n|} = Cf * P_{x:n|}^1 + Cv * P_{x:n|}^{\frac{1}{n}} = \frac{Cf(M_x - M_{x+n}) + Cv(D_{x+n})}{N_x - N_{x+n}}$$

Vida Dotal Generalizado a Pagos Limitados

$$\begin{aligned} PNN &= S.A * {}_mP'_{x:n|} = CF * {}_mP_{x:n|}^1 + CV * {}_mP_{x:n|}^{\frac{1}{n}} \\ &= \frac{CF(M_x - M_{x+n}) + CV(D_{x+n})}{N_x - N_{x+m}} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

C. El Siniestro.

Es la manifestación concreta del riesgo asegurado, que produce unos daños garantizados en la póliza hasta determinada cuantía. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

D. La indemnización.

Es el importe que está obligado a pagar contractualmente el asegurador en caso de producirse un siniestro.

Es por ello, la contraprestación que corresponde a la entidad aseguradora frente a la obligación de pago de prima que tiene el asegurado. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

Este importe, es la suma asegurada fijada en las condiciones particulares de la póliza y representa la valorización del riesgo cubierto o suma hasta cuyo límite está obligado el asegurador a indemnizar. (Palacios, 1996)



3.4. ELEMENTOS PERSONALES DEL SEGURO DE VIDA.

A) Asegurador.

Es la persona jurídica que, mediante la comercialización de un contrato de seguro, asume las consecuencias dañosas producidas por la realización del evento cuyo riesgo es objeto de cobertura. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

B) Contratante.

Es la persona que suscribe con una entidad aseguradora una póliza o contrato de seguro y se obliga al pago de la prima. (Fundación MAPFRE Estudios, 1990)

C) Beneficiario.

Es la persona que recibirá la indemnización en caso de siniestro. Generalmente es el mismo asegurado o contratante. En el caso de seguros de vida, al fallecer el asegurado, el beneficiario puede ser algún miembro de su familia, sus herederos legales o cualquier persona previamente designada en el contrato por el asegurado o contratante. (Palacios, 1996)

D) Asegurado.

Es la persona natural que recibe el servicio de protección contra el riesgo cubierto por el asegurador. Puede llamarse también contratante o tomador del seguro, que, a veces, no necesariamente, puede ser denominado el asegurado, por ser éste –en todo caso- quien está protegido, más no el contratante, que es la persona que toma el seguro y paga su precio, aunque el contrato esté a favor de otro. (Palacios, 1996)

3.5. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO: LA PÓLIZA.

Es el contrato de seguros mediante el cual una de las partes, el asegurador, se compromete a cubrir el riesgo que pesa sobre el asegurado, garantizándole –a cambio de recibir una prima- el pago de una suma predeterminada o el valor de la pérdida al producirse el siniestro amparado por el riesgo.

Consta básicamente de tres partes o grupos de disposiciones o acuerdos entre los contratantes:

1. Las condiciones generales que son disposiciones impresas sobre deberes y derechos de las partes, formas de atención de siniestros, riesgos cubiertos y excluidos, materias de orden jurídico general.



2. Las condiciones particulares contienen las particularidades del propio asegurado, como son el objeto específico del seguro, ubicación del riesgo, suma asegurada, vigencia del seguro y otras referidas a la materia concreta del riesgo cubierto, incluso limitaciones de cobertura sobre lo señalado ampliamente en condiciones generales. Hay un principio contractual, a propósito de esto último, que declara que las condiciones particulares prevalecen sobre las condiciones generales impresas en caso de discrepancia entre ambas.
3. Las condiciones especiales o cláusulas generalmente adheridas como volantes o apéndices que tratan de materias o coberturas no contempladas en las condiciones generales. Estas condiciones especiales, deben estar mencionadas en las condiciones particulares.



CAPÍTULO IV. RESERVAS MATEMÁTICAS DE LOS SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL.

4.1. NATURALEZA DE LAS RESERVAS MATEMÁTICAS.

En el momento de efectuarse el contrato de seguro si las primas han sido calculadas de acuerdo con el Principio de Equivalencia Actuarial, la esperanza matemática de la diferencia entre el valor actual de las obligaciones futuras del asegurador y el valor actual de los futuros pagos por primas es cero. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

Con posterioridad al inicio de la cobertura la esperanza matemática de la citada diferencia ya no será, en general cero (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999). A medida que pasa el tiempo, el valor actual de los pagos que debe realizar el asegurador cambia; generalmente disminuye en las anualidades y aumenta para las pólizas de seguro de vida. Del mismo modo, el valor actual de los pagos de las primas aún por recibir disminuye generalmente durante el período de pago de la prima. Por lo tanto, es importante para el asegurador tener una medida de la cantidad que debe tener a mano en cualquier momento para asegurar el pago de los beneficios (indemnización), suponiendo, por supuesto, que todos los pagos de las primas futuras la hará el asegurado durante su vida como sea debido.

El concepto de reserva surge de esta necesidad de medir la responsabilidad neta de la aseguradora con respecto a un grupo de pólizas en momentos posteriores a la fecha de emisión. La reserva se define como el exceso del valor presente de los beneficios futuros sobre el valor actual de las primas netas futuras.

La definición de la reserva dada anteriormente puede ser llamada una definición prospectiva, ya que se trata de términos de beneficios y primas futuras, y las fórmulas que siguen a esta definición se conocen como fórmulas de reserva prospectiva (**Método Prospectivo**). La expresión "primas futuras" en esta definición debe entenderse que incluye cualquier prima actualmente debida. Dicho proceso fue propuesto por primera vez por el actuario inglés Francis Bailey a principios del siglo XIX.

Equivalencia a este método se tiene el llamado **Método Retrospectivo**, expresa la reserva como el valor acumulado de las primas pagadas sobre el valor acumulado de los beneficios proporcionados.



La expresión de la reserva, en términos de primas pasadas y beneficios pasados, se conoce como definición retrospectiva. (Jordan, 1991)

Las reservas matemáticas constituyen uno de los elementos más importantes del pasivo de las empresas de seguros que operan en el ramo de vida, y en relación con ellas se encuentran algunos derechos que, en ciertas modalidades, posee el tomador del seguro: los valores garantizados. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

4.2. SISTEMA DE RESERVAS A PRIMA NETA NIVELADA.

Cuando el cálculo de la reserva implica primas netas de un monto uniforme y se basa en las hipótesis de mortalidad e interés utilizadas en el cálculo de estas primas netas, la reserva resultante se conoce como Reserva de Prima Neta Nivelada. (Jordan, 1991)

La Prima Neta Nivelada del seguro pactado, presentará excedentes al inicio para algunos t años póliza, respecto al costo real del seguro por año.

En teoría estos excedentes en los primeros t años, acumulados actuarialmente, financian los faltantes futuros a partir de algún t , dicho de otra manera, sirven para constituir un fondo que posteriormente será disminuido cuando el riesgo del seguro del período sea mayor a la PNN, estos recursos acumulados actuarialmente se le denomina Reserva Matemática y es exclusivo del seguro de vida. Dada la procedencia de la Prima Neta Nivelada, la reserva así obtenida se le conoce como Reserva Matemática Pura.

Estos excesos pagados, en poder del asegurador, más sus intereses acumulados año tras año, cuyo cúmulo –en buena cuenta- no pertenece a la entidad aseguradora, sino a todos sus asegurados, por lo que aparece contablemente en el pasivo de dicha entidad. El término reserva en algunos países ha sido sustituido por provisión, debido a que la palabra reserva se refiere sólo a las de carácter patrimonial y no a las deudas a terceros. Además, el cúmulo de reservas matemáticas que tiene en su balance una entidad aseguradora debe estar invertido en los conceptos que señala la ley, no siendo de su libre disposición. (Palacios, 1996)

**A) Método Prospectivo para el cálculo de la reserva matemática a PNN.**

Se define la reserva matemática por el método prospectivo como la diferencia entre el valor actual de las obligaciones pendientes del asegurador y el valor actual de las primas por pagar del asegurado, entendiéndose que ambos valores actuales son determinados a la edad $x+t$ alcanzada y por los respectivos plazos residuos de ambas obligaciones. (Palacios, 1996) La fórmula general puede simplificarse de la siguiente manera:

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t, \overline{n-t}|} - P_x * \ddot{a}_{x+t, \overline{p-t}|}$$

Tabla 6. Fórmulas de Cálculo de Reservas por el Sistema Prima Neta Nivelada para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Prospectivo. (Palacios, 1996)

<i>Vida Entera Ordinario</i>
${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - P_x * \ddot{a}_{x+t}$ ${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - P_x * \left(\frac{N_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$
<i>Vida Entera a Pagos Limitados</i>
${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t} - {}_mP_x * \ddot{a}_{x+t: \overline{m-t} } ; t < m$ ${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_x * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$ ${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t} ; t \geq m$ ${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$
<i>Vida Temporal Ordinario</i>
${}_tV^1_{x: \overline{n} } = S.A * A^1_{x+t: \overline{n-t} } - P^1_{x+n} * \ddot{a}_{x+t: \overline{n-t} }$ ${}_tV^1_{x: \overline{n} } = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P^1_{x+n} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$
<i>Vida Temporal a Pagos Limitados</i>
${}_t^mV^1_{x: \overline{n} } = S.A * A^1_{x+t: \overline{n-t} } - {}_mP^1_{x+n} * \ddot{a}_{x+t: \overline{m-t} } ; t < m$



$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\overline{n}}^1 * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}}^1; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Puro Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}}^{\frac{1}{n}} - P_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}}^{\frac{1}{n}}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Puro a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}}^{\frac{1}{n}} - P_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}}^{\frac{1}{n}}; t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}}^{\frac{1}{n}}; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}}^{\frac{1}{n}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}} - P_{x:\overline{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P_{x:\overline{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}} - P_{x:\overline{n}} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}}; t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP_{x:\overline{n}} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}}; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

*Vida Dotal Generalizado Ordinario*

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - P'_{x:\overline{n}|} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - P'_{x:\overline{n}|} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado a Pagos Limitados

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - {}_mP'_{x:\overline{n}|} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; t < m$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - {}_mP'_{x:\overline{n}|} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|}; t \geq m$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

B) Método Retrospectivo para el cálculo de la reserva matemática a PNN.

Se define la reserva matemática por el método retrospectivo como la diferencia entre el valor final de los pagos efectuados por el asegurado y el valor final del riesgo corrido por el asegurador, ambos calculados al final del tiempo transcurrido desde la estipulación del seguro. (Palacios, 1996) La fórmula general puede simplificarse de la siguiente manera:

$${}_tV_x = P_x * \ddot{S}_{x:t|} - S.A * {}_tr_x$$

Cabe señalar que los dos términos del segundo miembro de la fórmula son valores finales o montos, es decir, el valor actual capitalizado así:

$$\ddot{S}_{x:t|} = \ddot{a}_{x:t|} * \frac{1}{{}_tE_x} = \frac{N_x - N_{x+t}}{D_x} * \frac{D_x}{D_{x+t}} = \frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}}$$

$${}_tr_x = A^1_{x:t|} * \frac{1}{{}_tE_x} = \frac{M_x - M_{x+t}}{D_x} * \frac{D_x}{D_{x+t}} = \frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}}$$

**Tabla 7. Fórmulas de Cálculo de Reservas por el Sistema Prima Neta Nivelada para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Retrospectivo.** (Palacios, 1996)

<i>Ordinarios</i>
${}_tV_x = P * \ddot{S}_{x:t } - S.A * A_{x:t }^1 * \frac{1}{{}_tE_x}$ ${}_tV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$
<i>A Pagos Limitados</i>
${}_t^mV_x = P * \ddot{S}_{x:t } - S.A * A_{x:t }^1 * \frac{1}{{}_tE_x} ; t < m$ ${}_t^mV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$ ${}_t^mV_x = P * \ddot{S}_{x:m } * \frac{1}{{}_{t-m}E_{x+m}} - S.A * A_{x:t }^1 * \frac{1}{{}_tE_x} ; t \geq m$ ${}_t^mV_x = P * \left(\frac{N_x - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$

Fuente: Elaboración propia

4.3. SISTEMA DE RESERVAS MODIFICADAS.

Cuando la Reserva a Prima Neta Nivelada se utiliza como base de la valoración de una aseguradora, el recargo disponible para gastos es un monto nivelado de año a año, aunque los gastos reales son mayores en el primer año que en años subsiguientes. Por lo tanto, hay una deficiencia en el primer año que debe ser compensada temporalmente con el superávit de la aseguradora, el cual se devuelve de esta manera en años posteriores a medida que el recargo se hace más que suficiente para cubrir los gastos corrientes. Para una empresa pequeña o recién formada, con un capital de trabajo relativamente pequeño, esta necesidad de aprovechar el excedente para la financiación de nuevos negocios podría ser una dificultad real. Una empresa de este tipo podría encontrarse en una posición en la que no podía permitirse el lujo de aceptar nuevos negocios adicionales por un período temporal.

Esta situación puede ser aliviada por el uso de un sistema de reserva que da reconocimiento a la disminución de la incidencia del gasto y proporciona un recargo mayor en el primer año de la póliza que en los años de renovación.



Esto implica que la reserva debe ser construida a partir de una prima neta del primer año, que es menor que la renovación de las primas netas.

En cualquier sistema de reservas modificado de este tipo, la secuencia de primas netas niveladas P se sustituye durante un número determinado de años k por una prima neta reducida del primer año α seguida de una serie de primas de renovación aumentadas β . Si el período de modificación de k años es menor que el período de pago de primas, las primas netas niveladas y las reservas prima neta nivelada total se utilizan después de k años. El valor inicial de la secuencia de primas netas modificadas debe ser igual al valor inicial de las primas netas niveladas P durante el período de k años. Si x es la edad en cuestión, tenemos:

$$\alpha + \beta \cdot a_{x:k-1|} = P a_{x:k|}$$

A partir de esta ecuación, la prima neta de renovación β se puede obtener cuando se conoce el valor de α :

$$\beta = \frac{P a_{x:k|} - \alpha}{a_{x:k-1|}}$$

Si nosotros sustituimos $a_{x:k-1|} = \ddot{a}_{x:k|} - 1$, la fórmula puede ser transformada en:

$$\beta = P + \frac{\beta - \alpha}{\ddot{a}_{x:k|}}$$

Lo cual es útil ya que algunas modificaciones se definen en términos de la prima neta de renovación β sobre la prima neta del primer año α .

El símbolo P se refiere a la prima neta nivelada para un plan no especificado y edad de emisión. Los símbolos α y β se refieren a la prima neta modificada con el plan, la edad de emisión y el método de modificación, todos no especificados. (Jordan, 1991)

4.3.1. Sistema de Reservas Año Temporal Preliminar Completo.

Para evitar un resultado negativo al final del primer año, la prima neta modificada del primer año no debe ser inferior al costo del seguro para ese año. En otras palabras deberíamos tener para cualquier sistema de reserva modificado $\alpha \geq A$. El método de reserva para el cual $\alpha = A$, y bajo la mayor cantidad disponible, se conoce como Año Temporal Preliminar Completo.



En este contexto, A está usualmente representado por el símbolo C_x :

$$\alpha_x = A_{x:\overline{1}|}^1 = \frac{C_x}{D_x}$$

La modificación se extiende a todo el período de pago de primas, y con $\alpha = C_x$, la prima neta de renovación β puede determinarse a partir de la fórmula que a continuación se detalla. Dejamos que α y β denoten el primer año y la prima neta de renovación respectivamente, sobre la base del Año Temporal Preliminar Completo, y luego, considerando nuevamente un seguro dotal de m -pagos, n -años emitido a la edad x ,

$$\beta^{ATPC} = \frac{{}_mP_{x:\overline{n}|} * \ddot{a}_{x:\overline{m}|} - \alpha_x}{a_{x:\overline{m-1}|}} = \frac{P * (N_x - N_{x+m}) - S.A * \alpha_x}{N_{x+1} - N_{x+m}}$$

Por lo tanto, la prima neta de renovación es la prima neta nivelada para un seguro similar emitido a una edad de un año más, con primas pagaderas por un año menos y con vencimiento a la misma edad del seguro original.

Es evidente que este método supone que toda la prima bruta del primer año es necesaria para los gastos y los pagos de la indemnización por muerte. En consecuencia, la reserva al final del primer año es cero. Cabe señalar que “ P ” va en dependencia de cada plan de seguro de vida individual. (Jordan, 1991)

Tabla 8. Fórmulas de Cálculo de Reservas Modificadas Año Temporal Preliminar Completo (ATPC) para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Prospectivo. (Jordan, 1991)

Prima neta modificada del 1er año:

$$\alpha = S.A * \frac{C_x}{D_x}$$

Prima neta de renovación:

$$\beta^{ATPC} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A * \alpha_x}{N_{x+1} - N_{x+k}}; k = m$$

*Vida Entera Ordinario*

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Entera a Pagos Limitados

$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t}; t \geq m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Temporal Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Temporal a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}^1; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^1 = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Dotal Puro Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}|}^{\frac{1}{n}} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{n}} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Dotal Puro a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|}^{\frac{1}{n}} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}|}^{\frac{1}{n}} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$



$${}_t^mV_{x:n|} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:n|} = S.A * A_{x+t:n+t|} ; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:n|} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|} ; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|} ; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado Ordinario

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado a Pagos Limitados

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{ATPC} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|} ; 1 \leq t < m$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} ; t \geq m$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9. Fórmulas de Cálculo de Reservas Modificadas Año Temporal Preliminar Completo (ATPC) para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Retrospectivo. (Jordan, 1991)

<i>Ordinarios</i>
${}_tV_x = \alpha_x * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{ATPC} * \ddot{S}_{x+1:\overline{t-1} } - S.A * A_{x:t}^1 * \frac{1}{{}_tE_x}$ ${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$
<i>A Pagos Limitados</i>
${}_tV_x = \alpha_x * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{ATPC} * \ddot{S}_{x+1:\overline{t-1} } - S.A * A_{x:t}^1 * \frac{1}{{}_tE_x} ; t < m$ ${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$ ${}_tV_x = \alpha_x * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{ATPC} * \ddot{S}_{x+1:\overline{m-1} } - S.A * A_{x:t}^1 * \frac{1}{{}_tE_x} ; t \geq m$ ${}_tV_x = \alpha_x * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{ATPC} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Sistema de Reservas Año Temporal Preliminar Modificado.

En el método de Reserva Año Temporal Preliminar Completo, la prima neta del primer año a una determinada edad es la misma para todos los planes del seguro, y la asignación de gastos extra del primer año es grande o pequeña según que el seguro está en una prima alta o baja. Por ejemplo, la prima neta del primer año C_x es una parte mucho menor de la prima bruta de un dotal de 20 años que la prima bruta de un vida ordinario a la misma edad, de modo que una porción relativamente mayor de la prima de un dotal está disponible como recargo del primer año. Si se considera que el Año Temporal Preliminar Completo proporciona asignaciones equitativas de gastos del primer año en formas de primas bajas como el seguro de vida ordinario, se debe concluir que proporciona asignaciones innecesariamente grandes para formas de primas elevadas tales como un seguro dotal de 20 años.

Debido a este hecho, la mayoría de las leyes estatales que especifican una base mínima de valuación restringen el uso del método Año Temporal Preliminar Completo a ciertas formas de primas bajas de seguros. Para las formas de primas más altas se prescribe una base de términos preliminares modificados.



Se han utilizado varios Sistemas Temporal Preliminares Modificados diferentes. Las diversas modificaciones difieren en la duración del período de modificación y en la cuantía de la asignación adicional de gastos del primer año. (Jordan, 1991)

A) Método de Valuación de Reservas Los Comisionados.

Este método proporciona una modificación especial para las pólizas en las cuales la prima neta de renovación basado en el Sistema Año Temporal Preliminar Completo excede la prima de renovación de un seguro de vida entera de 20 pagos a la misma edad. Por lo tanto, esta modificación de los Comisionados, se utiliza en las pólizas para las cuales $\beta^{ATPC} > {}_{19}P_{x+1}$, donde x es la edad a emitir. Para todas las demás pólizas, aquellas para las cuales $\beta^{ATPC} \leq {}_{19}P_{x+1}$, el método requerido es el Sistema Año Temporal Preliminar Completo.

La modificación de Los Comisionados se extiende durante todo el período de pago de primas de la póliza y prescribe la siguiente relación entre α y β .

$$\beta^{Com} - \alpha^{Com} = {}_{19}P_{x+1} - \alpha_x,$$

Esto es equivalente a un requisito de que el recargo del primer año exceda el recargo de renovación por la misma cantidad que el Sistema Año Temporal Preliminar Completo permite al seguro de vida entera de 20 pagos, tenemos:

$$\beta^{COM} = P + \frac{{}_{19}P_{x+1} - \alpha_x}{\ddot{a}_{x:\overline{m}|}}$$

Donde “P” es la prima neta nivelada, x es la edad del asegurado al emitir la póliza y m es el período de pago de primas. La prima modificada del primer año α^{Com} , se puede obtener de la siguiente manera una vez calculada la prima de renovación β^{COM} : (Jordan, 1991)

$$\alpha^{Com} = \beta^{Com} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x)$$

**Tabla 10. Fórmulas de Cálculo de Reservas Modificadas de Los Comisionados para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Prospectivo. (Jordan, 1991)**

Prima neta de renovación:

$$\beta^{COM} = \frac{P * (N_x - N_{x+k}) - S.A * \alpha_x}{N_{x+1} - N_{x+k}}; k = m$$

Prima neta modificada del 1er año:

$$\alpha^{COM} = \beta^{COM} - ({}_{19}P_{x+1} - \alpha_x); \text{en donde } \alpha_x = \frac{C_x}{D_x}$$

Vida Entera Ordinario

$${}_tV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Entera a Pagos Limitados

$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_t^mV_x = S.A * A_{x+t}; t \geq m$$

$${}_t^mV_x = S.A * \left(\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Temporal Ordinario

$${}_tV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * A^1_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

Vida Temporal a Pagos Limitados

$${}_t^mV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * A^1_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}}\right)$$

$${}_t^mV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * A^1_{x+t:\overline{n-t}|}; t \geq m$$

$${}_t^mV^1_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}\right)$$

*Vida Dotal Puro Ordinario*

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Puro a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n+t}|}; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple Ordinario

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Simple a Pagos Limitados

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * A_{x+t:\overline{n-t}|}; t \geq m$$

$${}_t^mV_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado Ordinario

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Vida Dotal Generalizado a Pagos Limitados

$${}_t^mV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:\overline{n-t}|} - \beta^{COM} * \ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}; 1 \leq t < m$$

$${}_t^mV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right) - \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+t} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right)$$



$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * A'_{x+t:n-t|}; t \geq m$$

$${}_tV'_{x:\overline{n}|} = S.A * \left(\frac{C_f * (M_{x+t} - M_{x+n}) + C_v * D_{x+n}}{D_{x+t}} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Fórmulas de Cálculo de Reservas Modificadas de Los Comisionados para los Seguros Tradicionales de Vida Individual por el Método Retrospectivo. (Jordan, 1991)*Ordinarios*

$${}_tV_x = \alpha^{COM} * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{COM} * \ddot{S}_{x+1:\overline{t-1}|} - S.A * A^1_{x:t|} * \frac{1}{{}_tE_x}$$

$${}_tV_x = \alpha^{COM} * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

A Pagos Limitados

$${}_t^mV_x = \alpha^{COM} * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{COM} * \ddot{S}_{x+1:\overline{t-1}|} - S.A * A^1_{x:t|} * \frac{1}{{}_tE_x}; t < m$$

$$V_x = \alpha^{COM} * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+t}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

$${}_t^mV_x = \alpha^{COM} * \frac{1}{{}_tE_x} + \beta^{COM} * \ddot{S}_{x+1:\overline{m-1}|} - S.A * A^1_{x:t|} * \frac{1}{{}_tE_x}; t \geq m$$

$${}_t^mV_x = \alpha^{COM} * \left(\frac{D_x}{D_{x+t}} \right) + \beta^{COM} * \left(\frac{N_{x+1} - N_{x+m}}{D_{x+t}} \right) - S.A * \left(\frac{M_x - M_{x+t}}{D_{x+t}} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

4.4. RESERVA MEDIA.

La definición de reserva matemática ha sido anunciada únicamente para valores enteros de la variable t , es decir, en los aniversarios de la estipulación de los contratos. Sin embargo, no todas las pólizas son emitidas en un mismo día del año y por lo tanto es preciso establecer una definición que permita el cálculo de las reservas en la fecha del inventario anual generalmente el 31 de diciembre. En esta fecha las pólizas no tienen todas un número entero de años de vigencia; por el contrario, muy pocas serán las que presentan esta característica por haber sido contratadas ese día.



Esta realidad ha motivado que se introduzca un nuevo concepto de reserva matemática, llamada de balance o reserva media, que consiste en considerar precisamente una media. Quiere decir que, al ser distribuidas todas las pólizas durante el año, cada una de ellas puede ser considerada –como promedio- emitida al final del primer semestre, de modo que al final del año su reserva matemática será la suma del 50% de la reserva del año anterior ($t-1$) y el otro 50% de la reserva del año en curso t , aparte de que deberá agregarse por concepto de transporte de prima la mitad de la prima anual correspondiente al año t . (Palacios, 1996)

En estas condiciones, las siguientes fórmulas dan un resultado muy aproximado de la llamada reserva de balance o reserva matemática media. (Palacios, 1996)

1. Sistema Prima Neta Nivelada (PNN)

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_t^m V_x) + 0.5P ; \quad t = 1$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x) + 0.5P; \quad 2 \leq t \leq m$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x); \quad t > m$$

2. Sistema Año Temporal Preliminar Completo (ATPC)

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_t^m V_x) + 0.5\alpha_x^{ATPC}; \quad t = 1$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x) + 0.5\beta^{ATPC}; \quad 2 \leq t \leq m$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x); \quad t > m$$

3. Sistema Los Comicionados

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_t^m V_x) + 0.5\alpha_x^{COM}; \quad t = 1$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x) + 0.5\beta^{COM}; \quad 2 \leq t \leq m$$

$${}_t^m M_x = 0.5 ({}_{t-1}^m V_x + {}_t^m V_x); \quad t > m$$

Donde:

x : Edad del asegurado al emitirse la póliza

m : Número de pagos anuales de primas del asegurado

t : Años transcurridos después de la emisión de la póliza

P : Prima neta nivelada según seguro de vida



4.5. VALORES GARANTIZADOS.

Se entiende por valores garantizados, todas aquellas opciones a que tiene derecho el asegurado, después de haber cubierto en efectivo cierto número de pagos dentro de las condiciones propias del contrato. No son más que una parte de las reservas matemáticas que cada póliza tiene individualmente acumuladas y que al renunciar el asegurado a los beneficios que le brinda el seguro, tiene derecho a recibirlas, después de indemnizar a la compañía aseguradora por los perjuicios que le cause rescindir el contrato prematuramente. (Montufar Urizar, 1967)

Surgen de la necesidad inherente de proteger los derechos del asegurado, y de ahí, que se considera a la póliza como un contrato que relaciona contractualmente a las partes y tipifica los derechos personales (Montufar Urizar, 1967). Los valores garantizados clasificados son:

A) Valor de Rescate: Es la cuantía que tiene derecho a percibir el tomador del seguro de acuerdo con los valores que para el mismo se encuentran establecidos en la póliza, en caso de rescisión del contrato de seguro de vida. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)

Desde el momento en que el asegurado decide, ya no continuar con el seguro de vida, y recibe en efectivo su valor de rescate, la póliza, prácticamente pasa a favor de la compañía con todos los derechos que de ella dimanen y causa baja definitiva. No obstante, el asegurado no puede exigir que le sean devueltas en su totalidad las primas que ha pagado, y mucho menos, con sus intereses respectivos, por cuanto, parte del importe de la reserva calculada, está formada por intereses abonados sobre la prima neta.

El reconocimiento del derecho de rescate es habitual y en otras ocasiones es simplemente establecido como un porcentaje de la reserva matemática. Por lo anterior, para el cálculo de los valores de rescate, decidimos realizarlo de acuerdo a las siguientes condiciones:

$${}_tR_x = 0 \quad ; t \leq 3$$

$${}_tR_x = 0.30 * {}_tV_x \quad ; t = 4$$

$${}_tR_x = \frac{t}{10} * {}_tV_x \quad ; 5 \leq t \leq 9$$

$${}_tR_x = {}_tV_x \quad ; t \geq 10$$



B) Seguro Saldado: Esta operación resulta de un caso de rescisión de contrato y consiste en tomar el capital de rescate como una prima única que el asegurado deja en poder del asegurador (sin más obligación de pago de primas) para tener el seguro vigente de las mismas características que el rescindido, en cuanto a su duración, pero por un capital reducido que resulte suficiente o adecuado para dicha prima única pagada. Ése será el nuevo capital asegurado en caso de muerte.

Tabla 12. Fórmulas de Cálculo del Seguro Saldado para los Seguros Tradicionales de Vida Individual. (Palacios, 1996)

<i>Vida Entera</i>
${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{A_{x+t}} = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t}}{D_{x+t}}} ; 1 \leq t \leq n$
<i>Vida Temporal</i>
${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{A_{x+t:n }^1} = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t} - M_{x+n}}{D_{x+t}}} ; 1 \leq t \leq n$
<i>Vida Dotal Puro</i>
${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{A_{x+t:n }^1} = \frac{{}_tR_x}{\frac{D_{x+n}}{D_{x+t}}} ; 1 \leq t \leq n$
<i>Vida Dotal</i>
${}_tS_x = \frac{{}_tR_x}{A_{x+t:n }} = \frac{{}_tR_x}{\frac{M_{x+t} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+t}}} ; 1 \leq t \leq n$

Fuente: Elaboración propia

Donde:

x : Edad del asegurado al emitirse la póliza

t : Años transcurridos después de la emisión de la póliza

n : Años de cobertura del seguro

${}_tR_x$: Valor de rescate a la edad $(x+t)$

C) Anticipos sobre pólizas: consiste en la concesión por parte de la empresa al tomador del seguro de un préstamo cuya cuantía máxima es el valor del rescate de la póliza. El tipo de interés del préstamo no tiene por qué coincidir con el tipo de interés técnico y en caso de un siniestro la cuantía del anticipo se deduce del capital asegurado. (Gil Fana, Heras Martínez, & Vilar Zañón, 1999)



CAPÍTULO V. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C SHARP.

5.1. GENERALIDADES DE C SHARP.

La programación de computadoras es una actividad fascinante, el poder hacer una aplicación a la medida y de acuerdo a nuestras necesidades es interesante y llena de recompensas. Muchas personas llegan a pensar que solamente con aprender la sintaxis de un lenguaje de programación es suficiente para poder hacer programas, pero se equivocan. Aún más importante que la sintaxis del lenguaje es la técnica de resolución del problema y el análisis adecuado.

Hace algunos años la única forma como se podía programar para Windows era hacer uso de un compilador de C o C++ y de un API de Windows. El API es una gran colección de funciones que se relacionan, las que nos permiten comunicarnos con el sistema operativo. Por medio del API de Win32 se programaban las ventanas, botones y demás elementos. (Landa Cosio, 2010)

C y C++ han sido los lenguajes más utilizados en el desarrollo de aplicaciones en general. Ambos lenguajes proporcionan al programador el nivel de abstracción preciso para abordar el desarrollo de cualquier aplicación por compleja que sea, así como mecanismos de bajo nivel para utilizar las características más avanzadas de las plataformas sobre las que se desarrolla; pero, en general, el tiempo necesario para desarrollar una aplicación resulta largo comparado con otros lenguajes como Visual Basic, que ofrecen además de facilidad, una elevada productividad en el desarrollo de aplicaciones, aunque, eso sí, sacrificando la flexibilidad que los desarrolladores de C y C++ requieren. (Ceballos Sierra, 2013)

Otra de las opciones que surgieron es Visual Basic, este lenguaje logró gran popularidad, especialmente en Latinoamérica. Visual Basic también trabaja por arriba de Win32, pero basa su sintaxis en el antiguo lenguaje Basic. Es muy sencillo de aprender y una de las características que le dio gran popularidad fue la facilidad con la que se podían crear interfaces de usuario y conectividad a bases de datos. Pero hasta antes de la versión .NET, este lenguaje tenía ciertas limitantes ya que no se podía llevar a cabo programación orientada a objetos con él.

Uno de los lenguajes que está adquiriendo gran popularidad es C Sharp, un lenguaje sencillo, amigable y poderoso. Con C Sharp se pueden crear todo tipo de aplicaciones, desde programas de



consolas para Windows y para páginas web en unión con ASP, hasta video juegos para Xbox 360 con XNA. (Landa Cosio, 2010)

El lenguaje de programación C Sharp fue creado por el danés Anders Hejlsberg, con el cual se quiso mejorar los dos lenguajes anteriores de los que se deriva el C, y el C++. Con el C Sharp se pretendió que incorporase las ventajas o mejoras que tiene el lenguaje JAVA. Así se consiguió que tuviese las ventajas del C, del C++, pero además la productividad que posee el lenguaje JAVA y se le denominó C#. (Informática, 2006-2015)

El objetivo de C Sharp es permitir a todos los desarrolladores en general, y a los de C y C++ en particular, abordar el desarrollo de aplicaciones complejas con facilidad y rapidez, pero sin sacrificar la potencia y el control que ofrecen C y C++. Es un poco como tomar todas las cosas buenas de Visual Basic y añadirlas a C++, aunque recortando algunas de las tradiciones más ocultas y difíciles de conocer de C y C++. Esto elimina los errores de programación más comunes en C/C++.

C Sharp es un lenguaje orientado a objetos seguro y elegante que permite a los desarrolladores construir un amplio rango de aplicaciones seguras y robustas que se ejecutan sobre .NET Framework. (que incluye entre otras cosas la biblioteca básica de .NET y el compilador C#) junto con otros componentes de desarrollo, como ASP.NET (formularios web y servicios web) y ADO.NET, forman un paquete de desarrollo denominado Microsoft Visual Studio que podemos utilizar para crear aplicaciones Windows tradicionales (aplicaciones de escritorio que muestren una interfaz gráfica al usuario) y aplicaciones para la Web. Para ello, este paquete proporciona un editor de código avanzado, diseñadores de interfaces de usuario apropiados, depurador integrado y muchas otras utilidades para facilitar un desarrollo rápido de aplicaciones. (Ceballos Sierra, 2013)

Algunas de las características del lenguaje de programación C Sharp son: su código se puede tratar íntegramente como un objeto, su sintaxis es muy similar a la del JAVA, está orientado a objetos y componentes, armoniza la productividad del Visual Basic con el poder y la flexibilidad del C++. Así mismo ahorramos tiempo en la programación ya que tiene una librería de clases muy completa y bien diseñada.



A pesar que el lenguaje C Sharp forma parte de la plataforma .NET, que es una interfaz de programación de aplicaciones, es un lenguaje independiente que originariamente se creó para producir programas sobre esta plataforma .NET.

Esta plataforma se creó, entre otras razones, porque el Visual Basic era uno de los lenguajes de programación que se encargaban de desarrollar estas aplicaciones. Pero el Visual Basic es un lenguaje orientado a objetos algo pobre, porque se quiso que fuese desde su creación un lenguaje fácil de aprender para los programadores novatos. Por esto, surgió el C Sharp, para suplir esta deficiencia del Visual Basic. (Informática, 2006-2015)

5.2. ALGUNAS HERRAMIENTAS DE C SHARP PARA APLICACIONES.

En Visual C Sharp disponemos fundamentalmente de dos tipos de objetos: ventanas y controles. Las ventanas son los objetos sobre los que se dibujan los controles como cajas de texto, botones o etiquetas, dando lugar a la interfaz gráfica que el usuario tiene que utilizar para comunicarse con la aplicación y que genéricamente denominamos “formulario”.

El formulario es el plano de fondo para los controles, es el aspecto gráfico de un objeto de la clase Form1; es decir, es una pizarra en blanco donde el desarrollador, mejora con controles para crear una interfaz de usuario y con código para manipular los datos.

Como con cualquier objeto de cualquier clase, el ciclo de vida de un formulario (una ventana) comienza cuando se crea por primera vez un objeto de su clase, después se abre, se activa, se desactiva y finalmente se cierra. (Ceballos Sierra, 2013)

5.3. PROPIEDADES DEL FORMULARIO.

Se compone de dos áreas distintas: área no cliente y área cliente. El área no cliente comprende los elementos gráficos comunes a todos los formularios: menú del sistema, ícono, título, botón de minimizar, botón de maximizar, botón para cerrar y un borde. El área cliente es la parte del formulario destinada a ubicar los controles que formaran la interfaz gráfica.

Las funcionalidades más destacada relacionada con la apariencia y comportamiento de los formularios se muestran a continuación:



- Propiedad `AllowsTransparency`. Esta propiedad vale `true` si el formulario admite la transparencia y `false` en caso contrario.
- Propiedad `Icon`. Permite establecer el ícono de un formulario.
- Propiedades `Top` y `Left`. Estas propiedades permiten obtener o establecer la posición de los bordes superior e izquierdo del formulario, respectivamente, con respecto al escritorio. Por lo tanto, podrían ser utilizadas para establecer la posición inicial del formulario.
- Evento `LocationChanged`. Se produce cuando un formulario cambia de posición.
- Propiedad `ShowInTaskbar`. Si el valor de esta propiedad es `true`, valor predeterminado, y se minimiza el formulario, este se muestra en la barra de tareas.
- Propiedad `Topmost`. Orden Z de las ventanas. Cuando esta propiedad vale `true`, el formulario correspondiente aparece encima de todos los formularios cuya propiedad `Topmost` valga `false` y dentro de los formularios que tienen esta propiedad a `true`, el formulario actualmente activado es el formulario de nivel superior.
- Propiedad `StartPosition`. Permite obtener o establecer la posición de un formulario cuando se muestra por primera vez. Si su valor es `Manual`, valor predeterminado, la posición del formulario queda definida por sus propiedades `Top` y `Left`; si estas propiedades no se especifican, entonces Windows determinará sus valores. Si su valor es `CenterScreen`, el formulario se coloca en el centro de la pantalla que contiene el cursor del ratón. Y si su valor es `CenterParent`, el formulario se coloca en el centro del formulario propietario si se especificó alguno.
- Propiedad `RestoreBounds`. Esta propiedad se puede usar para guardar el tamaño y la ubicación (objeto `Rectangle`) de un formulario antes de que se cierre la aplicación y recuperar esos valores la próxima vez que se inicie la aplicación para que el formulario se muestre con esos valores. El valor de `RestoreBounds` solo es válido cuando `WindowState` no es igual a `Normal`.
- Propiedad `WindowState`. El valor de esta propiedad indica si un formulario está restaurado (`Normal`), minimizado (`Minimized`) o maximizado (`Maximized`).
- Propiedad `FormBorderStyle`. Indica el estilo del borde de un formulario. Su valor puede ser `None`, `FixedSingle`, `Fixed3D`, `FixedDialog` y `FixedToolWindow`, que no permiten cambiar el tamaño del formulario, y `Sizable` (es el valor predeterminado) y `SizableToolWindow`, que sí permiten cambiar el tamaño del formulario. (Ceballos Sierra, 2013)



Para añadir un control a un formulario, utilizaremos la caja de herramientas. Cada herramienta de la caja crea un único control. El significado de los controles se expone a continuación:

Control	Descripción
<i>Puntero</i>	El puntero no es un control, se utiliza para seleccionar, mover y ajustar el tamaño de los objetos.
<i>Label</i>	Una etiqueta permite mostrar un texto de una o más líneas que no pueda ser modificado por el usuario. Son útiles para dar instrucciones al usuario.
<i>LinkLabel</i>	Se trata de una etiqueta de Windows que puede mostrar hipervínculos.
<i>Button</i>	Un botón de pulsación normalmente tendrá asociada una orden con él. Esta orden se ejecutará cuando el usuario haga clic sobre el botón.
<i>TextBox</i>	Una caja de texto es un área dentro del formulario en la que el usuario puede escribir o visualizar texto.
<i>MaskedTextBox</i>	Una caja de texto mejorada que soporta una sintaxis declarativa para aceptar o rechazar la entrada del usuario.
<i>MenuStrip</i>	Permite añadir una barra de menús a una ventana.
<i>CheckBox</i>	Una casilla de verificación se utiliza para seleccionar una opción. Utilizando estos controles se pueden elegir varias opciones de un grupo.
<i>RadioButton</i>	El control botón de opción se utiliza para seleccionar una opción entre varias. Utilizando estos controles se puede elegir una opción de un grupo de ellas.
<i>GroupBox</i>	Un marco se utiliza para realzar el aspecto del formulario. También los utilizamos para formar grupos de botones de opción, o bien para agrupar controles relacionados entre sí.
<i>PictureBox</i>	Una caja de imagen se utiliza normalmente para mostrar gráficos de un fichero de mapa de bits, metarchivo, icono, JPEG, GIF o PNG.
<i>Panel</i>	Control que actúa como contenedor de otros controles.
<i>FlowLayoutPanel</i>	Representa un panel que coloca dinámicamente su contenido vertical u horizontalmente.
<i>TableLayoutPanel</i>	Representa un panel que coloca dinámicamente su contenido en una rejilla de filas y columnas.



<i>DataGridView</i>	Proporciona una tabla para visualizar los datos de una forma personalizada.
<i>ListBox</i>	El control lista fija (lista desplegada) contiene una lista de elementos de la que el usuario puede seleccionar uno o varios elementos.
<i>CheckedListBox</i>	Se trata de un control lista fija en el que se muestra una casilla de verificación a la izquierda de cada elemento.
<i>ComboBox</i>	El control lista desplegable combina una caja de texto y una lista desplegable. Permite al usuario escribir lo que desea seleccionar o elegir un elemento de la lista.
<i>ListView</i>	El control vista de lista muestra una colección de elementos que se pueden visualizar mediante una de varias vistas distintas.
<i>TreeView</i>	Muestra una colección jerárquica de elementos con etiquetas. Se trata de una estructura en árbol en la que cada nodo del mismo es un objeto de la clase <i>TreeNode</i> .
<i>TabControl</i>	Es un contenedor que agrupa un conjunto relacionado de páginas de fichas.
<i>DateTimePicker</i>	Control que permite seleccionar la fecha y hora.
<i>MonthCalendar</i>	Control de calendario mensual.
<i>HScrollBar</i> y <i>VScrollBar</i>	La barra de desplazamiento horizontal y la barra de desplazamiento vertical permiten seleccionar un valor dentro de un rango de valores. Estos controles son utilizados independientemente de otros objetos, y no son lo mismo que las barras de desplazamiento de una ventana.
<i>Timer</i>	El temporizador permite activar procesos a intervalos regulares de tiempo.



IV. DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Descriptiva: Describe y especifica los conceptos, elementos y las características de las rentas vitalicias, los planes de seguro de vida, sus reservas matemáticas y valores garantizados, así como del programa C Sharp.

4.2. DISEÑO.

No Experimental: Se realiza sin manipular deliberadamente las variables. No hacemos variar de forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables y se observan tal como se dan en su contexto para analizarlas.

4.3. ÁREA DE ESTUDIOS.

Valuaciones actuariales.

4.4. UNIDAD DE ANÁLISIS.

Cálculo del valor actual actuarial las rentas vitalicias, primas, reservas matemáticas y valores garantizados para los distintos planes de seguro.

4.5. ENFOQUE.

Mixto: Combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo. El primero porque se fundamenta en un proceso inductivo, donde se explora, describe, y luego se generan perspectivas teóricas, el segundo, puesto que se hace uso de técnicas matemáticas y actuariales para el cálculo de las rentas vitalicias, seguros de vida individual, reservas matemáticas y valores garantizados de los seguros de vida individual.

4.6. TIPOS DE VARIABLE.

a) VARIABLES INDEPENDIENTES.

- **Edad:** Es la del asegurado, a efectos de tarificación del riesgo.
- **Suma asegurada:** Es la cantidad máxima que deberá de pagar la compañía aseguradora al asegurado y/o beneficiarios en caso de que ocurra un siniestro.



- **Tabla de mortalidad:** Documento o estados en que, previo estudio y cálculo actuariales, se reflejan las posibilidades de fallecimiento de una colectividad de personas en función de los diferentes tipos de edades de estas y del periodo de vida más o menos prolongada que se considere.
- **Interés técnico:** Porcentaje mínimo de rentabilidad que una entidad aseguradora garantiza en las bases técnicas de las distintas modalidades del seguro de vida.
- **Plazo de cobertura:** Tiempo durante el cual tiene vigencia el contrato de seguro.
- **Diferimiento:** También denominado periodo de gracia, es el tiempo en el que no se paga la renta o el seguro después de haber sido formalizado el contrato.
- **Razón de crecimiento:** Aumento comparativo entre dos cifras representativas del mismo concepto, aunque referidas a distintos periodos de tiempo.
- **Tiempo Fraccionario:** Plazo menor de un año. Puede ser mensual, trimestral, semestral...
- **Recargos:** Carga económica que tiene que afrontar el asegurador para la consecución y administración del seguro.

b) VARIABLES DEPENDIENTES.

- **Valor actual actuarial o prima neta:** Es la cantidad necesaria y suficiente que el asegurador debe percibir para cubrir el riesgo.
- **Prima de tarifa:** Se denomina también prima comercial y es la que aplica el asegurador a un riesgo determinado y para una cobertura concreta. Está formada, como elemento base, por la prima pura más los recargos para gastos generales de gestión, administración, gastos comerciales o de adquisición y gastos de cobranzas de las primas.
- **Reservas matemáticas:** Importe del ahorro acumulado en una póliza de seguro de vida. Refleja los derechos económicos consolidados que el tomador posee como consecuencia de las primas pagadas.
- **Reserva media:** Importe del ahorro acumulado en una póliza de vida considerando precisamente una media.
- **Valor de rescate:** Operación característica de algunas modalidades de seguro de vida, en virtud del cual, por voluntad del asegurado, este percibe de su asegurador el importe que le corresponde (valor de rescate) de la reserva matemática constituida sobre el riesgo que tenía garantizado.



- **Seguro saldado:** Resulta de un caso de rescisión de contrato y consiste en tomar el capital de rescate como una prima neta única que el asegurado deja en poder del asegurador (sin más obligación de pago de primas) para tener un seguro vigente de las mismas características que el rescindido, en cuanto a su duración, pero por un capital reducido que resulte suficiente o adecuado para dicha prima única pagada.

4.7. FUENTES DE LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Recolectamos información de fuentes secundarias tales como libros de cálculos actuariales, seguros de vida individual y matemáticas financieras para fundamentar nuestros cálculos y el enriquecimiento de los conocimientos en el ámbito actuarial. Así mismo de sitios web de internet siendo un medio de apoyo teórico – práctico.

4.8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Para el cálculo de las rentas vitalicias, primas de seguros de vida individual, reservas matemáticas y valores garantizados de los seguros de vida utilizamos una aplicación diseñada en el entorno de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows, Microsoft Visual Studio 2015, el cuál soporta el lenguaje de programación C Sharp.



V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1. DISEÑO DE LA APLICACIÓN.

A) Generación de las Tablas de Mortalidad.

Utilizamos las probabilidades o tasas de mortalidad CSO41, CSO58, GAM-71, CSO80 y CET58 para la creación de la tabla de mortalidad junto con el interés técnico estipulado.

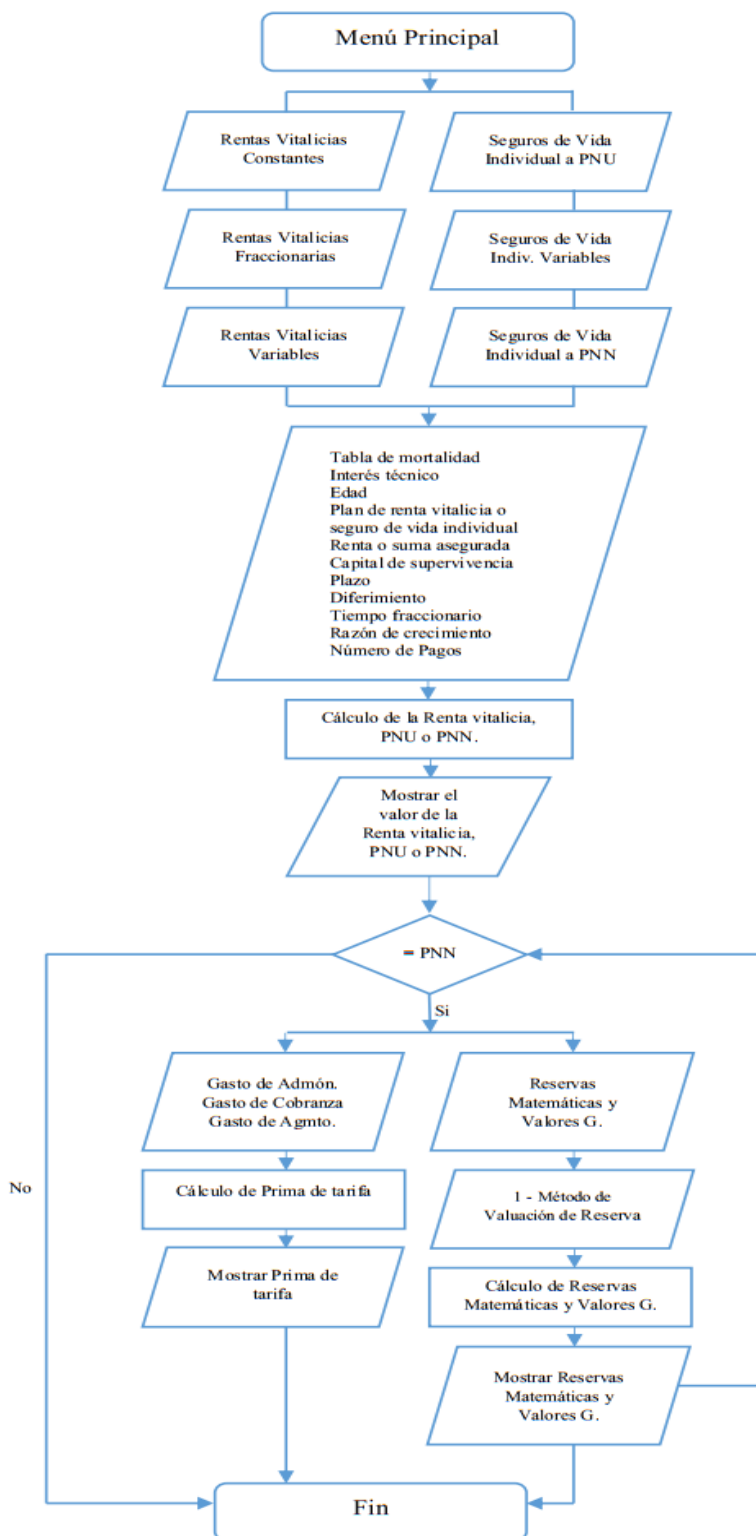
B) Elaboración de los formularios de la aplicación.

Nuestra aplicación se denomina Sistema Automatizado de Seguros (SAS), consta de 3 formularios con el propósito de calcular los diferentes tipos de rentas vitalicias, seguros de vida individual, reservas matemáticas de los seguros de vida y valores garantizados. Los formularios son los siguientes:

- Formulario 1: Menú principal del Sistema Automatizado de Seguros.
- Formulario 2: Ventana donde se realiza el cálculo de rentas vitalicias constantes, rentas vitalicias fraccionarias, rentas vitalicias variables en progresión aritmética, seguros de vida individual a prima neta única, seguros de vida individual variables en progresión aritmética y seguros de vida individual a prima neta nivelada. Desde el formulario 1 se personaliza el título de la operación a realizar en este formulario y la caja de texto “Valor Actual Actuarial” de las rentas vitalicias, ésta se llama “Prima Neta Única” para los seguros de vida individual a P.N.U. y los seguros de vida individual variables en progresión aritmética, “Prima Neta Nivelada” para los seguros de vida individual a P.N.N.
- Formulario 3: Ventana donde se realiza el cálculo de las reservas matemáticas de los seguros de vida individual y valores garantizados.



C) Representación gráfica del algoritmo.





D) Manual de Usuario del Sistema Automatizado de Seguros.

1. Menú Principal del SAS.

Desde el menú principal el usuario tiene acceso a todo el sistema. La navegación dentro del sistema es muy sencillo porque casi toda la funcionalidad está a un solo clic del menú principal. Los botones de comando para acceder a las diferentes opciones del sistema están agrupados en dos grupos. El primer grupo son los comandos a través de los cuales se tiene acceso a las operaciones de las rentas vitalicias.

Estas son las rentas vitalicias constantes, rentas vitalicias fraccionadas y rentas vitalicias variables en progresión aritmética.

El segundo grupo de comandos en la segunda columna están los comandos relacionados a las operaciones de los seguros de vida individual: seguros de vida individual a prima neta única, seguros de vida individual variables en progresión aritmética y seguros de vida individual a prima neta nivelada.

Todo el funcionamiento detrás de estos comandos se describe en los siguientes numerales de este manual.





2. Rentas Vitalicias Constantes.

Desde el Menú Principal con el comando Rentas Vitalicias Constantes se abre una ventana con el mismo nombre, donde el usuario para calcular el valor actual actuarial de la renta de su preferencia tiene que seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar en la lista desplegable “Tabla de Mortalidad” la tabla de mortalidad a utilizar.
2. Ingresar en la caja de texto “% Interés Técnico” el interés técnico a utilizar sin el símbolo de porcentaje (%).
3. Ingresar en la caja de texto “Edad” la edad del asegurado. La edad tiene que ser digitada en números enteros y comprendida entre la edad de 1 y 99 años.
4. Seleccionar en la lista desplegable “Plan” la renta vitalicia constante que desea tarificar.
5. Ingresar los datos en las cajas de texto “Renta”, “Plazo” y “Diferimiento” según la renta vitalicia seleccionada en el numeral anterior. Las cajas de texto “Capital de supervivencia”, “Tiempo Fraccionario”, “Razón de Crecimiento”, “Números de Pagos”, el grupo Recargos (%), “Prima de Tarifa” y los botones de comando “Prima de Tarifa” y “Reserva” se encuentran inhabilitados para esta ventana.
6. Hacer clic al botón “CALCULAR” para que la aplicación efectúe el cálculo y muestre el valor actual actuarial de la renta seleccionada en la caja de texto con el mismo nombre, la cual se encuentra ubicada en la parte inferior derecha del formulario.
7. Si desea calcular un nuevo tipo de renta vitalicia constante haga clic al botón “NUEVO” y repita los pasos descritos.

En caso de no haber completado algún campo necesario para efectuar el cálculo del VAA de la renta vitalicia seleccionada, la aplicación muestra un aviso indicando los campos que el usuario debe revisar. Así mismo, las cajas de texto se encuentran validadas para que el usuario no ingrese letras o símbolos en los campos que solo se requieren valores numéricos enteros y/o decimales.



La interfaz de usuario para 'RENTAS VITALICIAS CONSTANTES' presenta un diseño moderno con un fondo azul. Se divide en tres columnas principales. La columna izquierda contiene dos secciones: 'Datos Técnicos' con campos para 'Tabla de Mortalidad' (menú desplegable) y '% Interés Técnico' (campo de texto); y 'Datos Particulares' con campos para 'Edad', 'Plan' (menú desplegable), 'Renta', 'Capital de Supervivencia', 'Plazo', 'Diferimiento', 'Tiempo Fraccionario', 'Razón de Crecimiento' y 'Número de Pagos'. La columna central contiene cuatro botones de acción: 'CALCULAR', 'PRIMA DE TARIFA', 'RESERVA' y 'NUEVO'. La columna derecha, titulada 'Recargos (%)', incluye campos para 'Administración', 'Cobranza' y 'Agenciamiento', así como campos de salida para 'Valor Actual Actuarial' y 'Prima de Tarifa'.

El procedimiento detallado para las rentas vitalicias constantes es válido para el cálculo del valor actual actuarial de las rentas vitalicias fraccionarias y las rentas vitalicias variables en progresión aritmética, únicamente se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- Para las rentas vitalicias fraccionarias en el paso 5 adicionalmente el usuario tiene que ingresar en la caja de texto “Tiempo fraccionario” el valor que corresponde.

La interfaz de usuario para 'RENTAS VITALICIAS FRACCIONARIAS' sigue el mismo diseño que la anterior. Sin embargo, el campo 'Tiempo Fraccionario' en la sección 'Datos Particulares' ahora es un campo de texto obligatorio. Los botones de acción y los campos de salida en la columna derecha permanecen idénticos.



- Para las rentas vitalicias variables en progresión aritmética en el paso 5 adicionalmente el usuario tiene que ingresar en la caja de texto “Razón de crecimiento” el valor que corresponde.

RENTAS VITALICIAS VARIABLES EN PROGRESIÓN ARITMÉTICA

Datos Técnicos		Recargos (%)	
Tabla de Mortalidad		Administración	
% Interés Técnico		Cobranza	
		Agenciamiento	
Datos Particulares		CALCULAR	
Edad		PRIMA DE TARIFA	
Plan		RESERVA	
Renta		NUEVO	
Capital de Supervivencia		Valor Actual Actuarial	
Plazo			
Diferimiento		Prima de Tarifa	
Tiempo Fraccionario			
Razón de Crecimiento			
Número de Pagos			

3. Seguros de Vida Individual a P.N.U.

Desde el Menú Principal con el comando Seguros de Vida Individual a P.N.U. se abre una ventana con el mismo nombre, donde el usuario para calcular la prima neta única del seguro de vida de su preferencia tiene que seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar en la lista desplegable “Tabla de Mortalidad” la tabla de mortalidad a utilizar.
2. Ingresar en la caja de texto “% Interés Técnico” el interés técnico a utilizar sin el símbolo de porcentaje (%).
3. Ingresar en la caja de texto “Edad” la edad del asegurado. La edad tiene que ser digitada en números enteros y comprendida entre la edad de 1 y 99 años.
4. Seleccionar en la lista desplegable “Plan” el seguro de vida que desea tarificar.
5. Ingresar los datos en las cajas de texto “Suma Asegurada”, “Capital de supervivencia” “Plazo” y “Diferimiento” según el seguro de vida seleccionado en el numeral anterior. Las cajas de texto “Tiempo Fraccionario”, “Razón de Crecimiento”, “Números de Pagos”, el grupo Recargos (%), “Prima de Tarifa” y los botones de comando “Prima de Tarifa” y “Reserva” se encuentran inhabilitados para esta ventana.



6. Hacer clic al botón “CALCULAR” para que la aplicación efectúe el cálculo y muestre el la prima neta única de la renta seleccionada en la caja de texto con el mismo nombre, la cual se encuentra ubicada en la parte inferior derecha del formulario.
7. Si desea calcular un nuevo tipo de renta vitalicia constante haga clic al botón “NUEVO” y repita los pasos descritos.

En caso de no haber completado algún campo necesario para efectuar el cálculo de la prima neta única del seguro de vida seleccionado, la aplicación muestra un aviso indicando los campos que el usuario debe revisar. Así mismo, las cajas de texto se encuentran validadas para que el usuario no ingrese letras o símbolos en los campos que solo se requieren valores numéricos enteros y/o decimales.

SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA UNICA

Datos Técnicos

Tabla de Mortalidad

% Interés Técnico

Datos Particulares

Edad

Plan

Suma Asegurada

Capital de Supervivencia

Plazo

Diferimiento

Tiempo Fraccionario

Razón de Crecimiento

Número de Pagos

Recargos (%)

Administración

Cobranza

Agenciamiento

CALCULAR

PRIMA DE TARIFA

RESERVA

NUEVO

Prima Neta Única

Prima de Tarifa

El procedimiento detallado para los seguros de vida individual a P.N.U. es válido para el cálculo de la prima neta única de los seguros de vida individual variables en progresión aritmética y la prima neta nivelada de los seguros de vida individual a P.N.N., únicamente el usuario debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Para los seguros de vida individual variables en progresión aritmética en el paso 5 adicionalmente el usuario tiene que ingresar en la caja de texto “Razón de crecimiento” el valor que corresponde; solo admite rentas crecientes. La caja de texto “Capital de supervivencia” se encuentra inhabilitada.

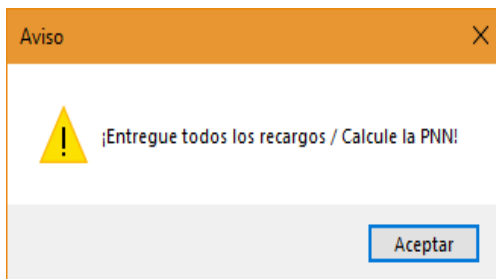


- Para los seguros de vida individual a P.N.N. en el paso 5 adicionalmente el usuario tiene que ingresar en la caja de texto “Número de Pagos” el número de pagos del seguro de vida a pagos limitados seleccionado en el paso 4. La caja de texto “Diferimiento” no está disponible desde esta ventana. Se habilitan los botones de comando “Prima de Tarifa”, “Reserva” y el grupo de cajas de texto Recargos (%).

El botón “Prima de Tarifa” tiene asociada la orden de calcular la prima de tarifa del seguro de vida individual a P.N.N. que el usuario seleccionó en la lista desplegable “Plan”. Para que la aplicación realice el cálculo y muestre el valor en la caja de texto con el mismo nombre, la cual esta ubicada en la parte inferior derecha del formulario contiguo a la caja de texto “Prima Neta Nivelada”, el usuario tiene que proceder de la siguiente:

1. Calcular previamente la prima neta nivelada.
2. Ingresar el valor de los recargos sin el símbolo de porcentaje (%) o millar (‰). Por ejemplo, si se considera un gasto de adquisición del 65%, en la caja de texto “Agenciamiento” del grupo Recargos (%) el usuario deberá ingresar únicamente el número 65.
3. Hacer clic al botón “Prima de Tarifa”.

Si por alguna razón el usuario hace clic al botón “Prima de Tarifa” sin antes haber calculado la prima neta nivelada o ingresado algún recargo, la aplicación le mostrará el siguiente aviso:



El formulario para el cálculo de la prima neta nivelada y de tarifa de los seguros vida individual es el siguiente:

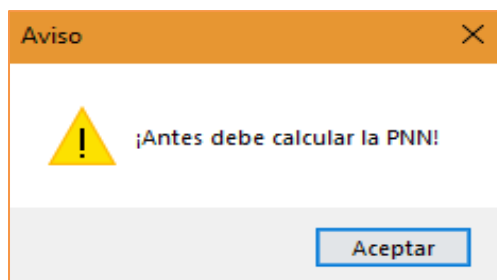
El botón de comando “Reserva” tiene asociada la orden de mostrar la ventana Reservas Matemáticas de los Seguros de Vida Individual y enviarle datos desde el formulario 2. Para calcular las reservas matemáticas y los valores garantizados del seguro de vida, el usuario tiene que hacer clic sobre el botón del método de valuación de reserva, que puede ser: “PNN”, “ATPC” y “LOS COMISIONADOS”.

La aplicación permite hacer clic sobre cualquier botón de método de valuación una única vez, los demás botones quedan automáticamente inhabilitados. Si el usuario desea calcular las reservas matemáticas y los valores garantizados al mismo plan de seguro por otro método de valuación, deberá hacer clic sobre el botón “Salir”, el cual tiene asociada la orden de cerrar, limpiar las cajas de texto y listas desplegables que se muestran en el

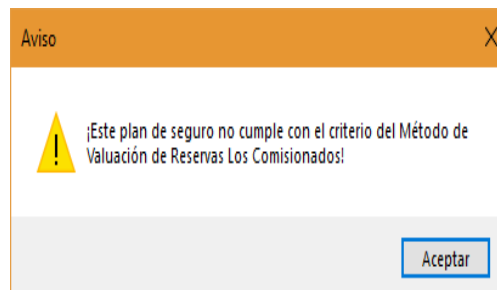


formulario 3 y debe repetir el procedimiento detallado en el párrafo anterior. Es de hacer mención que las cajas de texto y las listas desplegables tienen la finalidad de presentar los datos relacionados al seguro de vida, los cuales fueron ingresados por el usuario en el formulario 2.

En caso de que el usuario haga clic al botón “Reserva” sin antes haber calculado la prima neta nivelada, la aplicación muestra el siguiente aviso:



Así mismo, para el método de valuación de reserva Los Comisionados se realizó una validación para aquellos seguros de vida individual que no cumplen con los criterios que el método establece, el aviso es el siguiente:





E) Resolución de ejercicios prácticos aplicando el programa.

Creamos esta aplicación con el propósito de tener disponible una herramienta de cálculo de las rentas vitalicias, seguros de vida individual, las reservas matemáticas y los valores garantizados de los seguros de vida individual, los cuales son muy tediosos de calcular de forma manual. Para demostrar la funcionalidad de nuestra aplicación denominada Sistema Automatizado de Seguros nos hemos planteado algunos ejemplos que a continuación se describen, los cuales fueron trabajados con las probabilidades de muerte CSO 58 y un interés técnico del 3% :

1. Si se concede a Juanita de 36 años de edad una renta ordinaria contingente a 20 años de US\$ 5,000.00 anuales ¿Cuál es el VAA?

Datos:

Plan: R.V.C. Inmediata Temporal Anticipada

X = 36,

n = 20,

R = US\$ 5,000,

VAA = ?

$$VAA = R * a_{36:\overline{20}|}$$
$$VAA = 5,000 * \left[\frac{N_{36} - N_{56}}{D_{36}} \right]$$
$$VAA = \text{US\$ } 73,816.33$$

2. Hallar la prima neta única de una anualidad prepagable de US\$ 1,000.00 mensuales, para una persona de 40 años de edad.



Datos:

Plan: R.V.F. Inmediata Ilimitada Anticipada

X = 40,

R= US\$ 1,000.00,

m= 12,

VAA = ?

$$VAA = R (12) * \ddot{a}_{40}^{(12)}$$

$$VAA = 1000 (12) * \left[\ddot{a}_{40} - \frac{12-1}{2(12)} \right]$$

$$VAA = 12000 * \left[\frac{N_{40}}{D_{40}} - \frac{11}{24} \right]$$

$$VAA = \text{US\$ } 238,987.02$$

3. Calcule el valor actual actuarial de una renta vitalicia a un asegurado de 38 años, siendo su primer término de US\$5,500.00 con un incremento anual de US\$ 500.00, realizando pagos durante 20 años.

Datos:

Plan: R.V.V. en P.A. Inmediata Temporal Anticipada,

X = 38,

C = US\$ 5,500.00,

h = \$500.00,

n = 20,

VAA = ?

$$(V\ddot{a}C)_{38:\overline{20}|}$$

$$(V\ddot{a}C)_{38:\overline{20}|} = 5,500 * \left[\frac{N_{38} - N_{58}}{D_{38}} \right] + 500 * \left[\frac{S_{39} - S_{58} - (20-1) * N_{58}}{D_{38}} \right]$$

$$(V\ddot{a}C)_{38:\overline{20}|} = \text{US\$ } 141,561.21$$



RENTAS VITALICIAS VARIABLES EN PROGRESIÓN ARITMÉTICA

Datos Técnicos

Tabla de Mortalidad: CSO 58

% Interés Técnico: 3

Datos Particulares

Edad: 38

Plan: P.A. Inmediata Temporal Anti

Renta: 5500

Capital de Supervivencia:

Plazo: 20

Diferimiento:

Tiempo Fraccionario:

Razón de Crecimiento: 500

Número de Pagos:

Recargos (%)

Administración:

Cobranza:

Agenciamiento:

CALCULAR

PRIMA DE TARIFA

RESERVA

NUEVO

Valor Actual Actuarial: 141,561.21

Prima de Tarifa:

4. Calcule la prima neta para una persona de 30 años que desea comprar seguro de vida entera con suma asegurada de US\$ 10,000.00.

Datos

Plan: Seguro Vida Entera

X = 30,

S.A= US\$ 10,000,

PNU = ?

$$\begin{aligned} \text{PNU} &= 10,000 * A_{30} \\ \text{PNU} &= 10,000 * \left(\frac{M_{30}}{D_{30}} \right) \\ \text{PNU} &= \text{US\$ } 3,161.86 \end{aligned}$$

SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA UNICA

Datos Técnicos

Tabla de Mortalidad: CSO 58

% Interés Técnico: 3

Datos Particulares

Edad: 30

Plan: Vida Entera

Suma Asegurada: 10000

Capital de Supervivencia:

Plazo:

Diferimiento:

Tiempo Fraccionario:

Razón de Crecimiento:

Número de Pagos:

Recargos (%)

Administración:

Cobranza:

Agenciamiento:

CALCULAR

PRIMA DE TARIFA

RESERVA

NUEVO

Prima Neta Unica: 3,161.86

Prima de Tarifa:



5. Calcular la prima única de un seguro contratado por una persona de 30 años de edad, estipulándose que si muere dentro del primer año, sus beneficiarios cobrarán US\$ 500,000.00 y que por cada año que tarda en producirse el deceso la suma asegurada aumenta en US\$ 1,000.00.

Datos:

Plan: Seguro de Vida Entera Variable en Progresión Aritmética.

$X = 30$

C: US\$ 500,000.00

h : US\$ 1,000.00

$(VAC)_{30} = ?$

$(VAC)_{30}$

$$(VAC)_{30} = 500,000 \left(\frac{M_{30}}{D_{30}} \right) + 1,000 \left(\frac{R_{31}}{D_{30}} \right)$$

$$(VAC)_{30} = \text{US\$ } 169,142.92$$

6. Para una persona de 24 años se desea calcular la prima anual pagadera durante 18 años por un seguro de US\$ 120,000.00 para el caso de supervivencia y la prima de tarifa considerando los siguientes recargos: gastos de adquisición 65%, gastos de administración 3% y gastos de cobranza 3.5%. Así mismo, calcular las reservas matemáticas y sus valores garantizados.

Datos

Plan: Vida Dotal Puro Ordinario

$X = 24,$

$n = 18,$

Suma asegurada: US\$ 120,000.00

$$PNN = 120,000 * P_{24:18|}$$

$$PNN = 120,000 * \left(\frac{A_{24:18|}}{\ddot{a}_{24:18|}} \right)$$

$$PNN = 120,000 * \left(\frac{D_{42}}{N_{24} - N_{42}} \right)$$

$$PNN = \text{US\$ } 4,836.83$$



Gastos de Administración: 3%

Gastos de Adquisición: 65%

Gastos de Cobranza: 3.5%

$$\ddot{a}_{24:\overline{18}|} = \frac{N_{24} - N_{42}}{D_{24}} = 13.93$$

$$B = \frac{120,000 * P_{24:\overline{18}|} + 0.003 * 120,000}{\left(1 - \frac{0.65}{\ddot{a}_{24:\overline{18}|}} - 0.035\right)}$$

$$B = \frac{4,836.83 + 360.00}{\left(1 - \frac{0.65}{13.93} - 0.035\right)}$$

$$B = \text{US\$ } 5,658.86$$

SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA NIVELADA

Datos Técnicos

Tabla de Mortalidad: CSO 58

% Interés Técnico: 3

Datos Particulares

Edad: 24

Plan: Vida Dotal Puro Ordinario

Suma Asegurada: 120000

Capital de Supervivencia:

Plazo: 18

Diferimiento:

Tiempo Fraccionario:

Razón de Crecimiento:

Número de Pagos:

Recargos (%)

Administración: 3

Cobranza: 3.5

Agenciamiento: 65

CALCULAR

PRIMA DE TARIFA

RESERVA

NUEVO

Prima Neta Nivelada: 4,836.83

Prima de Tarifa: 5,658.86

a) Reservas por el Sistema Prima Neta Nivelada

Reservas Matemáticas de los Seguros de Vida Individual

Tabla de Mortalidad: CSO 58

% Interés Técnico: 3

Plan: Vida Dotal Puro Ordinario

Edad: 24

Suma Asegurada: 120000

C. Superv.:

PNN: 4,836.83

a:

β:

PNN Com:

PNN

ATPC

LOS COMISIONADOS

SALIR

t (Vigencia)	x + t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	Reserva Media	Valor de Rescate	Seguro Saldado
0	24	0	0	0	0	0
1	25	4991.47	4991.47	4914.15	0	0
2	26	10142.73	10142.73	9985.52	0	0
3	27	15459.25	15459.25	15219.41	0	0
4	28	20946.65	20946.65	20621.37	6284	9863.69
5	29	26611.01	26611.01	26197.25	13305.51	20235.56
6	30	32458.79	32458.79	31953.32	19475.28	28696.3
7	31	38496.5	38496.5	37896.06	26947.55	38467.88
8	32	44731.29	44731.29	44032.31	35785.03	49486.99
9	33	51170.3	51170.3	50369.21	46053.27	61692.83
10	34	57821.5	57821.5	56914.32	57821.5	75026.99
11	35	64693.34	64693.34	63675.84	64693.34	81303.09
12	36	71796.29	71796.29	70663.23	71796.29	87381.76
13	37	79141.05	79141.05	77887.09	79141.05	93268.56
14	38	86740.09	86740.09	85358.99	86740.09	98968.82
15	39	94609.01	94609.01	93092.97	94609.01	104487.56
16	40	102763.2	102763.2	101104.52	102763.2	109829.43
17	41	111220.64	111220.64	109410.34	111220.64	114998.86
18	42	120000	120000	118028.74	120000	120000



b) Reservas por el Sistema Año Temporal Preliminar Completo (ATPC)

Reservas Matemáticas de los Seguros de Vida Individual

Tabla de Mortalidad: CSO 58
% Interés Técnico: 3
Plan: Vida Dotal Puro Ordinaria
Edad: 24
Suma Asegurada: 120000

C. Superv.:
PNN: 4,836.83
 α (ATPC): 222.52
 β (ATPC): 5,193.59
PNN Com:

PNN
ATPC
LOS COMISIONADOS
SALIR

t (Vigencia)	x + t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	Reserva Media	Valor de Rescate	Seguro Saldado
1	25	229.64	229.64	226.08	0	0
2	26	5596.72	5596.72	5509.98	0	0
3	27	11135.85	11135.85	10963.08	0	0
4	28	16852.85	16852.85	16591.14	5055.86	7935.94
5	29	22754.03	22754.03	22400.23	11377.01	17302.63
6	30	28846.04	28846.04	28396.83	17307.62	25502.32
7	31	35135.66	35135.66	34587.64	24594.96	35109.54
8	32	41630.29	41630.29	40979.77	33304.23	46056.31
9	33	48337.35	48337.35	47580.62	43503.62	58277.32
10	34	55265.08	55265.08	54398.01	55265.08	71709.89
11	35	62422.25	62422.25	61440.46	62422.25	78448.89
12	36	69819.55	69819.55	68717.69	69819.55	84975.91
13	37	77468.05	77468.05	76240.6	77468.05	91296.92
14	38	85380.55	85380.55	84021.1	85380.55	97417.61
15	39	93573.02	93573.02	92073.58	93573.02	103343.4
16	40	102061.3	102061.3	100413.96	102061.3	109079.27
17	41	110863.89	110863.89	109059.39	110863.89	114629.98
18	42	120000	120000	118028.74	120000	120000

c) Reservas por el Sistema de Los Comisionados

Reservas Matemáticas de los Seguros de Vida Individual

Tabla de Mortalidad: CSO 58
% Interés Técnico: 3
Plan: Vida Dotal Puro Ordinaria
Edad: 24
Suma Asegurada: 120000

C. Superv.:
PNN: 4,836.83
 α (COM): 2,897.26
 β (COM): 4,986.79
PNN Com: 2,312.06

PNN
ATPC
LOS COMISIONADOS
SALIR

t (Vigencia)	x + t	Método Prospectivo	Método Retrospectivo	Reserva Media	Valor de Rescate	Seguro Saldado
1	25	2989.89	2989.89	2943.57	0	0
2	26	8231.87	8231.87	8104.27	0	0
3	27	13641.96	13641.96	13430.31	0	0
4	28	19225.87	19225.87	18927.31	5767.76	9053.38
5	29	24989.77	24989.77	24601.22	12494.89	19002.73
6	30	30940.21	30940.21	30458.39	18564.13	27353.75
7	31	37083.8	37083.8	36505.4	25958.66	37056.24
8	32	43427.82	43427.82	42749.21	34742.26	48044.94
9	33	49979.5	49979.5	49197.06	44981.55	60257.15
10	34	56746.94	56746.94	55856.62	56746.94	73632.68
11	35	63738.71	63738.71	62736.22	63738.71	80103.36
12	36	70965.39	70965.39	69845.45	70965.39	86370.49
13	37	78437.82	78437.82	77195	78437.82	92439.8
14	38	86168.63	86168.63	84796.62	86168.63	98316.79
15	39	94173.54	94173.54	92664.48	94173.54	104006.63
16	40	102468.17	102468.17	100814.25	102468.17	109514.11
17	41	111070.68	111070.68	109262.82	111070.68	114843.81
18	42	120000	120000	118028.74	120000	120000



VI. CONCLUSIONES.

Al finalizar nuestro trabajo de investigación concluimos que:

- Las rentas vitalicias son en sí mismo una modalidad de los seguros de vida en la que una compañía aseguradora, a cambio de una prima, garantiza al asegurado una renta periódica, que puede ser anual, mensual, trimestral... hasta su fallecimiento. Tienen la finalidad de ser una fuente de ingreso que complementa adecuadamente las pensiones de jubilación.
- Los seguros de vida se caracterizan porque el objeto asegurado es la persona, haciéndose depender de su existencia. En este tipo de seguros, el pago de la indemnización no guarda relación con el valor del daño producido por la ocurrencia del siniestro puesto que la persona no es evaluable económicamente, por tal razón no constituyen un contrato de indemnización propiamente dicho.
- Las reservas matemáticas son exclusivas del ramo de vida y están destinadas a conseguir un equilibrio futuro entre las primas y riesgos, y hacer frente a las obligaciones del asegurador con sus asegurados.
- Los valores garantizados de los seguros de vida constituyen la expresión cualitativa de los derechos que el tomador del seguro tiene sobre la reserva matemática generadas por el contrato.
- C Sharp es uno de los lenguajes de programación más populares, sencillo, moderno y amigable que nos brinda las herramientas para la creación y desarrollo de aplicaciones, ajustándose a nuestras exigencias y necesidades. Además, ofrece un ambiente de trabajo cómodo, eficiente, eficaz y permite una mejor experiencia al usuario.
- Diseñamos una aplicación que nos ayuda a optimizar los procesos, mejorar las condiciones de trabajo, incrementar la productividad, reducir la posibilidad de que se produzcan errores y simplificar aquellas tareas que manualmente resultan tediosas en las operaciones del cálculo actuarial en el ramo de vida.



VII. RECOMENDACIONES.

- A las nuevas generaciones de la carrera de Ciencias Actariales y Financieras realizar investigaciones sobre el cálculo de rentas vitalicias variables en progresión geométrica, primas netas y de tarifas de los seguros de vida individual a prima fraccionada, fraccionaria y seguros de vida individual variables en progresión geométrica.
- Instamos a los estudiantes y profesionales a realizar aplicaciones en cualquier ambiente de programación, para facilitar y optimizar los procesos de cálculo, análisis y procesamiento de datos en el ámbito actuarial, financiero y de seguridad social.
- Es importante destacar que la universidad debería de realizar convenios con las compañías aseguradoras o instituciones relacionadas con el campo profesional de la carrera para promover el intercambio de información de carácter académico, propiciando de esta manera enriquecer el conocimiento de los estudiantes.
- Esta investigación puede ser mejorada agregándole las siguientes opciones de cálculo a la aplicación: prima de tarifa para los seguros de vida a prima neta única y variables en progresión aritmética, el seguro prorrogado como valor garantizado para los seguros de vida individual e impresión de reportes.



VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Arriga Parra, M., & Sánchez Chibrás, J. A. (2004). *Elementos del Cálculo Actuarial*. México.
2. Bowers, N., Gerber, H., Hickman, J., Jones, D., & Nesbitt, C. (1997). *Actuarial mathematics* (2da ed.). Society of Actuaries.
3. Ceballos Sierra, F. J. (2013). *Enciclopedia de Microsoft Visual C# Interfaces Gráficas y Aplicaciones para Internet con Windows Forms y ASP.NET* (Cuarta ed.). Madrid, España: RA-MA. doi:978-84-9964-437-0
4. Frank Ayres, J. (1991). *Matemáticas Financieras* (Primera ed.). (F. O. Compean, Trad.) Juárez, México: McGraw-Hill.
5. Fundación MAPFRE Estudios. (1990). *Manual de introducción al seguro*. Madrid, España: Editorial MAPFRE, S.A.
6. Gil Fana, J. A., Heras Martínez, A., & Vilar Zañón, J. L. (1999). *Matemática de los Seguros de Vida*. Madrid, España: Editorial MAPFRE.
7. Informática, L. R. (2006-2015). Principales lenguajes de programación. *La Revista Informática.com*. Obtenido de <http://www.larevistainformatica.com>
8. Jiménez, J. T. (2015). *Operaciones Financieras. Teoría y Problemas Resueltos*. Madrid: Centros de Estudios Financieros.
9. Jordan, C. W. (1991). *Life Contingencies* (Segunda ed.). Society of Actuaries.
10. Landa Cosio, N. (2010). *C# Guía Total del Programador*. Buenos Aires, Argentina: Fox And. doi:978-987-26013-5-5
11. Montufar Urizar, M. A. (1967). *Las reservas matemáticas y los valores garantizados de los seguros de vida en el ejercicio de la Contaduría Pública y Auditoría*. Guatemala, Guatemala.
12. Nieto de Alba, U., & Vegas Asensio, J. (1993). *Matemática Actuarial* (Primera ed.). Madrid, España: Editorial MAPFRE.
13. Palacios, H. E. (1996). *Introducción al Cálculo Actuarial* (Segunda ed.). Madrid, España: Editorial MAPFRE.
14. Siegel, J. S., & Swansom, D. A. (2007). *The Methods and Material of Demography*.
15. Villegas, J. E. (1997). *Modalidades Clásicas y Modernas del Seguro de Vida Entera. Los Seguros Unit Link*. Madrid, España: MAPFRE.



IX. ANEXOS.

Anexo 1: Tasas de Mortalidad.

Edad	CSO 41	CSO 58	GAM-71	CSO 80	CET 58
0	0.02258	0.00708	0.00167	0.00418	0.00783
1	0.00577	0.00176	0.00043	0.00107	0.00251
2	0.00414	0.00152	0.00040	0.00099	0.00227
3	0.00338	0.00146	0.00039	0.00098	0.00221
4	0.00299	0.00140	0.00038	0.00095	0.00215
5	0.00276	0.00135	0.00046	0.00090	0.0021
6	0.00261	0.00130	0.00042	0.00086	0.00205
7	0.00247	0.00126	0.00040	0.00080	0.00201
8	0.00231	0.00123	0.00039	0.00076	0.00198
9	0.00212	0.00121	0.00039	0.00074	0.00196
10	0.00197	0.00121	0.00039	0.00073	0.00196
11	0.00191	0.00123	0.00040	0.00077	0.00198
12	0.00192	0.00126	0.00040	0.00085	0.00201
13	0.00198	0.00132	0.00041	0.00099	0.00207
14	0.00207	0.00139	0.00042	0.00115	0.00214
15	0.00215	0.00146	0.00043	0.00133	0.00221
16	0.00219	0.00154	0.00044	0.00151	0.00229
17	0.00225	0.00162	0.00046	0.00167	0.00237
18	0.00230	0.00169	0.00047	0.00178	0.00244
19	0.00237	0.00174	0.00049	0.00186	0.00249
20	0.00243	0.00179	0.00050	0.0019	0.00254
21	0.00251	0.00183	0.00052	0.00191	0.00258
22	0.00259	0.00186	0.00054	0.00189	0.00261
23	0.00268	0.00189	0.00057	0.00186	0.00264
24	0.00277	0.00191	0.00059	0.00182	0.00266
25	0.00288	0.00193	0.00062	0.00177	0.00268
26	0.00299	0.00196	0.00065	0.00173	0.00271
27	0.00311	0.00199	0.00068	0.00171	0.00274
28	0.00325	0.00203	0.00072	0.0017	0.00278
29	0.00340	0.00208	0.00076	0.00171	0.00283
30	0.00356	0.00213	0.00081	0.00173	0.00288
31	0.00373	0.00219	0.00086	0.00178	0.00294
32	0.00392	0.00225	0.00092	0.00183	0.003
33	0.00412	0.00232	0.00098	0.00191	0.00307
34	0.00435	0.00240	0.00105	0.002	0.00315
35	0.00459	0.00251	0.00112	0.00211	0.00326
36	0.00486	0.00264	0.00120	0.00224	0.00343
37	0.00515	0.00280	0.00130	0.0024	0.00364



38	0.00546	0.00301	0.00140	0.00258	0.00391
39	0.00581	0.00325	0.00151	0.00279	0.00423
40	0.00618	0.00353	0.00163	0.00302	0.00459
41	0.00659	0.00384	0.00179	0.00329	0.00499
42	0.00703	0.00417	0.00200	0.00356	0.00542
43	0.00751	0.00453	0.00226	0.00387	0.00589
44	0.00804	0.00492	0.00257	0.00419	0.0064
45	0.00861	0.00535	0.00292	0.00455	0.00696
46	0.00923	0.00583	0.00332	0.00492	0.00758
47	0.00991	0.00636	0.00375	0.00532	0.00827
48	0.01064	0.00695	0.00423	0.00574	0.00904
49	0.01145	0.00760	0.00474	0.00621	0.00988
50	0.01232	0.00832	0.00529	0.00671	0.01082
51	0.01327	0.00911	0.00587	0.0073	0.01182
52	0.01430	0.00996	0.00648	0.00796	0.01295
53	0.01543	0.01089	0.00713	0.00871	0.01416
54	0.01665	0.01190	0.00781	0.00956	0.01547
55	0.01798	0.01300	0.00852	0.01047	0.0169
56	0.01943	0.01421	0.00926	0.01146	0.01847
57	0.02100	0.01554	0.01004	0.01249	0.0202
58	0.02271	0.01700	0.01089	0.01359	0.0221
59	0.02457	0.01859	0.01192	0.01477	0.02417
60	0.02659	0.02034	0.01312	0.01608	0.02644
61	0.02878	0.02224	0.01444	0.01754	0.02891
62	0.03118	0.02431	0.01586	0.01919	0.0316
63	0.03376	0.02657	0.01741	0.02106	0.03454
64	0.03658	0.02904	0.01918	0.02314	0.03775
65	0.03964	0.03175	0.02126	0.02542	0.04128
66	0.04296	0.03474	0.02364	0.02785	0.04516
67	0.04656	0.03804	0.02632	0.03044	0.04945
68	0.05046	0.04168	0.02919	0.03319	0.05418
69	0.05470	0.04561	0.03243	0.03617	0.05929
70	0.05930	0.04979	0.03611	0.03951	0.06473
71	0.06427	0.05415	0.04001	0.0433	0.0704
72	0.06966	0.05865	0.04383	0.04765	0.07625
73	0.07550	0.06326	0.04749	0.05264	0.08224
74	0.08181	0.06812	0.05122	0.05819	0.08856
75	0.08864	0.07337	0.05529	0.06419	0.09538
76	0.09602	0.07918	0.06007	0.07053	0.10293
77	0.10399	0.08570	0.06592	0.07712	0.11141
78	0.11259	0.09306	0.07260	0.0839	0.12098



79	0.12186	0.10119	0.07969	0.09105	0.13155
80	0.13185	0.10998	0.08743	0.09884	0.14297
81	0.14260	0.11935	0.09544	0.10748	0.15516
82	0.15416	0.12917	0.10369	0.11725	0.16792
83	0.16657	0.13938	0.11230	0.12826	0.18119
84	0.17988	0.15001	0.12112	0.14025	0.19501
85	0.19413	0.16114	0.13010	0.15295	0.20948
86	0.20937	0.17282	0.13931	0.16609	0.22467
87	0.22563	0.18513	0.14871	0.17955	0.24067
88	0.24300	0.19825	0.15849	0.19327	0.25773
89	0.26144	0.21246	0.16871	0.20729	0.2762
90	0.28099	0.22814	0.17945	0.22177	0.29658
91	0.30173	0.24577	0.19092	0.23698	0.3195
92	0.32364	0.26593	0.20126	0.25345	0.34571
93	0.34666	0.28930	0.21299	0.27211	0.37609
94	0.37100	0.31666	0.22653	0.2959	0.41166
95	0.39621	0.35124	0.24116	0.32996	0.45661
96	0.44719	0.40056	0.25620	0.38455	0.52073
97	0.54826	0.48842	0.27248	0.4802	0.63495
98	0.72467	0.66815	0.29016	0.65798	0.8686
99	1.00000	1.00000	0.30912	1.00000	1.00000

**Anexo 2: El formulario, los controles y sus propiedades.****1. Formulario 1: Menú principal.**

Objeto	Propiedad	Valor
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button1 Rentas Vitalicias Constantes MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button2 Rentas Vitalicias Fraccionarias MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button3 Rentas Vitalicias Variables MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button4 Seguros de Vida Individual a P.N.U. MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button5 Seguros de Vida Individual Variables MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	button6 Seguros de Vida Individual a P.N.N. MiddleCenter
Caja de imagen (PictureBox)	(Name) Image	pictureBox1 

2. Formulario 2: Ventana donde se realiza el cálculo de las rentas vitalicias y los seguros de vida individual.

Objeto	Propiedad	Valor
Etiqueta (Label)	(Name) Text	ettema RENTAS VITALICIAS CONSTANTES RENTAS VITALICIAS FRACCIONARIAS RENTAS VITALICIAS VARIABLES EN PROGRESIÓN ARITMÉTICA SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA UNICA SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL EN PROGRESIÓN ARITMÉTICA



		SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA NIVELADA
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etdatos tecnicos Datos técnicos TopLeft
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	ettabla Tabla de mortalidad TopLeft
Lista desplegable (ComboBox)	(Name) Items	cbtabla CSO 58 CSO 41 GAM-71 CSO 80 CET 58
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etinteres % Interés Técnico TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctinteres Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etdatosparticulares Datos Particulares TopLeft
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etedad Edad TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctedad Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etplan Plan TopLeft
Lista desplegable (ComboBox)	(Name) Items	cbplan Inmediata Ilimitada Anticipada Inmediata Ilimitada Vencida Inmediata Temporal Anticipada Inmediata Temporal Vencida Diferida Ilimitada Anticipada Diferida Ilimitada Vencida Diferida Temporal Anticipada Diferida Temporal Vencida F. Inmediata Ilimitada Anticipada F. Inmediata Ilimitada Vencida F. Inmediata Temporal Anticipada F. Inmediata Temporal Vencida F. Diferida Ilimitada Anticipada



		F. Diferida Ilimitada Vencida F. Diferida Temporal Anticipada F. Diferida Temporal Vencida P.A. Inmediata Ilimitada Anticipada P.A. Inmediata Ilimitada Vencida P.A. Inmediata Temporal Anticipada P.A. Inmediata Temporal Vencida P.A. Diferida Ilimitada Anticipada P.A. Diferida Ilimitada Vencida P.A. Diferida Temporal Anticipada P.A. Diferida Temporal Vencida Vida Entera Vida Temporal Vida Entera Diferido Vida Temporal Diferido Vida Dotal Puro Vida Dotal Simple Vida Dotal Generalizado P.A. Vida Entera P.A. Vida Entera Diferido P.A. Vida Temporal P.A. Vida Temporal Diferido Vida Entera Ordinario Vida Entera a Pagos Limitados Vida Temporal Ordinario Vida Temporal a Pagos Limitados Vida Dotal Puro Ordinario Vida Dotal Puro a Pagos Limitados Vida Dotal Simple Ordinario Vida Dotal Simple a Pagos Limitados Vida Dotal Generalizado Ordinario Vida Dotal Generalizado a Pagos L.
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etrenta Renta Suma asegurada TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctrenta Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	Etcsupervivencia Capital de Supervivencia TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctcsupervivencia Center
Etiqueta (Label)	(Name)	etplazo



	Text TextAlign	Plazo TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctplazo Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etdiferimiento Diferimiento TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctdiferimiento Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	ettempofraccionario Tiempo Fraccionario TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	cttempofraccionado Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etcrecimiento Razón de Crecimiento TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctcrecimiento Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etpagos Número de Pagos TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctpagos Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etrecargos Recargos (%) TopLeft
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	lbgadmon Administración TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctgadmon Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	lbgcob Cobranza TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctgcob Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text	lbgagen Agenciamiento



	TextAlign	TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctagen Center
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btcalcular CARCULAR MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btptarifa PRIMA DE TARIFA MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btreserva RESERVA MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btnuevo NUEVO MiddleCenter
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etvaa Valor Actual Actuarial Prima Neta Única Prima Neta Nivelada TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctvaa Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	label1 Prima de Tarifa TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	cctptarifa Center

3. Formulario 3: Ventana donde se realiza el cálculo de las reservas matemáticas de los seguros de vida y valores garantizados.

Objeto	Propiedad	Valor
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	ettablar Tabla de mortalidad TopLeft
Lista desplegable (ComboBox)	(Name) Items	cbtablar CSO 58 CSO 41 GAM-71 CSO 80 CET 58
Etiqueta (Label)	(Name) Text	etinteresr % Interés Técnico



	TextAlign	TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctinteresr Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etplanr Plan TopLeft
Lista desplegable (ComboBox)	(Name) Items	cbplanr Vida Entera Ordinario Vida Entera a Pagos Limitados Vida Temporal Ordinario Vida Temporal a Pagos Limitados Vida Dotal Puro Ordinario Vida Dotal Puro a Pagos Limitados Vida Dotal Simple Ordinario Vida Dotal Simple a Pagos Limitados Vida Dotal Generalizado Ordinario Vida Dotal Generalizado a Pagos L.
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etedadr Edad TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctedadr Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etrentar Suma Asegurada TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctrentar Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etcsupr C. Superv. TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctcsupr Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etpnn PNN TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctpnn Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etalfa α TopLeft



Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctalfa Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etbeta β TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctbeta Center
Etiqueta (Label)	(Name) Text TextAlign	etpnncom PNN Com TopLeft
Caja de Texto (TextBox)	(Name) Text TextAlign	ctpnncom Center
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btcalarrr PNN MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btcalaraptc ATPC MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btcalarcom LOS COMISIONADOS MiddleCenter
Botón de pulsación (Button)	(Name) Text TextAlign	btsalirr SALIR MiddleCenter
Tabla (DataGridView)	(Name) Columns	Tablareserva t (Vigencia) $x + t$ Método Prospectivo Método Retrospectivo Reserva Media Valor de Rescate Seguro Saldado



Anexo 3: Códigos utilizados en la aplicación.

1. Enviar información del formulario 1 al formulario 2 y mostrarlo.

```
private void button6_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Form2 formrentas = new Form2();
    formrentas.ettema.Text = "SEGUROS DE VIDA INDIVIDUAL A PRIMA NETA
NIVELADA";
    formrentas.ettema.Font = new Font("Tw Cen MT", 18, FontStyle.Bold);
    formrentas.ettema.TextAlign = ContentAlignment.MiddleCenter;
    formrentas.ettema.Location = new Point(95, 29);
    formrentas.etvaa.Text = "Prima Neta Nivelada";
    formrentas.etrenta.Text = "Suma Asegurada";
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Entera Ordinario");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Entera a Pagos Limitados");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Temporal Ordinario");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Temporal a Pagos Limitados");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Puro Ordinario");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Puro a Pagos Limitados");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Simple Ordinario");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Simple a Pagos Limitados");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Generalizado Ordinario");
    formrentas.cbplan.Items.Add("Vida Dotal Generalizado a Pagos L.");
    formrentas.cttiempofraccionado.Enabled = false;
    formrentas.ctcrecimiento.Enabled = false;
    formrentas.ctdiferimiento.Enabled = false;
    formrentas.Show();
}
```

2. Validación de cajas de textos vacías, generación de la tabla de mortalidad y cálculo de la operación seleccionada.

```
private void btcalcular_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if ((ctedad.Text == "0") || (cbtabla.SelectedItem == null) ||
string.IsNullOrEmpty(ctinteres.Text) || string.IsNullOrEmpty(ctedad.Text) ||
(cbplan.SelectedItem == null) || string.IsNullOrEmpty(ctrenta.Text))
    {
        MessageBox.Show("¡Por favor revise los datos!", "Aviso",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
    }

    else
    {
        double[] qCS058 = new double[100] { 0.00708, 0.00176, 0.00152,
0.00146, 0.00140, 0.00135, 0.00130, 0.00126, 0.00123, 0.00121, 0.00121, 0.00123,
0.00126, 0.00132, 0.00139, 0.00146, 0.00154, 0.00162, 0.00169, 0.00174, 0.00179,
0.00183, 0.00186, 0.00189, 0.00191, 0.00193, 0.00196, 0.00199, 0.00203, 0.00208,
0.00213, 0.00219, 0.00225, 0.00232, 0.00240, 0.00251, 0.00264, 0.00280, 0.00301,
0.00325, 0.00353, 0.00384, 0.00417, 0.00453, 0.00492, 0.00535, 0.00583, 0.00636,
0.00695, 0.00760, 0.00832, 0.00911, 0.00996, 0.01089, 0.01190, 0.01300, 0.01421,
0.01554, 0.01700, 0.01859, 0.02034, 0.02224, 0.02431, 0.02657, 0.02904, 0.03175,
0.03474, 0.03804, 0.04168, 0.04561, 0.04979, 0.05415, 0.05865, 0.06326, 0.06812,
0.07337, 0.07918, 0.08570, 0.09306, 0.10119, 0.10998, 0.11935, 0.12917, 0.13938,
```



```
0.15001, 0.16114, 0.17282, 0.18513, 0.19825, 0.21246, 0.22814, 0.24577, 0.26593,
0.28930, 0.31666, 0.35124, 0.40056, 0.48842, 0.66815, 1.00000 };
    double[] qCS041 = new double[100] { 0.02258, 0.00577, 0.00414,
0.00338, 0.00299, 0.00276, 0.00261, 0.00247, 0.00231, 0.00212, 0.00197, 0.00191,
0.00192, 0.00198, 0.00207, 0.00215, 0.00219, 0.00225, 0.00230, 0.00237, 0.00243,
0.00251, 0.00259, 0.00268, 0.00277, 0.00288, 0.00299, 0.00311, 0.00325, 0.00340,
0.00356, 0.00373, 0.00392, 0.00412, 0.00435, 0.00459, 0.00486, 0.00515, 0.00546,
0.00581, 0.00618, 0.00659, 0.00703, 0.00751, 0.00804, 0.00861, 0.00923, 0.00991,
0.01064, 0.01145, 0.01232, 0.01327, 0.01430, 0.01543, 0.01665, 0.01798, 0.01943,
0.02100, 0.02271, 0.02457, 0.02659, 0.02878, 0.03118, 0.03376, 0.03658, 0.03964,
0.04296, 0.04656, 0.05046, 0.05470, 0.05930, 0.06427, 0.06966, 0.07550, 0.08181,
0.08864, 0.09602, 0.10399, 0.11259, 0.12186, 0.13185, 0.14260, 0.15416, 0.16657,
0.17988, 0.19413, 0.20937, 0.22563, 0.24300, 0.26144, 0.28099, 0.30173, 0.32364,
0.34666, 0.37100, 0.39621, 0.44719, 0.54826, 0.72467, 1.00000 };
    double[] qGAM71 = new double[100] { 0.00167, 0.00043, 0.00040,
0.00039, 0.00038, 0.00046, 0.00042, 0.00040, 0.00039, 0.00039, 0.00039, 0.00040,
0.00040, 0.00041, 0.00042, 0.00043, 0.00044, 0.00046, 0.00047, 0.00049, 0.00050,
0.00052, 0.00054, 0.00057, 0.00059, 0.00062, 0.00065, 0.00068, 0.00072, 0.00076,
0.00081, 0.00086, 0.00092, 0.00098, 0.00105, 0.00112, 0.00120, 0.00130, 0.00140,
0.00151, 0.00163, 0.00179, 0.00200, 0.00226, 0.00257, 0.00292, 0.00332, 0.00375,
0.00423, 0.00474, 0.00529, 0.00587, 0.00648, 0.00713, 0.00781, 0.00852, 0.00926,
0.01004, 0.01089, 0.01192, 0.01312, 0.01444, 0.01586, 0.01741, 0.01918, 0.02126,
0.02364, 0.02632, 0.02919, 0.03243, 0.03611, 0.04001, 0.04383, 0.04749, 0.05122,
0.05529, 0.06007, 0.06592, 0.07260, 0.07969, 0.08743, 0.09544, 0.10369, 0.11230,
0.12112, 0.13010, 0.13931, 0.14871, 0.15849, 0.16871, 0.17945, 0.19092, 0.20126,
0.21299, 0.22653, 0.24116, 0.25620, 0.27248, 0.29016, 0.30912 };
    double[] qCS080 = new double[100] { 0.00418, 0.00107, 0.00099,
0.00098, 0.00095, 0.00090, 0.00086, 0.00080, 0.00076, 0.00074, 0.00073, 0.00077,
0.00085, 0.00099, 0.00115, 0.00133, 0.00151, 0.00167, 0.00178, 0.00186, 0.00190,
0.00191, 0.00189, 0.00186, 0.00182, 0.00177, 0.00173, 0.00171, 0.00170, 0.00171,
0.00173, 0.00178, 0.00183, 0.00191, 0.00200, 0.00211, 0.00224, 0.00240, 0.00258,
0.00279, 0.00302, 0.00329, 0.00356, 0.00387, 0.00419, 0.00455, 0.00492, 0.00532,
0.00574, 0.00621, 0.00671, 0.00730, 0.00796, 0.00871, 0.00956, 0.01047, 0.01146,
0.01249, 0.01359, 0.01477, 0.01608, 0.01754, 0.01919, 0.02106, 0.02314, 0.02542,
0.02785, 0.03044, 0.03319, 0.03617, 0.03951, 0.04330, 0.04765, 0.05264, 0.05819,
0.06419, 0.07053, 0.07712, 0.08390, 0.09105, 0.09884, 0.10748, 0.11725, 0.12826,
0.14025, 0.15295, 0.16609, 0.17955, 0.19327, 0.20729, 0.22177, 0.23698, 0.25345,
0.27211, 0.29590, 0.32996, 0.38455, 0.48020, 0.65798, 1.00000 };
    double[] qCET58 = new double[100] { 0.00783, 0.00251, 0.00227,
0.00221, 0.00215, 0.00210, 0.00205, 0.00201, 0.00198, 0.00196, 0.00196, 0.00198,
0.00201, 0.00207, 0.00214, 0.00221, 0.00229, 0.00237, 0.00244, 0.00249, 0.00254,
0.00258, 0.00261, 0.00264, 0.00266, 0.00268, 0.00271, 0.00274, 0.00278, 0.00283,
0.00288, 0.00294, 0.00300, 0.00307, 0.00315, 0.00326, 0.00343, 0.00364, 0.00391,
0.00423, 0.00459, 0.00499, 0.00542, 0.00589, 0.00640, 0.00696, 0.00758, 0.00827,
0.00904, 0.00988, 0.01082, 0.01182, 0.01295, 0.01416, 0.01547, 0.01690, 0.01847,
0.02020, 0.02210, 0.02417, 0.02644, 0.02891, 0.03160, 0.03454, 0.03775, 0.04128,
0.04516, 0.04945, 0.05418, 0.05929, 0.06473, 0.07040, 0.07625, 0.08224, 0.08856,
0.09538, 0.10293, 0.11141, 0.12098, 0.13155, 0.14297, 0.15516, 0.16792, 0.18119,
0.19501, 0.20948, 0.22467, 0.24067, 0.25773, 0.27620, 0.29658, 0.31950, 0.34571,
0.37609, 0.41166, 0.45661, 0.52073, 0.63495, 0.86860, 1.00000 };
    int x, j;
    double interes = (double.Parse(ctinteres.Text) / 100);

    double v, aux1, aux2;

    d = new double[100];
```



```
l = new double[100];
C = new double[100];
D = new double[100];
M = new double[100];
N = new double[100];
R = new double[100];
S = new double[100];

l[0] = 10000000;

if (cbtabla.SelectedItem.Equals("CSO 58"))
{
    d[0] = qCSO58[0] * l[0];
    v = 1 / (1 + interes);
    C[0] = d[0] * Math.Pow(v, (0 + 1));
    D[0] = l[0] * Math.Pow(v, 0);

    for (x = 1; x < 100; x++)
    {
        l[x] = l[x - 1] - d[x - 1];
        d[x] = qCSO58[x] * l[x];
        v = 1 / (1 + interes);
        C[x] = d[x] * Math.Pow(v, (x + 1));
        D[x] = l[x] * Math.Pow(v, x);
    }

    for (x = 0; x < 100; x++)
    {
        aux1 = 0;
        aux2 = 0;
        aux1 = C[x];
        aux2 = D[x];
        for (j = x + 1; j < 100; j++)
        {
            aux1 += C[j];
            aux2 += D[j];
        }

        M[x] = aux1;
        N[x] = aux2;
    }

    for (x = 0; x < 100; x++)
    {
        aux1 = 0;
        aux2 = 0;
        aux1 = M[x];
        aux2 = N[x];
        for (j = x + 1; j < 100; j++)
        {
            aux1 += M[j];
            aux2 += N[j];
        }

        R[x] = aux1;
    }
}
```



```
        S[x] = aux2;
    }
}

edad = int.Parse(ctedad.Text);

if (cbplan.SelectedItem.Equals("Inmediata Ilimitada Anticipada"))
{
    vaa = double.Parse(ctrenta.Text) * (N[edad] / D[edad]);
    ctvaa.Text = vaa.ToString("##,###.##");
}
}
}
```

3. Validación de caja de texto para que solo acepte números.

```
private void ctedad_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if (!(char.IsNumber(e.KeyChar)) && (e.KeyChar != (char)Keys.Back))
    {
        MessageBox.Show("¡Solo se permiten números enteros!", "Advertencia",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation);
        e.Handled = true;
        return;
    }
}
```

4. Limpiar cajas de texto y combobox para realizar una nueva operación.

```
private void btnuevo_Click(object sender, EventArgs e)
{
    cbplan.Text = "";
    cbtabla.Text = "";
    ctagen.Clear();
    ctcrecimiento.Clear();
    ctcsupervivencia.Clear();
    ctdiferimiento.Clear();
    ctedad.Clear();
    ctgadmon.Clear();
    ctgcob.Clear();
    ctinteres.Clear();
    ctpagos.Clear();
    ctplazo.Clear();
    ctptarifa.Clear();
    ctrenta.Clear();
    cttiempofraccionado.Clear();
    ctvaa.Clear();
}
```

5. Validación de cajas de texto, envío de información del formulario 2 al formulario 3, inhabilitación de cajas de texto y mostrar el formulario 3.

```
private void btreserva_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (string.IsNullOrEmpty(ctvaa.Text))
```



```
{
    MessageBox.Show("¡Antes debe calcular la PNN!", "Aviso",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
}
else
{
    if (cbplan.SelectedItem.Equals("Vida Entera Ordinario"))
    {
        f3.M = M;
        f3.D = D;
        f3.N = N;
        f3.cbplanr.Text = cbplan.Text;
        f3.ctedadr.Text = ctedad.Text;
        f3.ctinteresr.Text = ctinteres.Text;
        f3.ctrentar.Text = ctrenta.Text;
        f3.cbtablar.Text = cbtabla.Text;
        f3.ctpnn.Text = ctvaa.Text;
        f3.vaa = vaa;
        f3.renta = double.Parse(ctrenta.Text);
        f3.edad = edad;
        f3.interes = (double.Parse(ctinteres.Text) / 100) + 1;
        f3.aatpc = (double.Parse(ctrenta.Text) * (C[edad] / D[edad]));
        f3.batpc = ((vaa * N[edad]) - double.Parse(ctrenta.Text) *
            C[edad]) / N[edad + 1];
        f3.bcom = (vaa + (((double.Parse(ctrenta.Text) * (M[edad + 1] /
            (N[edad + 1] - N[edad + 20])))) - (double.Parse(ctrenta.Text) *
            (C[edad] / D[edad])))) / (N[edad] / D[edad]));
        f3.acom = (vaa + (((double.Parse(ctrenta.Text) * (M[edad + 1] /
            (N[edad + 1] - N[edad + 20])))) - (double.Parse(ctrenta.Text) *
            (C[edad] / D[edad])))) / (N[edad] / D[edad])) -
            (double.Parse(ctrenta.Text) * (M[edad + 1] / (N[edad + 1] -
            N[edad + 20]))) + (double.Parse(ctrenta.Text) * (C[edad] /
            D[edad]));
        f3.pxcom = double.Parse(ctrenta.Text) * (M[edad + 1] / (N[edad +
            1] - N[edad + 20]));
        f3.ctcsupr.Enabled = false;
        f3.cbplanr.Enabled = false;
        f3.ShowDialog();
    }
}
```

6. Cálculo de las reservas matemáticas del seguro de vida individual seleccionado y sus valores garantizados.

```
private void btcalcularaptc_Click(object sender, EventArgs e)
{
    btcalcularr.Enabled = false;
    btcalcularcom.Enabled = false;
    ctpnncom.Enabled = false;
    etalfa.Text = "α (ATPC)";
    etbeta.Text = "β (ATPC)";
    ctalfa.Text = aatpc.ToString("##,###.##");
    ctbeta.Text = batpc.ToString("##,###.##");
}
```



```
if (cbplanr.SelectedItem.Equals("Vida Entera Ordinario"))
{
    for (i = 1; i <= 100 - edad; i++)
    {
        if (i == 100 - edad)
        {
            r3 = ((renta * (M[edad + i - 1] / D[edad + i - 1])) - (batpc *
(N[edad + i - 1] / D[edad + i - 1])) + batpc) * interes;
            r4 = ((aatpc * (D[edad] / D[edad + i - 1]) + batpc * ((N[edad
+ 1] - N[edad + i - 1]) / D[edad + i - 1]) - renta * ((M[edad] - M[edad + i - 1]) /
D[edad + i - 1])) + batpc) * interes;
            auxr3 = Math.Round(r3, 2);
            auxr4 = Math.Round(r4, 2);
        }

        else
        {
            r3 = (renta * (M[edad + i] / D[edad + i])) - (batpc * (N[edad
+ i] / D[edad + i]));
            r4 = (aatpc * (D[edad] / D[edad + i]) + batpc * ((N[edad + 1]
- N[edad + i]) / D[edad + i]) - renta * ((M[edad] - M[edad + i]) / D[edad + i]));
            auxr3 = Math.Round(r3, 2);
            auxr4 = Math.Round(r4, 2);
        }

        if (i == 1)
        {
            rm = ((0.5 * r3) + (0.5 * aatpc));
            auxrm = Math.Round(rm, 2);
        }

        if (i > 1 && i <= (100 - edad - 1))
        {
            rm = (0.5 * (((renta * (M[edad + i - 1] / D[edad + i - 1])) -
(batpc * (N[edad + i - 1] / D[edad + i - 1]))) + r3)) + (0.5 * batpc);
            auxrm = Math.Round(rm, 2);
        }

        if (i == 100 - edad)
        {
            rm = (0.5 * (((renta * (M[edad + i - 1] / D[edad + i - 1])) -
(batpc * (N[edad + i - 1] / D[edad + i - 1]))) + r3)) + (0.5 * batpc);
            auxrm = Math.Round(rm, 2); ;
        }

        if (i <= 3)
        {
            vr = 0;
            ss = 0;
            auxvr = Math.Round(vr, 2);
            auxss = Math.Round(ss, 2);
        }
    }
}
```



```
if (i == 4)
{
    vr = 0.3 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 4] / D[edad + 4]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 5)
{
    vr = 0.5 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 5] / D[edad + 5]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 6)
{
    vr = 0.6 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 6] / D[edad + 6]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 7)
{
    vr = 0.7 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 7] / D[edad + 7]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 8)
{
    vr = 0.8 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 8] / D[edad + 8]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 9)
{
    vr = 0.9 * r3;
    ss = vr / (M[edad + 9] / D[edad + 9]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i >= 10 && i <= 100 - edad - 1)
{
    vr = r3;
    ss = vr / (M[edad + i] / D[edad + i]);
    auxvr = Math.Round(vr, 2);
    auxss = Math.Round(ss, 2);
}

if (i == 100 - edad)
```



```
        {  
            vr = r3;  
            ss = vr;  
            auxvr = Math.Round(vr, 2);  
            auxss = Math.Round(ss, 2);  
        }  
  
        string[] row = new string[] { i.ToString(), (edad + i).ToString(),  
Convert.ToString(auxr3), Convert.ToString(auxr4), Convert.ToString(auxrm),  
Convert.ToString(auxvr), Convert.ToString(auxss) };  
        tablareserva.Rows.Add(row);  
  
    }  
}
```