

Informe Metodología

Grupo 3

Maria Carolina Navarro Monge C05513
Jimena Marchena Mendoza B74425

Tábata Picado Carmona C05961
Valentin Chavarría Ubeda B82098

Índice

| | |
|------------------------------------|----------|
| Metodología | 2 |
| Base de datos | 5 |
| Supuestos Actuariales | 5 |
| Parámetros financieros | 5 |
| Densidad de cotización | 6 |
| Postergación | 7 |
| Escala Salarial | 7 |
| Porcentaje de cotización | 8 |
| Bibliografía | 9 |

Metodología

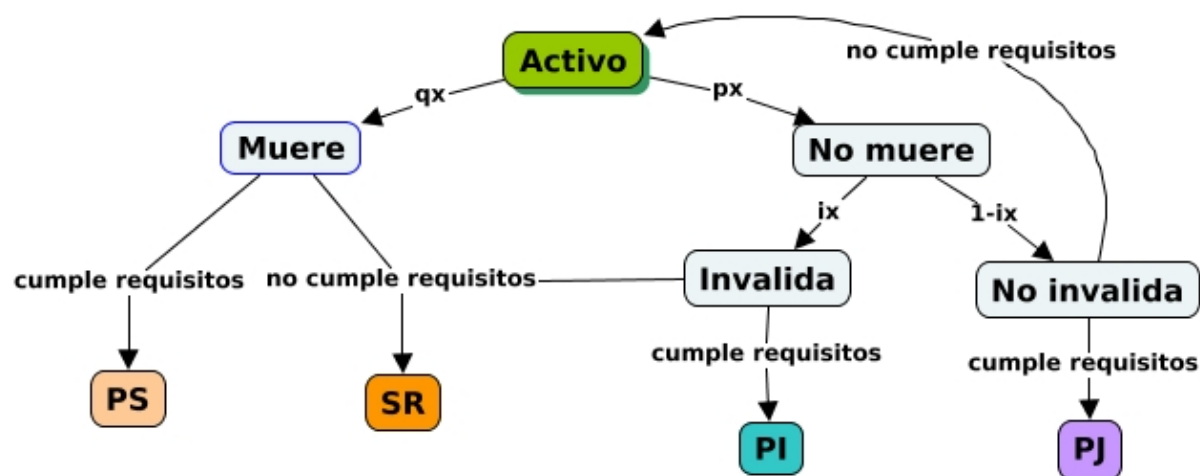
Con el objetivo de estudiar la solvencia del Régimen de Capitalización Colectiva del Fondo C, la metodología empleada en la presente valuación actuarial es una basada en proyecciones a largo plazo. Se realizan proyecciones demográficas y financieras anuales en un lapso de 100 años de acuerdo con lo establecido por el Reglamento Actuarial de la Superintendencia de Pensiones (SUPEN), considerando ciertos supuestos demográficos y económicos concernientes a los afiliados del régimen.

Con respecto a las proyecciones demográficas, se proyecta la población futura de activos y pensionados con modelos estocásticos mediante cadenas de Markov y simulación Montecarlo. La primera es, de acuerdo con del Valle (s.f.), un conjunto de eventos donde la probabilidad de que ocurra un evento depende únicamente del evento inmediato anterior, lo cual, permite conocer la probabilidad de que un individuo del régimen se encuentre en cierto estado en un momento dado. La simulación con Montecarlo, de acuerdo con Jiménez y Castro (2018), se trata de un instrumento estadístico que permite modelar los resultados según el comportamiento de los datos a lo largo de la historia de estos y la probabilidad de que ocurran.

A partir de la población inicial de activos, inactivos y pensionados se simula el comportamiento a través del tiempo de cada uno de estos para obtener las proyecciones requeridas bajo el supuesto de que son grupos cerrados, es decir, no entran nuevos afiliados. De tal manera, se considera una cadena para cada grupo.

Para los activos, se plantean 4 estados de decremento, es decir, salidas de este grupo: Pensionado por Jubilación (PJ), Pensionado por Invalidez (PI), Pensionado por Sucesión (PJ) y Salida del Régimen (SR). La transición a cada uno de esos estados se realiza considerando las probabilidades de muerte e invalidez, así como los requisitos necesarios para obtener una pensión establecidos en el Marco Legal. En la figura 1 se presenta el diagrama de esta cadena.

Figura 1: Cadena de Markov Activos



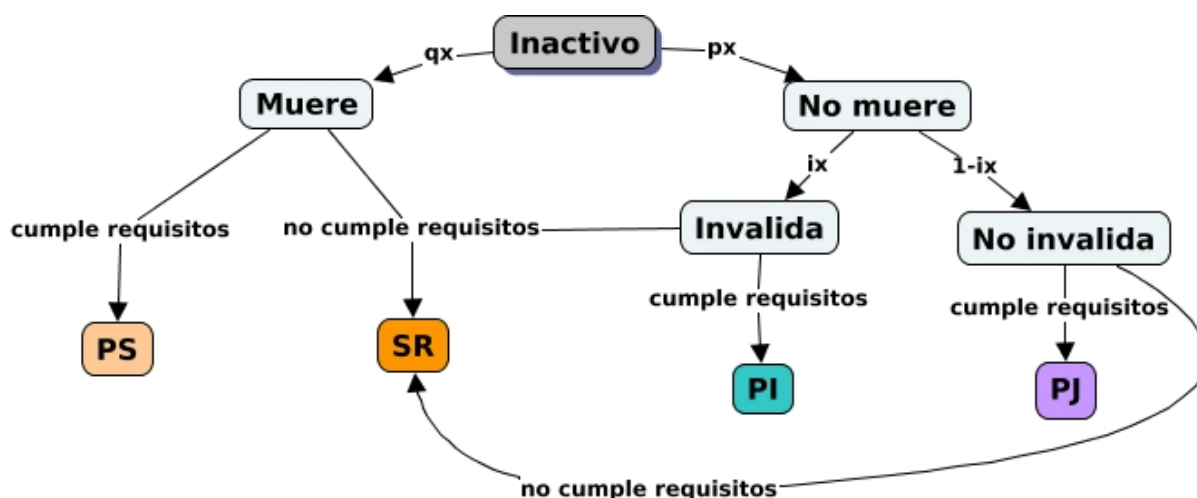
Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama, en cada proceso estocástico primero se considera la probabilidad de muerte que se evalúa contra la de sobrevivencia. Si la persona en estado activo no muere, entonces se evalúa la probabilidad de invalidez contra la de no invalidez, en caso de invalidez y si se cumple con los requisitos, pasa al estado PI en caso contrario sale del fondo (SR). Si no está invalido, se verifica si cumple con los requisitos para pensionarse por jubilación (PJ). De no ser así, se le agrega un año más a la edad y se vuelve a realizar el proceso, el cual, continua hasta que salga por algunos de los estados. Si el activo muere y cumple con los requisitos para otorgar la pensión por sucesión a los beneficiarios, entonces se pasa al estado PS de lo contrario sale del régimen (SR).

En cuanto a los inactivos, se tiene un cadena de Markov similar a la de los activos a diferencia de que si

no se invalida y no cumple con los requisitos para pensionarse por jubilación entonces sale del fondo, es decir, pasa al estado SR. La cadena se presenta en la figura 2 .

Figura 2: Cadena de Markov Inactivos

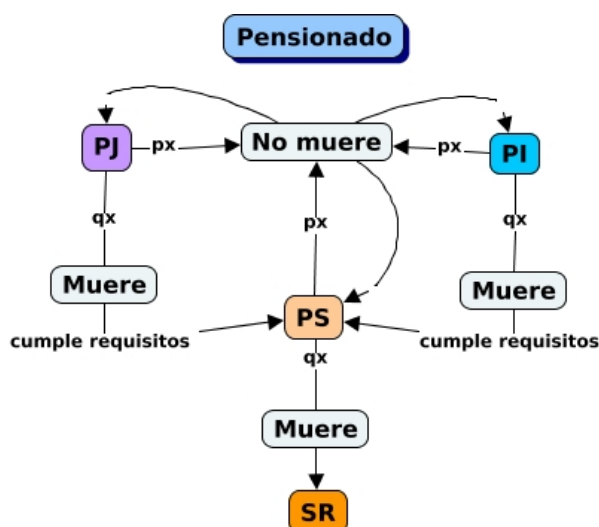


Fuente: Elaboración propia

Cuando los activos, inactivos o sus beneficiarios pasan a ser pensionados, se realiza otro proceso estocástico que se explica a continuación.

Si es pensionado, de acuerdo con el diagrama en la figura 3, se considera 1 estado de decremento: SR. En cada proceso estocástico se evalúa la probabilidad de muerte contra la de sobrevivencia. Si muere y tiene pensión por sucesión se sale del fondo (SR). Si muere y tiene pensión por vejez o invalidez entonces pasa al estado PS y se repite este proceso para los beneficiarios hasta que salgan por muerte. Si no muere, se suma un año más a la edad y continua el proceso hasta que salga por muerte.

Figura 3: Cadena de Markov Pensionados



Fuente: Elaboración propia

Para realizar las proyecciones financieras de los ingresos y egresos, se parte de los resultados que se obtienen de cada proceso estocástico de las proyecciones demográficas. Es decir, cuando el activo se mantenga en este estado se calcula el monto de la cotización que efectúa. En caso de pasar a un

estado de pensionado, se calcula el monto de la pensión y se proyecta hasta que salga del fondo. Así, se calculan los beneficios a pagar e ingresos por cotizaciones que tiene el régimen. Posteriormente, estos montos se traen a valor presente actuarial a la fecha de corte.

Con el objetivo de medir la solvencia del régimen, existen varias métricas aprobadas por la SUPEN que requieren del uso de fórmulas actuariales detalladas en esta sección.

El fondo está basado mediante una prima media nivelada, la cual, consiste en una porción uniforme del salario de los trabajadores independientemente del estrato social en que se encuentren. Es decir, las cotizaciones recaudadas por el fondo al momento Z están dadas por:

$$C_z = \pi_l \cdot S_z$$

Donde π_l es la prima legal y S_z los salarios al momento Z .

Se pretende utilizar la prima media teórica, el Valor Presente Actuarial de los Beneficios Futuros (VPABF); incluyendo los pensionados en curso de pago y pensionados futuros provenientes de la actual generación de trabajadores, y el Valor Presente Actuarial de los Salarios de la generación actual (VPAS), los cuales, se relacionan mediante la siguiente formula:

$$\pi_t = \frac{VPABF - R}{VPAS}$$

Para calcular los valores presentes actuariales de estos montos de un individuo de edad (x) al momento del análisis, se utilizará la formula presentada por Bowers y et al. (1997), que se muestra a continuación:

$$VPAM_{(x)} = \sum_{k=0}^{\infty} {}_kM_{(x)} \cdot v^{k+1/2} \cdot {}_kp_{(x)}^{\tau}$$

En este análisis, los beneficios (vejez, invalidez, muerte, etc.) o ingresos (masa salarial, cotizaciones, cobro del SEM, etc.) están representados por ${}_kM_{(x)}$. Para llevar todo a valor presente actuarial se utiliza tanto el factor de descuento v , que es calculado mediante la tasa de interés efectiva anual i con la fórmula $v = \frac{1}{1+i}$, como con el término probabilista ${}_kp_{(x)}^{\tau}$, que indica la probabilidad de ocurrencia de dicho monto por la persona de edad (x) . Con esto, se puede calcular el monto general del fondo mediante:

$$VPAM = \sum_{x=1}^{\infty} VPA_{(x)} l_{(x)}$$

Donde $l_{(x)}$ son la cantidad de personas de edad (x) pertenecientes al fondo.

Una vez definida π_t (prima teórica), es posible realizar un análisis sobre esta comparándola con π_l (prima legal), esto permite observar si el fondo es capaz de recaudar lo suficiente para continuar con sus obligaciones.

Otro método para analizar la solvencia del fondo es conocido como la Razón de Solvencia (RA). Este método consiste en comparar el Activo Actuarial con el Pasivo Actuarial. Realizando la siguiente división:

$$RS = \frac{\text{Activo Actuarial}}{\text{Pasivo Actuarial}}$$

El Pasivo Actuarial representa la suma total de todas las obligaciones presentes y futuras del fondo, por otro lado, el Activo Actuarial incluye las cotizaciones, reservas y cualquier otro ingreso que el fondo pueda recibir, todos valorados en su respectivo valor presente actuarial. Estos cálculos toman en cuenta tanto a la generación en curso de pago como a la generación actual.

Para este estudio la SUPEN (2016) dicta, en el Reglamento Actuarial Artículo 12, tres formas de realizar el análisis de solvencia.

- La provisión de pensiones en curso de pago del régimen no está constituida al 100

- El régimen no alcanza el mínimo de solvencia tolerable declarado en su política de solvencia.
- El régimen no alcanza el objetivo de solvencia declarado en su política de solvencia durante cinco años consecutivos.

Base de datos

La información fue suministrada mediante archivos con formato xls, según se detalla a continuación:

- **Base de datos de los pensionados:** Pensionados al 31 de diciembre del 2023. Incluye ID del pensionado, fecha de nacimiento, sexo, tipo de pensión, parentesco para pensión por sucesión, fecha de vigencia de la pensión y monto de la pensión mensual actual.
- **Base de datos de los activos:** Activos al 31 de diciembre del 2023. Incluye ID del activo, fecha de nacimiento, sexo, monto y fecha de cotización desde el 1 de enero de 1994.
- **Base de datos de información financiera:** Situación financiera del régimen al 31 de diciembre del 2023. Incluye periodo (mensual desde diciembre 2013), montos del activo, plusvalía o minusvalía, monto de ingresos por cotizaciones netas y monto de salidas por pago de pensiones.
- **Estado financiero:** Anual, 2023. Provee una visión de la situación financiera actual y del monto de las reservas.

En general, las bases de datos utilizadas son de buena calidad y proporcionan la información necesaria para la valuación actuarial. Los datos están completos y organizados, permitiendo análisis confiables.

Supuestos Actuariales

En esta sección se detallan los supuestos utilizados en la valuación actuarial.

Parámetros financieros

Tasa de inflación

Se asume una inflación del 4%, ya que, se tiene un promedio de inflación interanual del 4.44%, además, como menciona el BCCR (2024) en el Informe de política monetaria, se establece como límite superior del rango de tolerancia de inflación el 4%.

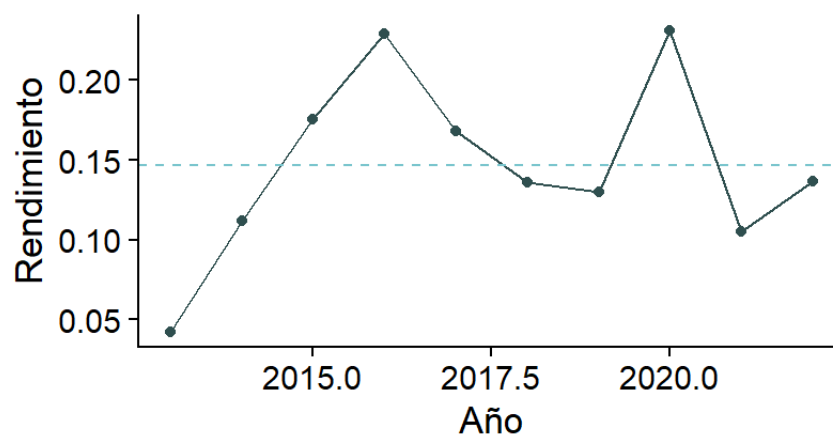
Factor de revalorización de pensión

Los montos de pensión se actualizan 1 vez al año, específicamente en el mes de enero, con un factor de revalorización de pensiones igual al porcentaje de inflación del periodo (4%). Esto debido al ajuste por el costo de vida.

Tasa de rendimiento

Se asume una tasa de rendimiento constante de 14.66%, debido a que, se obtuvieron los rendimientos anuales del fondo históricos como se muestra en la figura 4 y a partir de estos se obtuvo el promedio. Se toma como un buen parámetro el que sea constante debido a que las fluctuaciones del rendimiento oscilan entre este valor de un año a otro.

Figura 4: Rendimientos anuales del Fondo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Fondo C.

Gastos administrativos

Por la información brindada, se asume que el fondo no posee gastos administrativos.

Densidad de cotización

Se asume que las personas pertenecientes al régimen siguen el cuadro 1 de cotizaciones según la edad.

Cuadro 1: Cantidad de cotizaciones por edad

| Edad | Cotizaciones | Edad | Cotizaciones |
|------|--------------|------|--------------|
| 19 | 3 | 49 | 10 |
| 20 | 5 | 50 | 10 |
| 21 | 6 | 51 | 10 |
| 22 | 7 | 52 | 10 |
| 23 | 7 | 53 | 10 |
| 24 | 8 | 54 | 10 |
| 25 | 8 | 55 | 10 |
| 26 | 9 | 56 | 10 |
| 27 | 9 | 57 | 10 |
| 28 | 9 | 58 | 10 |
| 29 | 10 | 59 | 10 |
| 30 | 10 | 60 | 10 |
| 31 | 10 | 61 | 10 |
| 32 | 10 | 62 | 11 |
| 33 | 10 | 63 | 10 |
| 34 | 10 | 64 | 10 |
| 35 | 10 | 65 | 11 |
| 36 | 10 | 66 | 10 |
| 37 | 10 | 67 | 10 |
| 38 | 10 | 68 | 11 |
| 39 | 10 | 69 | 10 |
| 40 | 10 | 70 | 11 |
| 41 | 10 | 71 | 10 |
| 42 | 10 | 72 | 11 |

Continúa en la próxima página

| Edad (x) | Variación (j_x) | Edad (x) | Variación (j_x) |
|----------|---------------------|----------|---------------------|
| 43 | 10 | 73 | 10 |
| 44 | 10 | 74 | 11 |
| 45 | 10 | 75 | 10 |
| 46 | 10 | 76 | 10 |
| 47 | 10 | 77 | 11 |
| 48 | 11 | 78 | 10 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Fondo C.

Postergación

Por la información brindada, se asume que la probabilidad de que un trabajador postergue sin importar la edad es del 10%, es decir, que trabaje un año más después de alcanzada la edad y cuotas para pensionarse por vejez, no aplica para otros retiros.

Escala Salarial

Se asume que las personas aumentan su salario una vez al año por medio de la escala salarial, la cual, está compuesta por el factor inflacionario debido al ajuste al costo de vida y un factor de antigüedad definido por la edad del asegurado. Entonces, el salario de una persona a la edad x va a estar dado por:

$$S_x = S_{x-1}(1 + i)(1 + j_x)$$

donde S_x representa el salario a la edad x , i es el porcentaje de inflación y j_x el porcentaje de variación del salario por antigüedad para la edad x . Este factor de antigüedad viene definido por edad en el cuadro 2 y se puede observar la tendencia del mismo en la figura 5, donde conforme aumenta la edad este decrece, sin embargo, al final tiende a un aumento, esto por la estructura de la población activa del régimen.

Cuadro 2: Factor de antigüedad por edad

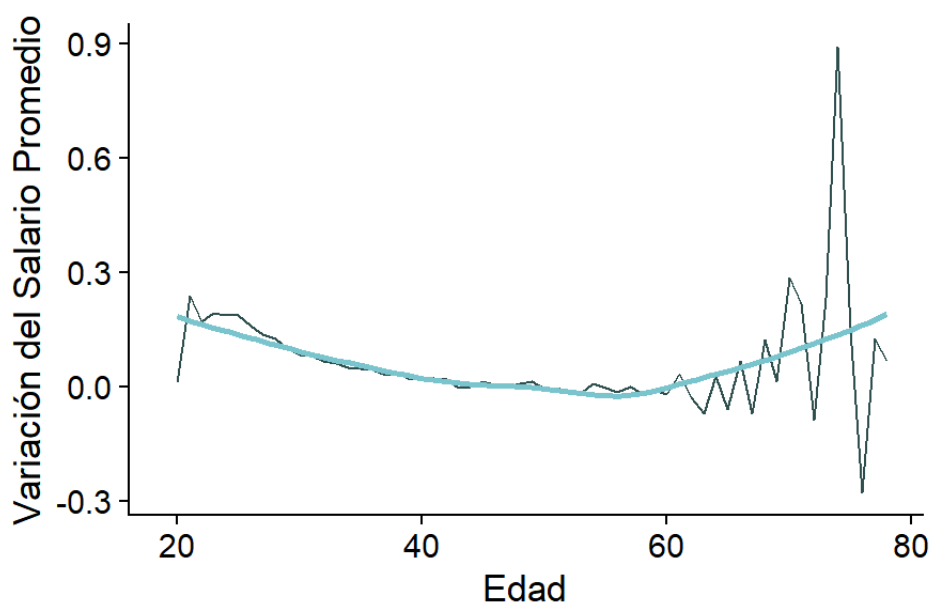
| Edad (x) | Variación (j_x) | Edad (x) | Variación (j_x) |
|----------|---------------------|----------|---------------------|
| 19 | 0 | 49 | 0.0119 |
| 20 | 0.0107 | 50 | -0.0069 |
| 21 | 0.2361 | 51 | -0.0027 |
| 22 | 0.1706 | 52 | -0.0111 |
| 23 | 0.1916 | 53 | -0.0186 |
| 24 | 0.1867 | 54 | 0.0066 |
| 25 | 0.1871 | 55 | -0.0042 |
| 26 | 0.1580 | 56 | -0.0139 |
| 27 | 0.1363 | 57 | -0.0020 |
| 28 | 0.1246 | 58 | -0.0168 |
| 29 | 0.1001 | 59 | -0.0097 |
| 30 | 0.0828 | 60 | -0.0210 |
| 31 | 0.0810 | 61 | 0.0316 |
| 32 | 0.0652 | 62 | -0.0289 |
| 33 | 0.0616 | 63 | -0.0702 |
| 34 | 0.0488 | 64 | 0.0260 |
| 35 | 0.0488 | 65 | -0.0587 |
| 36 | 0.0427 | 66 | 0.0664 |
| 37 | 0.0293 | 67 | -0.0700 |
| 38 | 0.0349 | 68 | 0.1230 |
| 39 | 0.0187 | 69 | 0.01363 |
| 40 | 0.0234 | 70 | 0.2840 |

Continúa en la próxima página

| Edad (x) | Variación (j_x) | Edad (x) | Variación (j_x) |
|----------|---------------------|----------|---------------------|
| 41 | 0.0209 | 71 | 0.2174 |
| 42 | 0.0199 | 72 | -0.0889 |
| 43 | -0.0025 | 73 | 0.2306 |
| 44 | -0.0021 | 74 | 0.8912 |
| 45 | 0.0135 | 75 | 0.1452 |
| 46 | 0.0033 | 76 | -0.2793 |
| 47 | -0.0020 | 77 | 0.1238 |
| 48 | 0.0070 | 78 | 0.0677 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Fondo C.

Figura 5: Variación del salario por edad



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Fondo C.

Porcentaje de cotización

Por la información brindada, se asume que la cotización aportada por los trabajadores, patrono y estado como tal suma 15% del salario de base. En el cuadro 3 se muestra la distribución de la contribución.

Cuadro 3: Distribución de la contribución

| Aporte | | | |
|------------|---------|--------|-------|
| Trabajador | Patrono | Estado | Total |
| 6% | 7% | 2% | 15% |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Fondo C.

Bibliografía

Banco Central de Costa Rica. (2024). Informe de Política Monetaria-Abril de 2024. <https://www.bccr.fi.cr/publicaciones/DocPolticaMonetariaInflacin/Documento-IPM-Abril-2024.pdf>

Bowers, N.L. et. al.(1997). Actuarial Mathematics. Society of Actuaries, 475 N. Martingale Road, Suite 600, Schaumburg, IL 60173-2226.

Del Valle, J.A.(s.f.). Introducción a las cadenas o procesos de Markov. https://www.ingenieria.unam.mx/javica1/ingsistemas2/Simulacion/Cadenas_de_Markov.htm

Jiménez, E. J. S., & Castro, W. A. A. (2018). Aplicación de la simulación Monte Carlo en la proyección del estado de resultados. Un estudio de caso. Revista Espacios, 39 (51), 11.

Superintendencia de Pensiones.(2016).Reglamento Actuarial. La Gaceta.