



Estimación del saldo de una cartera de pensiones a través de técnicas actuariales y aprendizaje automatico

Víctor Manuel Sánchez Aguiñaga
Universidad Autónoma de Nuevo León



Resumen

Una de las aplicaciones que tienen tanto los modelos actuariales y técnicas de aprendizaje automático, es la estimación del dinero a través del tiempo, mediante diversas variables o características de interés.

En este estudio se presentan los resultados de un modelo actuarial que considera fórmulas de valor presente en apoyo con un modelo de regresión que pertenece a la rama de aprendizaje automático, con el fin de estimar el saldo futuro de una cartera de pensiones en función de las características y comportamiento de las cuentas de sus clientes.

El objetivo de este estudio es analizar la eficacia del modelo analizado para estimar saldos a un año, Para la comparativa del modelo se ha utilizado una métrica de desempeño que permite dimensionar su error.



Introducción

Uno de los beneficios que poseen los trabajadores mexicanos es el derecho a pertenecer a una Administradora de Fondos de Ahorro para el Retiro (AFORE) que maneje de forma cuidadosa la cuenta del retiro del mismo trabajador.

El monto de dicha cuenta se ve afectado por diversas variables tanto económicas, demográficas y financieras que provocan un impacto en el saldo total de las cuentas de los trabajadores a través del tiempo. Estos saldos son relevantes para la administración del portafolio, ya que con ellos, es posible definir una estrategia de inversión que busque maximizar los recursos de los trabajadores.

Las variables que afectan al monto total de la cuenta de ahorro de un trabajador y que se consideran parte de este estudio, se enlistan a continuación:

- Género
- Edad
- Salario mensual
- Saldo de subcuentas:
 - Retiro, Cesantía y Vejez
 - Vivienda
 - Aportaciones Voluntarias
 - Aportaciones de Cuota Social

Adicionalmente se considerarán variables económicas y financieras como el rendimiento neto del fondo de inversión y su respectiva comisión.

Metodología

Procesamiento y Clasificación de Datos

Previo a la definición de la metodología se han trabajado métodos de limpieza de base de datos para las variables edad y salario mensual. En el caso de la edad se ha utilizado el método de imputación de la media,

$$\bar{y}^* = \sum_{i=1}^m y_i : y_i \in S$$

Donde S es el conjunto de valores no nulos que cumplen con ciertas características del conjunto de valores faltantes.

Mientras que para el cálculo del salario mensual se ha aplicado una regresión lineal múltiple, técnica de aprendizaje automático, con el objetivo de corregir outliers o puntos atípicos.

Modelo Actuarial de Saldos

Son modelos que calculan los beneficios de jubilación bajo un esquema de pensión establecido, para ello considera estimar las distintas contribuciones del trabajador a través del tiempo sujeto a una tasa de rendimiento. La inclusión de otras variables permite diversificar los resultados de estos modelos.

$$S_p = S_i(1 + r^{(m)})^n(1 - c^{(m)})^n + d(AO + AV + CS) \left[\frac{(1 + r^{(m)})^n(1 - c^{(m)})^n - 1}{(1 + r^{(m)})^n(1 - c^{(m)})^n} \right]$$

Donde

S_p : Saldo pensionario proyectado a determinada edad del trabajador p

S_i : Saldo inicial de la cuenta individual del trabajador

$r^{(m)}$: Rendimiento mensual bruto del portafolio

$c^{(m)}$: Comisión mensual cobrada por la administradora del portafolio

d : Densidad de cotización del trabajador

AO : Monto de la aportación obligatoria mensual

AV : Aportación voluntaria mensual dada por el trabajador

CS : Monto mensual por concepto de cuota social

n : Número de meses objetivo para la estimación

Bajo los siguientes supuestos:

- El Salario base de cotización del trabajador (SBC) se mantiene fijo durante la proyección, del mismo modo, rendimiento y comisión del portafolio de la administradora.
- Se asume una densidad de cotización del 70%
- Aportación voluntaria mensual calculada como:

$$AV = \frac{SAV}{MC}$$

Donde:

SAV : Saldo de aportaciones voluntarias del trabajador

MC : Cantidad de meses cotizados por el afiliado

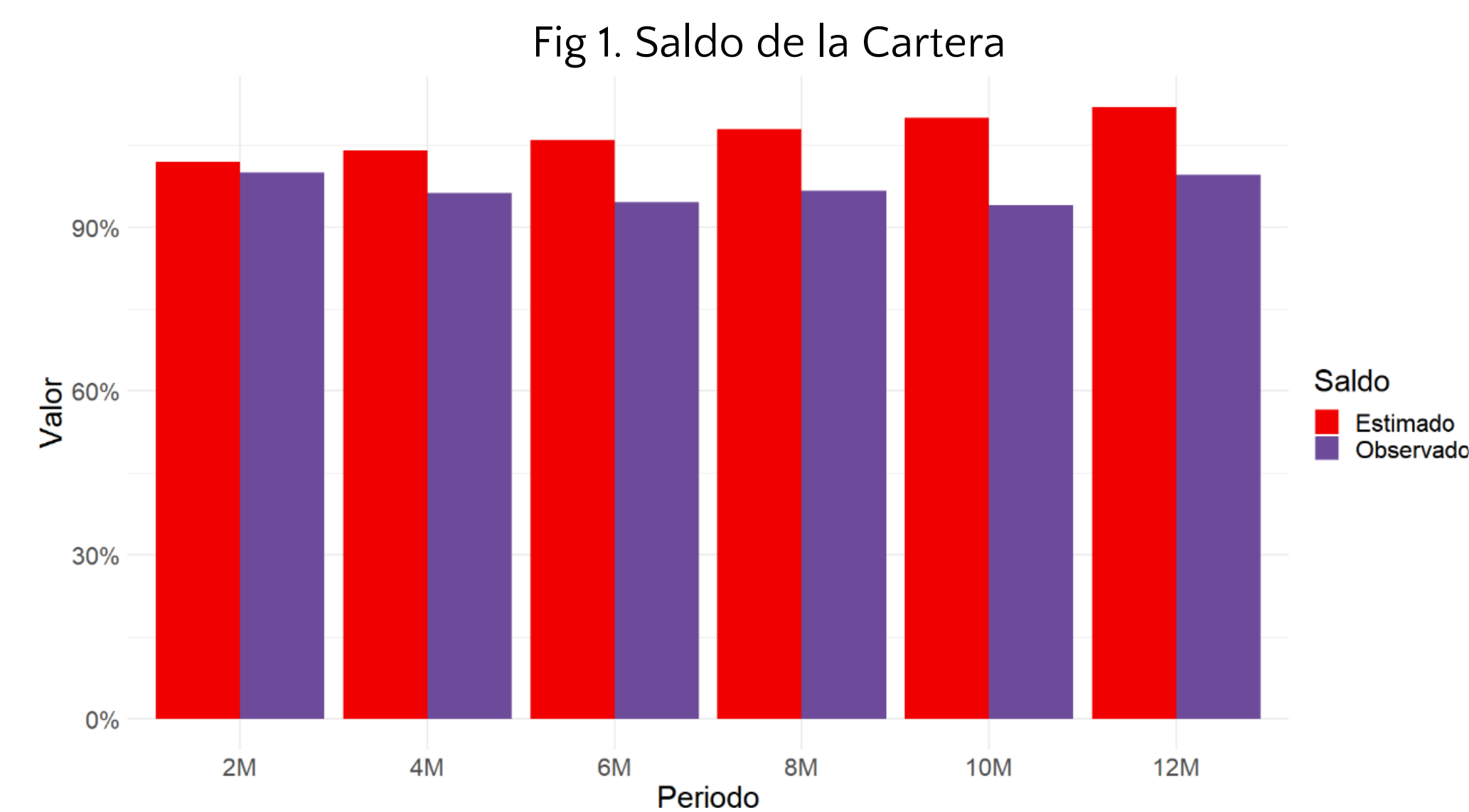
Las ventajas de esta clase de modelos radican en su precisión y consistencia al utilizar enfoques matemáticos y financieros que los ajustan con el cálculo de dinero en el tiempo, la sensibilidad que ofrecen a las contribuciones, mismas que pueden ser utilizadas para diseñar escenarios de jubilación, así como su posible uso en la gestión de riesgos para anticipar problemas futuros de liquidez.

Resultados

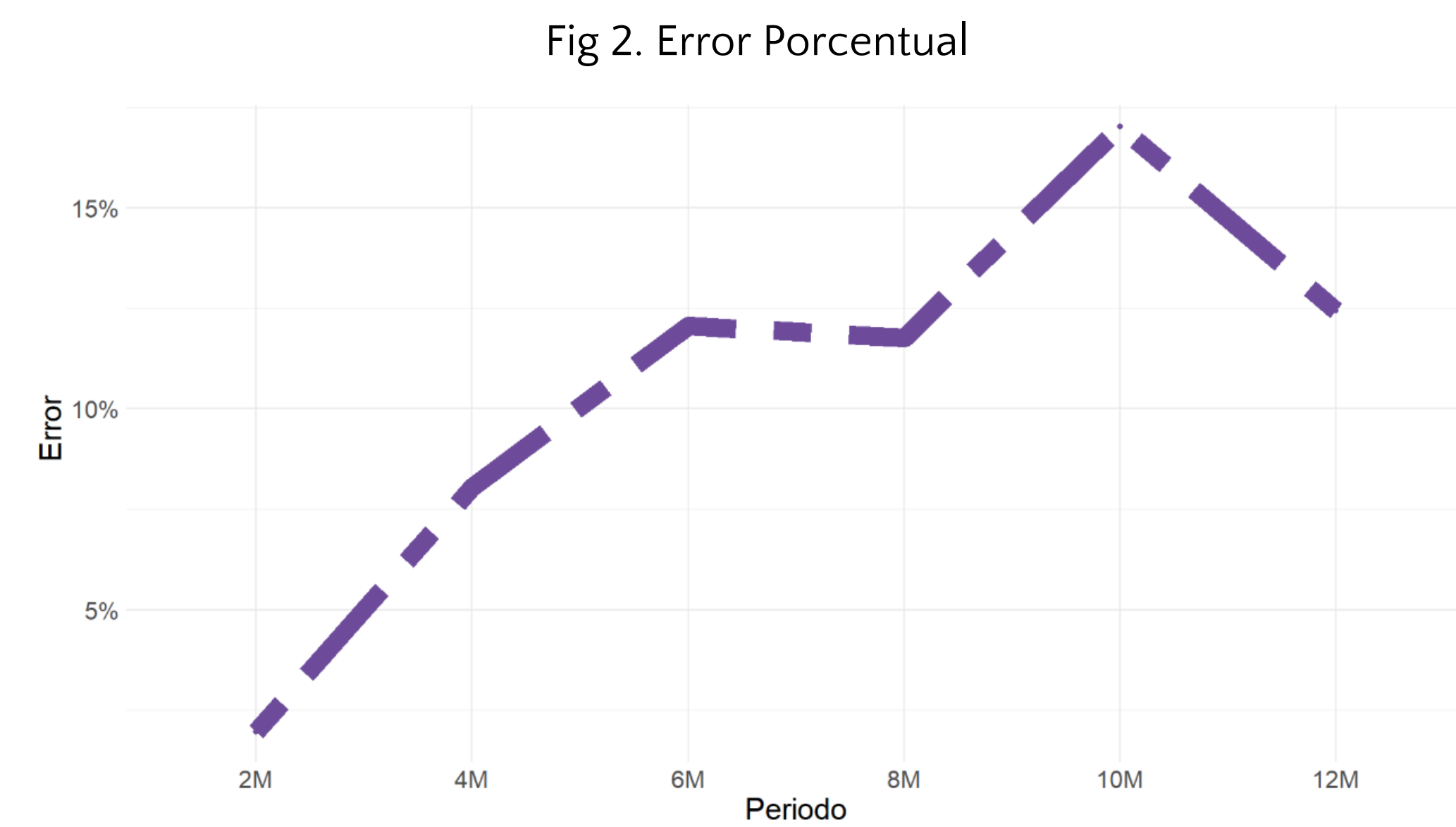
Considerando una cartera de pensiones con más de 250,000 clientes, los cuales estuvieron afiliados al portafolio durante el periodo diciembre 2021 a diciembre 2022. La metodología actuarial fue aplicada para estimaciones de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 meses correspondientes a las fechas:

- Febrero, Abril, Junio, Agosto, Octubre y Diciembre 2022

En la figura 1 se observa el saldo total de la cartera observado y estimado como proporción del saldo observado a cierre de diciembre 2021.



De manera similar, se calculó el error porcentual individual de las estimaciones de los saldos, teniendo como resultado, una desviación con respecto a la observación conforme avanza el tiempo.



Respecto a la figura 2 se destaca una desviación mayor de la estimación conforme no se actualiza la información de los trabajadores, dificultando estimar con precisión periodos con mayor lejanía a los últimos datos observados dada la actividad constante de la dinámica poblacional del portafolio y todos sus respectivos cambios operativos.

Conclusión

A través de los resultados, se observó una tendencia alcista de parte de la metodología actuarial derivado del rendimiento positivo adyacente al portafolio. Sin embargo, el comportamiento observado de la cartera no sigue la misma tendencia que las estimaciones. Dentro de las posibles justificaciones que puedan refutar este movimiento contrario, se encuentra la no inclusión de eventos como retiros parciales, así como el cambio salarial a través del tiempo y densidad de cotización por debajo de lo esperado. Escenarios que no fueron contemplados dentro de la fórmula y supuestos de la metodología.

Bibliografía

Trabajo futuro