



OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN PARA COMPAÑÍAS DE SEGUROS DEL PERÚ, RAMO DE VIDA

*Optimization of investment
portfolio for insurance companies
of Peru, ramo vida*

Josué Ludwing De la Cruz Vilcas¹

ludwig.delacruzvilcas@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5441-7731>

RECIBIDO [18/11/2020]
ACEPTADO [06/01/2021]
PUBLICADO [27/02/2021]



Pág. 19-38

RESUMEN

La volatilidad financiera ha llevado a que las empresas aseguradoras adopten mecanismos que minimicen el riesgo de sus inversiones, a fin de obtener el rendimiento esperado, a pesar de la incertidumbre del mercado. En ese marco, esta investigación tuvo como objetivo analizar el portafolio de inversiones del sector de seguros, ramo de vida, en Perú, a fin de implementar una metodología para la estimación del portafolio óptimo, considerando los alcances normativos. La investigación fue de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo, diseño no experimental y transversal. La población estuvo constituida por todos los documentos relacionados con la composición

del portafolio de inversiones de las empresas de seguros, ramo de vida; mientras que la muestra estuvo constituida por reportes elaborados por la SBS, Apeseg, así como la base de consulta “Boletín estadístico de Seguros”, publicada por la SBS. La técnica de recolección de datos utilizada fue el análisis documental, y los instrumentos de acopio de información fueron las fichas bibliográficas y una guía de análisis de documentos. Se encontró que es oportuno utilizar como concepto de riesgo el VaR, en lugar de desviación estándar, así como aplicar la metodología de *cash flow mapping* (CFM) para compañías con renta fija, por lo cual se concluyó que para la optimización de los portafolios de inversión para compañías de segu-

¹ Magister En Finanzas/ Máster En Gestión Bancaria, ESAN / Pompeu fabra

ros, ramo de vida, del Perú, se debe aplicar la metodología de *cash flow mapping*, utilizando como concepto de riesgo el VaR, a fin de obtener un Ratio Sharpe Modificado que reemplace la desviación estándar por el VaR, para la medición del riesgo financiero.

PALABRAS CLAVE:

Riesgo, Rentabilidad,
Rendimiento, Portafolio de
Inversiones, Optimización.

ABSTRACT

Financial volatility has led insurance companies to adopt mechanisms that minimize the risk of their investments, in order to obtain the expected return despite market uncertainty. Within this framework, this research aimed to analyze the investment portfolio of the life insurance sector in Peru, in order to implement a methodology for estimating the optimal portfolio, considering the regulatory scope. The research was descriptive, quantitative approach, and non-experimental and cross-sectional design. The population was made up of all the documents related to the composition of the investment portfolio of life insurance companies; while

the sample consisted of reports prepared by the SBS, APESEG, as well as the query base "Insurance Statistical Bulletin", published by the SBS. The data collection technique used was documentary analysis, and the information gathering instruments were bibliographic records and a document analysis guide. It was found that it is appropriate to use VaR as a risk concept, instead of standard deviation, as well as to apply the Cash Flow Mapping (CFM) methodology for companies with fixed income. Therefore, it was concluded that for the optimization of the portfolios of for life insurance companies in Peru, the Cash Flow Mapping methodology must be applied, using VaR as a risk concept, in order to obtain a Modified Sharpe Ratio. that replaces the standard deviation by the VaR, for the measurement of financial risk.

KEYWORDS:

RISK, PROFITABILITY, YIELD,
INVESTMENT PORTFOLIO,
OPTIMIZATION.

INTRODUCCIÓN

La globalización ha logrado integrar a diversos países, tanto económica como financieramente, conllevando



a que todos los mercados financieros se consideren como un sistema estrechamente relacionado. Con ello, el desempeño de estos mercados, así como las cotizaciones de cada instrumento (acciones, bonos, derivados, etc.), recae en plazas bursátiles cada vez más cohesionadas e interdependientes unas de otras.

En este marco, prever el desenvolvimiento de cada activo y anticipar el precio de cada uno de ellos, identificando la correlación existente, obliga a los inversores a desarrollar e implementar modelos matemáticos cada vez más sofisticados, a fin de identificar oportunidades de inversión, sin necesidad de incurrir en riesgos innecesarios o que pudieran diluirse. Por ello, se hace indispensable contar con las herramientas y métodos de medición de los rendimientos, riesgos y pérdidas a los que están expuestos el portafolio de inversiones y los activos en general, buscando que aquellos se ajusten rápidamente y reflejen medidas acordes con los cambios constantes en los que está inmerso el mundo financiero. Adicionalmente, en relación con la gestión del riesgo, se debe señalar que dicha preocupación la comparten los agentes regulatorios de cada país, ya que una de sus principales funciones es pre-

servar el interés de los depositantes, asegurados y afiliados a los fondos de pensión.

A partir de lo indicado, es necesario crear una metodología para la optimización del portafolio de inversión de las compañías de seguros, ramo de vida, en Perú, que sirva como herramienta de análisis y para la toma de decisiones por parte del gestor de inversiones al momento de evaluar la asignación de activos. Es preciso señalar que, en el contexto actual, el planteamiento de esta metodología adquiere mayor énfasis, puesto que se ha incrementado el uso de un portafolio de instrumentos clasificados como inversiones disponibles de venta (instrumentos para *trading*), debido al ingreso de primas en el seguro denominado renta particular, lo que conlleva a un cambio en la estrategia de inversión de las compañías de seguros, ramo de vida, en Perú. Cabe señalar que la renta particular resulta atractiva para muchos agentes superavitarios (ahorristas), debido tanto a la rentabilidad que ofrece actualmente en el mercado asegurador, como a la flexibilidad con la que fue creado el producto (permite rescate de la prima).

En este marco, cabe señalar que, desde décadas pasadas, se han

realizado estudios respecto a la composición óptima de inversiones, aplicación de diversas técnicas de optimización, las cuales fueron ejecutadas especialmente en carteras compuestas por acciones (renta variable) o cuya composición se simplifica a solo un instrumento, muchas veces obviando la moneda de origen de la compañía. No obstante, en Perú, para las empresas de seguros ramo de vida, cuya cartera está compuesta, principalmente, por bonos (renta fija), no se cuenta con estudios relacionados a la aplicación de un modelo que optimice el portafolio de inversiones y que incorpore las restricciones propias de este sector. Adicionalmente, es preciso destacar que, actualmente, el organismo regular peruano, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS, 2016), ha establecido que las empresas de seguros locales deben proponer, ante el Comité de Inversiones, un modelo interno de optimización de portafolio. Con base en lo indicado, el objetivo general de esta investigación fue analizar el portafolio de inversiones del sector de seguros, ramo de vida, en Perú, a fin de implementar una metodología para la estimación del portafolio óptimo, considerando los alcances normativos.

INVERSIONES Y RIESGO FINANCIERO EN LAS COMPAÑÍAS DE SEGURO

Los seguros son acuerdos entre una persona natural (contratante) con una compañía de seguros, con la finalidad de hacer la cobertura de un bien ante cualquier daño, obteniendo una indemnización económica, total o parcial, a cambio del pago (periódico o único) a la aseguradora, que realiza el contratante, es decir, presta el servicio de transformación de riesgos (Mejía, 2011). Por su parte, Morón (2017) señala que la existencia de los seguros se debe al riesgo relevante, lo que evidencia la preferencia de la población para evadir el riesgo. Debido a que las aseguradoras deben indemnizar a sus clientes, estas destinan el dinero obtenido hacia inversiones que permitan aumentar su capital, a fin de poder pagar la indemnización en efectivo, además de obtener rentabilidad (Macias et al., 2018). Este capital aumenta a partir de las inversiones que realizan las aseguradoras; sin embargo, la volatilidad de los mercados financieros aumenta la incertidumbre de los gestores de inversión de las aseguradoras, quienes deben reducir el nivel de riesgo y



obtener el rendimiento esperado del capital (Chambi, 2019; Medina e Iturrioz, 2018). Consecuentemente, las empresas aseguradoras se han orientado hacia la utilización de instrumentos y mecanismos que permitan identificar y minimizar los riesgos asociados al cambio constante del mercado, como los portafolios de inversión, los cuales deben ser estructurados y evaluados de forma continua a fin de conseguir un menor porcentaje de pérdidas y aumentar la rentabilidad del capital (Quintero et al., 2017; Bericiarto et al., 2017).

OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

Los portafolios de inversión son instrumentos utilizados para administrar los recursos de uno o más sujetos económicos respecto a la realización de determinadas inversiones (Borge y Cervantes, 2012). Por su parte, de acuerdo con Gallardo, citado por Morán (2017), el portafolio o cartera de inversión es una selección de documentos que se cotizan en el marco bursátil y en los que una persona o empresa deciden colocar o invertir su dinero. Consecuentemente, los portafolios se han convertido en instrumentos

de gestión financiera, específicamente enfocados en la reducción de riesgos, puesto que impiden realizar inversiones que conlleven pérdidas económicas (De Greiff, 2018; Arriaga et al., 2019). Cabe precisar que, usualmente, se evalúa el desempeño financiero de un portafolio de inversión a partir de la rentabilidad obtenida por este; sin embargo, este método de control resulta incompleto e ineficiente, puesto que no incluye la evaluación de riesgos (Banda y Gómez, 2009; Delgado y Durango, 2018).

Con base en su importancia en la gestión de riesgos, los gestores se han orientado a optimizar sus portafolios, a fin de reducir los niveles de incertidumbre y mejorar su rendimiento (Durango y Delgado, 2017). Al respecto, Blanco et al. (2017) señalan que la optimización de las carteras de inversión permite asignar adecuadamente los recursos, lo que aumenta la eficiencia del capital y garantiza la rentabilidad deseada. En este sentido, es indispensable utilizar técnicas de optimización de los portafolios de inversión, a fin de encontrar la ruta de inversión adecuada y apoyar la toma de decisiones para obtener un rendimiento exitoso (Fernández et al., 2019).

METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo y método deductivo, puesto que tuvo como propósito analizar la composición del portafolio de inversiones de las empresas de seguros, ramo de vida, en Perú y, con base en ello, implementar una metodología para la estimación del portafolio óptimo mediante la maximización de la ratio de Sharpe; el diseño fue no experimental y transversal.

La población estuvo constituida por todos los documentos relacionados con la composición del portafolio de inversiones de las empresas de seguros, ramo de vida. Mientras que, la muestra estuvo constituida por los reportes elaborados por entes especializados del sector: SBS, Asociación Peruana de Empresas de Seguros (Apeseg); la base de consulta denominada *Boletín estadístico de seguros*, publicada periódicamente por la SBS; datos de cotización y rendimiento de diversos instrumentos representativos de deudas emitidos en el mercado local, de la base de datos disponible en el portal web de la SBS, así como los instrumentos representativos de capital emitidos en el mercado local de bases de datos disponibles en el portal de

la Superintendencia de Mercado de Valores (SMV); mientras que, para aquellos instrumentos emitidos en el exterior, se tuvo como fuente de datos la plataforma Bloomberg (Bloomberg Profesional ®).

La técnica de recolección de datos fue el análisis documental, y los instrumentos de acopio de información fueron las fichas bibliográficas, así como una guía de análisis de documentos. Por otro lado, para el procesamiento de datos de la información teórica conceptual relacionada con los seguros de ramo vida y las inversiones de las empresas de seguros, se utilizó gráficos con enfoque estadístico descriptivo, que permitieran comprender mejor los resultados de la investigación. En cuanto al procesamiento de las teorías de portafolio modernas y posmodernas, se tomó como técnica de análisis la triangulación de teorías y de métodos. Finalmente, para la implementación de una metodología de optimización de portafolio para empresas de seguros de ramo de vida, se utilizaron hojas de cálculo Excel que permitieran realizar programaciones en el lenguaje informático Visual Basic para Aplicaciones (VBA), a fin de ejecutar determinados cálculos/estimaciones, necesarios para lograr el objeto de estudio.



RESULTADOS

Para la optimización del portafolio de inversión para las compañías de seguros de ramo de vida en Perú, se efectuaron ocho etapas: la primera constó de la revisión de la estructura real del portafolio de inversiones elegibles y la estructura según el rubro contable; en la segunda se efectuó la estimación del riesgo en el que incurre el portafolio, considerando la metodología del *cash flow mapping*, principalmente; la tercera etapa se enfocó en descomponer el riesgo (VaR Beta y VaR marginal); mientras que, en la cuarta etapa se efectuó la relación riesgo/inversión, considerando el VaR marginal estimado en la etapa anterior. Por otro lado, en la quinta etapa se realizó la estimación de la rentabilidad esperada de cada instrumento y, una vez determinado el rendimiento y riesgo del portafolio, en una sexta etapa, se procedió a calcular un indicador denominado Ratio Sharpe Modificado. Seguidamente, se definieron las restricciones de inversión, considerando la regulación local y, finalmente, a través de una función Solver, en hoja Excel, se estimó el indicador que maximice el ratio de Sharpe Modificado, modificando la asignación de inversión para cada activo del portafolio.

Etapas 1: Estimación del Valor Razonable del portafolio

Determinar qué instrumentos deben ser incluidos en el portafolio requiere de la revisión de la estructura del portafolio de inversiones elegibles en términos agregados para el sector de seguros de ramo de vida, así como la estructura de activos según su clasificación contable. Con base en ello, es posible estimar el valor razonable del portafolio de inversiones.

a. Revisión de la estructura real del portafolio de inversiones elegibles

Se procedió a estimar el promedio de los últimos seis meses correspondientes a los montos invertidos según clase de activos y, a partir de ello, se replicó la estructura de inversión del portafolio. Se encontró que la mayor parte de la cartera está compuesta por los instrumentos representativos de deudas, lo cual es propio de las empresas de seguros de ramo de vida, pues tienen que cubrir los pasivos, que son de largo plazo, con instrumentos de determinadas características, como los bonos, los cuales deben clasificarse como instrumentos a vencimiento. Es preciso tener en cuenta las inversiones en instrumentos representativos de capital, que son

clasificados como instrumentos disponibles para la venta, así como las inversiones inmobiliarias.

b. Revisión de la estructura real del portafolio de inversiones según el rubro contable

Se procedió a estimar la estructura de montos invertidos de los últimos 6 meses, a fin de determinar aquellos instrumentos que representan un riesgo de mercado, como aquellos clasificados como inversiones disponibles para la venta, así como las inversiones a valor razonable con cambio en resultados, los cuales deben ser considerados para la optimización del portafolio.

Adicionalmente, se incluyeron en el modelo de optimización de portafolio, diversos instrumentos representativos de deuda, que figuren en la lista de la SBS (un total de 83), como bonos globales, corporativos, subordinados, indexados a la inflación, entre otros; así como diversos instrumentos de renta variable, constituidos por instrumentos representativos de capital y fondos mutuos abiertos. Cabe aclarar que cada gestor de inversiones considera el número de instrumentos que, a su criterio, crea pertinente, teniendo en cuenta las restricciones de tiempo y costo.

Etapas 2: Estimación del riesgo del portafolio

En esta etapa se consideraron las siguientes subetapas:

a. Determinar el portafolio y definir los factores de riesgo asociados a sus activos

El valor razonable del portafolio incluye los instrumentos de renta fija, los cuales tienen como factor de riesgo las tasas de interés y el tipo de cambio. Mientras que, respecto a los instrumentos representativos de capital (acciones y fondos mutuos), contienen dos factores de riesgo: factor de riesgo de precio (cotizaciones propias) y el tipo de cambio, tal como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Factores de riesgo en los portafolios de compañías de seguros ramo vida

Factor de riesgo	Instrumentos afectos
Tipo de cambio	Bonos en USD, acciones en USD, fondos mutuos en USD.
Precio	Fondos mutuos, acciones
Tasa de interés	Bonos en sus distintos tipos (globales, subordinados, indexados a la inflación)

b. Fijar los parámetros: horizonte de riesgo y nivel de confianza

El horizonte de riesgo corresponde a un año, ya que se busca relacionarlo con la naturaleza del portafolio (frecuencia de negociación) y el Plan Anual de Inversiones que requiere la SBS (2016). En cuanto al nivel de confianza, cabe precisar que la selección de este corresponde a la recomendación de la SBS y las sugerencias que realiza Solvencia II; y la elección refleja el nivel de aversión al riesgo que posee el inversor, es decir, mientras el nivel de confianza sea a porcentaje mayor, se evidenciará una actitud de mayor tolerancia al riesgo (menos conservadora).

c. Estimar el *mapping* considerando los factores de riesgo

El *cash flow mapping*, como indica Ostaszewski (2009), es un método de proyección de flujos de caja, cu-

yos beneficios se reflejan, en mayor medida, para instrumentos de renta fija. Este método hace uso de los flujos de caja de cada bono, el plazo de pago de cupones, el nominal (teniendo en cuenta si es un bono amortizable o *bullet*), frecuencia de pago, unidad monetaria, fecha de emisión y vencimiento. De acuerdo con Novales (2016), para la gestión de un fondo de renta fija es conveniente hacer uso de modelos factoriales; por ello, en una primera etapa, sobre la base de la estructura temporal del bono, se debe identificar los factores que han de utilizarse.

Cabe señalar que la estructura temporal contempla un conjunto de tasas de interés cupón cero a vencimiento estándar. En ese sentido, se tomaron en cuenta las siguientes curvas cupón cero (curvas base): las que publica la SBS para instrumentos de emisión local, como la curva cupón de bonos soberanos soles,

curva cupón cero bonos globales y curva cupón cero bonos soberanos soles ajustados por la inflación; las que publica el Financial Institutions a través de Bloomberg, como la curva cupón cero USD *strips*, que permite valorizar instrumentos de renta fija emitidos en el exterior en dólares americanos. Estas curvas cupón cero permiten determinar los nodos que agruparán a los diversos flujos de caja correspondientes a todos los instrumentos de renta fija, considerados en el portafolio de inversiones, gracias a la metodología *cash flow mapping*.

En síntesis, el método *cash flow mapping* considera los flujos de pago del instrumento de manera independiente y, según la convención con la que se encuentre el bono, se consideran los días que faltan para cobrar dichos flujos.

d. Reevaluar el portafolio para cada realización de los factores de riesgo

En esta subetapa se debe armar la cuponera de cada bono; para ello, se toman en cuenta los datos respecto al precio de cada instrumento (Pi), que contiene el Vector Precios de la SBS (instrumentos locales) o Bloomberg (instrumentos emitidos en el exterior); la curva de referen-

cia base estimada para cada fecha de pago (mediante la interpolación de tasas) (Ri), y los flujos de caja de cada bono (CF). Con estos datos, y mediante la fórmula de valorización, se tendrá por objetivo estimar el Z-Spread, que es el *spread* (diferencial) constante que hace que el precio de un instrumento de deuda iguale al valor presente de sus flujos de caja.

$$P_{market} = \frac{CF_1}{(1 + R_1 + Z)^1} + \frac{CF_2}{(1 + R_2 + Z)^2} + \dots$$

Luego de conocer el precio del bono y tener como referencia las curvas bases para cada bono, mediante un proceso de iteraciones (calculado por el Solver de Excel) se estima un *spread* que iguala el precio del bono con el valor presente de los cupones, teniendo como factor de descuento:

$$\left(\frac{1}{(\text{tasa de interés afecta a cupón} + Z \text{ spread})} \right)$$



Además, se determinó que, para estimar el Z-Spread se debe hacer uso de la programación presentada en la Figura 1:

Figura 1.

Programación de cálculo Z-Spread

```
Sub CalcularZSpread()
    ' CalcularZSpread
    ' Realiza los siguientes cálculos: - YTM - Z-Spread
    Windows("LIBROA_Fixed_Rate_Bonds.xlsx").Activate
    Sheets("Detalle").Activate
    INFR8 = Cells(5, 2)
    FINFR8 = Cells(9, 2)

    Sheets(INFR8).Select
    Do Until ActiveSheet.Name = FINFR8
        Range("E14").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "MD"
        Range("E11").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("E16")
        Range("E13").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("E16")
        Range("E14").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "PI"
        Range("E11").Select
        Selection.Copy
        Range("E13").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
            True, Transpose:=False
        Range("E14").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "PD"
        ActiveSheet.Next.Select
    Loop
    Sheets("Detalle").Select
End Sub
```

Al aplicar la programación de cálculo Z-Spread, se ejecuta la revalorización del instrumento; este proceso se repite para cada bono del portafolio.

Una vez obtenidos todos los flujos de caja estandarizados en los nodos definidos, se toma la suma de los flujos para cada nodo. De esta manera, se pasa de una estructura de pagos en diferentes vencimientos (flujo de bonos) a una estructura estandarizada de flujos (*cash flow mapping*), que respeta las características propias del bono original:

duración, volatilidad de los rendimientos del precio, valor presente.

e. Calcular VaR

En esta etapa se tiene por objetivo estimar el Valor en Riesgo (VaR) del portafolio, por tanto, a todo el proceso antes explicado se adicionó el estudio de los activos de renta variable y del tipo de cambio. Esta subetapa, a su vez, se constituyó por los siguientes pasos:

Estimación de los rendimientos para cada factor de riesgo (precios,

tasas de interés y tipo de cambio). En este paso se calcularon los rendimientos, tanto para instrumentos de renta variable como para fondos mutuos, por medio del algoritmo neperiano $\ln(P1/P2)$, ya que refleja la volatilidad financiera. En cuanto a la medición de los instrumentos de renta fija, este se calculó a partir de la diferencia de los rendimientos, es decir, el precio de mercado actual respecto a todos los flujos traídos a valor presente, tal como se plantea en la siguiente teoría:

$$\frac{\Delta P}{P} = D \times \frac{\Delta(1+r)}{1+r}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = D_M \times \Delta r$$

Dicho de otro modo, para calcular el rendimiento de un instrumento de renta fija se debe multiplicar las diferencias de estas con la duración modificada, la cual se calcula tomando en cuenta la duración de cada bono, dividida entre la última tasa vigente, con la cual se obtendrá la variación del precio, que es lo que finalmente se desea para, posteriormente, elaborar la matriz de varianzas y covarianzas.

Una vez obtenidos los rendimientos para cada factor de riesgo, se procedió a estimar la matriz de correlación y matriz de varianza y covarianza entre los factores de riesgo.

La matriz de correlaciones de los factores de riesgo se halló mediante la función `+COEF.DE.CORREL` del programa Excel, la cual implicó el siguiente cálculo:

$$\rho_{1,2} = \frac{Cov_{1,2}}{\sigma_1 \sigma_2}$$

Mientras que, para construir la matriz de varianza y covarianza para portafolios mixtos (renta fija y renta variable), se empleó la siguiente ecuación:

$$Cov_p = \rho_{ij} * D_i * \sigma_i * D_j * \sigma_j$$

Luego de obtener las matrices de correlaciones y la matriz de varianzas y covarianza, se procedió a estimar el VaR. Para ello, en primer lugar, se estimó el VaR individual por cada factor de riesgo mediante la siguiente fórmula:

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t}$$

Donde:

- F: Factor que determina el nivel de confianza del cálculo
- S: Monto total de la inversión
- σ : Desviación estándar de los rendimientos del activo
- t: Horizonte de tiempo

Luego de obtener la matriz de VaR por instrumento o factor de riesgo, y disponible la matriz de correlacio-



nes, se estimó el VaR del portafolio mediante la siguiente ecuación:

$$VaR_p = \sqrt{(VaR_1 \dots VaR_N) \begin{bmatrix} \text{Matriz de} \\ \text{correlación} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} VaR_1 \\ \vdots \\ VaR_N \end{pmatrix}}$$

Etapas 3: Determinación de la descomposición del riesgo

A partir de la estimación del VaR del portafolio y las matrices de varianza y covarianza, se estimará la pérdida máxima que corresponde a cada instrumento, incorporando en el cálculo todos aquellos efectos que, en su conjunto, afectan al portafolio de inversiones. De este modo, el resultado estimado para cada instrumento estará en función al riesgo (volatilidad del mismo), y cómo este covaría con el resto del portafolio.

Cabe señalar que en esta etapa se estimó la beta para cada instrumento/factor de riesgo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\beta_i = \frac{cov(R_i R_p)}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_{ip}}{\sigma_p^2} = \frac{\rho_{ip} \sigma_i \sigma_p}{\sigma_p^2} = \rho_{ip} \frac{\sigma_i}{\sigma_p}$$

Es preciso indicar que la sumatoria de todas las betas resulta igual a 1. Seguidamente, una vez obtenidas las betas, se estimó el VaR marginal a partir de la siguiente fórmula:

$$\Delta VAR_i = \frac{\partial VAR}{\partial x_i} = \alpha (\beta_i \times \partial_p) = \frac{VAR}{W} \times \beta_i$$

Los valores obtenidos deben ser interpretados como la cantidad adicional de riesgo que una nueva posición de inversión agrega al portafolio total. En este sentido, el VaR marginal permite a los gerentes de riesgo evaluar los efectos de sumar o restar posiciones de una cartera de inversiones. Dado que el valor en riesgo se ve afectado por la correlación de las posiciones de inversión, no es suficiente considerar el nivel de VaR de una inversión individual de forma aislada, más bien, debe compararse con la cartera total para determinar qué contribución hace al monto del VaR de la cartera.

Etapas 4: Cálculo de la relación riesgo/inversión

En esta etapa se estima la relación riesgo/inversión para cada instrumento de inversión; para lo cual se consideró el VaR marginal estimado anteriormente para cada instrumento, el cual se estandarizó por la cantidad de unidades monetarias que se tiene invertida en el portafolio. De este modo, el resultado estimado para cada instrumento estuvo en función al riesgo (volatilidad) y cómo este se covaría con el resto del portafolio.

Etapa 5: Estimación de la rentabilidad esperada de cada instrumento. En esta etapa se estiman los rendimientos esperados para cada activo. Cabe señalar que las tasas se expresan en términos anuales. Para las acciones y fondos mutuos, se estimó la variación de precios por un periodo de un año, y se estimó un promedio aritmético, mientras que, para los bonos, se estimó el promedio anual de las tasas de interés de retorno por el periodo de un año. No obstante, se debe considerar que los rendimientos también pueden ser modelados, como lo plantea la teoría de Black-Litterman, o pueden estar sujetos a la opinión de analistas de mercado. Sin embargo, para fines prácticos, se asumió que la historia reflejará el futuro y, por ello, se utilizó el promedio aritmético.

Etapa 6: Ratio de Sharpe Modificado

Luego de haber definido la rentabilidad de los instrumentos y el riesgo de cada uno de ellos, se debe estimar el ratio de Sharpe del portafolio. Este ratio fue definido como la diferencia de rendimientos (prima) que se obtiene al invertir en un portafolio riesgoso y en un activo libre de riesgo (*Treasuries*), entre el riesgo total al que se expone la inversión. Para fines de esta investigación, se

consideraron las letras del tesoro peruano como activo libre de riesgo, publicada por el Ministerio de Economía y Finanzas-MEF (2018). Este resultado se divide respecto al riesgo sujeto del portafolio.

Etapa 7: Definir las restricciones

En esta etapa se definieron las restricciones de inversión, con base en la estructura de los portafolios reales de las empresas de seguros de ramo de vida, asimismo, se planteó considerar las restricciones regulatorias de inversión.

Etapa 8: Optimizar el portafolio

Finalmente, la optimización del portafolio tendrá el objetivo de maximizar el ratio de Sharpe, considerando las restricciones de inversión definidas.

Simulación de optimización

Con base en el objetivo de investigación, se aplicó la optimización de portafolio de inversiones, considerando la actual estructura del portafolio de las empresas de seguros de ramo de vida, teniendo en consideración las restricciones regulatorias y sin permitir ventas en corto.

**Tabla 2.**

Optimización del portafolio de inversiones de las empresas de seguros de ramo de vida

Controles	Actual	Óptimo
Valor de mercado	S/ 10 013 828	10 013 828
Rentabilidad	5.939 %	5.873 %
Riesgo	5.1205 %	4.7070 %
Ratio Sharpe (Rendimiento/riesgo)	0.70	0.74

Como se puede observar en la Tabla 2, al maximizar el ratio, este pasó de 0.7 a 0.74, con nuevas asignaciones de activos.

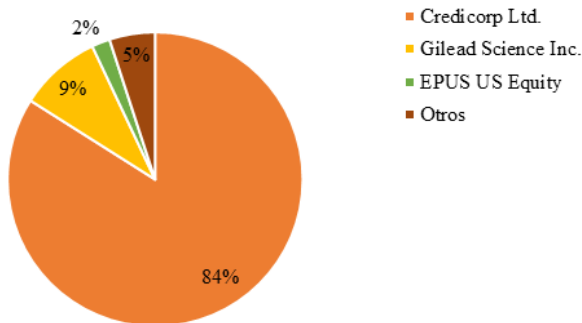
Tabla 3.

Escenario 1

Instrumentos	Montos de inversión (miles de soles)	%
Acciones	174 798.02	1.746 %
Fondos mutuos	1 081 117.83	10.796 %
Bonos	8 757 826.03	87.457 %
Letras del tesoro	86.46	0.001 %
Total	10 013 828.35	100 %

En el escenario 1, presentado en la Tabla 3, se observa que de un total de S/ 8730 millones, prevaleció la participación de la renta fija respecto a los demás instrumentos del portafolio, acumulando el 81 % de las inversiones. Mientras que, las inversiones en acciones y fondos mutuos

quedaron rezagadas, con un 19 %, aproximadamente. Cabe resaltar que todos los activos están sujetos a riesgo de mercado y pueden ser negociados, ya que estarían clasificados como inversiones disponibles para la venta.

Figura 2.*Distribución óptima: acciones a vencimiento*

Seguidamente, se evaluó la cartera de inversiones en acciones y, de acuerdo a los resultados obtenidos de la optimización de esta cartera, se distribuirían únicamente S/ 151 millones. Dentro de ella, serían las acciones de Credicorp Ltd. las que mejor desempeño tendrían, abarcando el 84 % del total, seguido de las acciones de Gilead Science Inc.

Figura 3.*Composición de fondos mutuos*



En relación con la cartera de fondos mutuos que asciende a S/ 900 millones, en la Figura 4 se observó que la optimización dirige a invertir en los fondos BBVA soles FMIV (25 %) y el Fondo Mutuo Credicorp Capital Conservador Liquidez Soles FMIV (20 %), principalmente.

Por otro lado, en relación con la cartera de renta fija que asciende a S/ 7631 millones, se determinó que la optimización dirige a invertir en los bonos de la República del Perú, que vencen en los años 2037, 2028 y 2042 (22 %); seguidos por los bonos emitidos por Ecopetrol y Southern (5 %, respectivamente).

Finalmente, cabe precisar que los resultados presentados correspondieron a un universo acotado de instrumentos, por lo que el gestor de portafolio debe considerar aquellos que mantiene en posición e incorporar aquellos con posible buen desempeño, que considere oportuno; asimismo, tal como la teoría de estimación de VaR lo indica, se debe calibrar el nivel de significancia que define su aversión al riesgo, horizonte de inversión y, finalmente, los rendimientos esperados por cada activo (Modelo Black Litterman).

CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis desarrollado en relación con la coyuntura y perspectivas del mercado de seguros de ramo de vida, junto con el marco legal regulatorio para la gestión de inversiones, se evidenció que el impacto de la Ley N.º 3042517 ha modificado la estrategia de inversión de las compañías de seguros de ramo de vida en el Perú, al exigir crecientes montos de inversión en instrumentos que, por su clasificación contable (“inversiones disponibles para la venta” e “inversiones a valor razonable con cambios en resultados”), se encuentran afectas al riesgo de mercado. En este contexto, toma relevancia la propuesta de la metodología de optimización del portafolio, desarrollada en esta investigación, como herramienta de análisis para la toma de decisiones de inversión.

Con base en lo desarrollado por las distintas teorías posmodernas de portafolio, se consideró oportuno proponer/utilizar como concepto de riesgo el Value at Risk (VaR), en lugar de la desviación estándar que correspondería a un enfoque bajo la teoría moderna de portafolio.

Para el tratamiento de los instrumentos de renta fija se optó por aplicar la metodología de *cash flow mapping* (CFM), ya que como herramienta de proyección de flujos de caja es muy superior a métodos alternativos como “*duration mapping*” y “*principal mapping*”. Esto se debe a que el CFM cuida principios importantes de invarianza en la duración y volatilidad del instrumento. Esta metodología es propicia de aplicar, ya que se ha evidenciado que la cartera de inversión de las compañías de seguros de ramo de vida en el Perú está compuesta primordialmente por activos de renta fija (87 % del total de inversiones disponibles para la venta).

Una vez definido el rendimiento y riesgo (VaR) del portafolio y de cada instrumento (considerando el efecto de las correlaciones), se ha adoptado como indicador guía para la optimización del portafolio, el Ratio Sharpe Modificado, el cual reemplaza la desviación estándar por el VaR para la medición de la relación rendimiento/riesgo.

Finalmente, una vez definida la metodología de optimización del portafolio, se pudo evidenciar su aplicación, de acuerdo con cada etapa planteada, que incluye aspectos nor-

mativos regulatorios propios del sector de seguros ramo vida en el Perú. A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que fue posible obtener una mayor ratio de Sharpe Modificado (mayor ratio rendimiento/riesgo) con asignaciones propuestas para estructurar el portafolio de inversiones. Los instrumentos más ponderados fueron acciones emitidas por Credicorp Ltd., Fondo Mutuo BBVA soles FMIV, renta fija y bonos emitidos por la República del Perú.

REFERENCIAS

- Arriaga, R., Castro, J. y Sosa, M. (2019). Análisis de estrategias de inversión de diversificación internacional: portafolios tradicionales vs ETF. *Análisis Económico*, 34(87), 42-70. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552019000300041&script=sci_arttext
- Banda, H. y Gómez, D. (2009). Evaluación de un portafolio de inversión institucional: el caso de los fondos de pensiones en México. *Innovaciones de Negocios*, 6(2), 303-323. <http://revistainnovaciones.uanl.mx/index.php/revin/article/view/232>
- Bericiarto, F., Reyes, M. y López, E. (2017). Aplicación de técnicas



matemáticas de riesgo para la evaluación en las inversiones de la industria petrolera cubana. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 283-289. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202017000300044&script=sci_arttext&tlng=pt

Blanco, M., Muñoz, F., Palacio, Ó. (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), 71-86. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151353628005.pdf>

Borge, J. y Cervantes, M. (2012). *Portafolios de inversión: una alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería* [tesis de licenciatura, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional Urosario. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3676>

Chambi, P. (2019). El VaR para la gestión del riesgo del portafolio de inversiones. *Quipukamayoc*, 27(54), 9-17. https://www.academia.edu/download/60458300/EL_VAR_Y_GESTION_DE_RIESGOS_FINANCIEROS20190901-108435-4frs16.pdf

De Greiff, S. (2018). Optimización de portafolios de inversión con costos de transacción utilizando

un algoritmo genético multiobjetivo: caso aplicado a la Bolsa de Valores de Colombia. *Estudios Gerenciales*, 34(166), 74-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6491682>

Delgado, L. y Durango, M. (2018). Estructuración de un portafolio de inversiones con acciones colombiana. *Semestre Económico*, 21(46), 167-183. DOI: <https://doi.org/10.22395/seec.v21n46a7>

Durango, M. y Delgado, L. (2017). Diseño metodológico para la estructuración de portafolios de inversión según el perfil de riesgo del inversionista. *Clío América*, 11(22), 177-187. DOI: <https://doi.org/10.21676/23897848.2439>

Fernández, V., Valle, D. y Lizola, P. (2019). Optimización de portafolios de inversión con algoritmos genéticos. *Revista de Investigación en Ciencias Contables y Administrativas*, 4(2), 111-125. <http://ricca.umich.mx/index.php/ricca/article/view/77>

Macias, M., Suárez, K. y Zúñiga, C. (2018). Capital de trabajo y su relación con la liquidez de las compañías aseguradoras. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/>

rev/oel/2018/07/capital-trabajo-liquidez.html

Medina, A. e Iturrioz, J. (2018). Análisis del impacto del valor añadido del gestor sobre el binomio rentabilidad-riesgo, medido mediante el ratio de Sharpe, en los Fondos de Inversión Socialmente Responsables. *Revesco: Revista de Estudios Cooperativos*, (127), 181-203. <http://dx.doi.org/10.5209/REVE.59770>

Mejía, H. (2011). *Gestión integral de riesgos y seguros/Para empresas de servicios, comercio e industria*. ECOE Ediciones.

Ministerio de Economía y Finanzas (2018). *Dirección de Análisis y Estrategia, Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público. Perú: reporte diario-27 de junio de 2018*. MEF. https://www.mef.gob.pe/contenidos/english/report/2018/Daily_06_28_18.pdf

Morán, R. (2017). *Construcción de un portafolio de inversión compuesta por emisoras del ramo automotriz que cotizan en el BMV* [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional UAEM. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94466>

Morón, E. (2017, 5 de julio). Una pensión mínima reduciría el retiro de fondos de pensiones. Asociación Peruana de Empresas de Seguros *Apeseg*. <https://www.apeseg.org.pe/2017/07/eduardo-moron-una-pension-minima-reduciria-el-retiro-de-fondos-de-pensiones/>

Novalés, A. (2016). *Valor en riesgo*. Universidad Complutense.

Ostaszewski, K. (2009). Some comments about inadequacy of mathematical modeling revealed by the current credit crisis. <https://math.illinoisstate.edu/krzysio/var-rbc.pdf>

Quintero, I., Angarita, B., Orostegui, J., Robles, J., Isidro, J. y Sanabria, A. (2017). Análisis de los rendimientos de portafolios de inversión en el mercado norteamericano. *II Congreso Internacional en Administración de Negocios Internacionales-CIANI*, 69-79. <https://bit.ly/3kppXYP>

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (2016, 26 de febrero). Resolución SBS n° 1041-2016. SBS. <https://bit.ly/3dLhcqD>