



Optimización de portafolios de inversión para compañías de seguros del Perú - ramo vida

Tesis presentada para cumplir con uno de los requisitos para la obtención del grado académico de Maestro en Finanzas por:

Josue Ludwing De la Cruz Vilcas

Diana Francisca Huaman Tupac

German Arturo Salinas Arroyo

Programa de la Maestria en Finanzas

Lima, 07 de setiembre de 2018

Esta tesis

Optimización de portafolios de inversión para compañías de seguros del Perú - ramo vida

Ha sido aprobada por:

.....

Jorge Guillén Uyen (Jurado)

.....

Javier Rojas Chang (Jurado)

.....

Alfredo Mendiola Cabrera (Asesor)

.....

Carlos Antonio Aguirre Gamarra (Asesor)

Universidad Esan

2018

DEDICATORIA

A mis Padres que con todo su esfuerzo hacen todo esto posible. A mi amada esposa, cuyo apoyo y dedicación me motivan día a día a lograr mis sueños. A todos mis hermanos que siempre me acompañan; y, sobre todo, a Dios quien me da las fuerzas y herramientas necesarias para alcanzar lo que Él ya ha preparado en mi vida.

Josué Ludwing De la Cruz Vilcas

A mis padres Prevez y Eugenia que con su ejemplo de perseverancia lograron que cumpla mis objetivos y mi formación como profesional. A mis hermanas Jenny y María por el apoyo recibido que me impulsaron a seguir adelante y a una persona especial que hizo que con sus ánimos y sus consejos lograra finalizar mis estudios

Diana Francisca Huamán Túpac

A mis amados padres Arturo y Soledad; por su apoyo incondicional y por ser mi ejemplo en cada paso. A mi querida hermana Elsita, por acompañarme en los días que iba avanzando este trabajo y a Diana C. por brindarme sus consejos y motivación para culminar esta etapa de estudios.

Germán Arturo Salinas Arroyo

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a nuestro asesor, PhD Alfredo Mendiola Cabrera, por los todos los conocimientos transmitidos durante el desarrollo de la carrera y en la elaboración de la presente tesis.

Asimismo un agradecimiento especial a nuestro asesor Mg. Carlos Aguirre Gamarra por el soporte y guía brindado al momento de elaborar el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
1. CAPITULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos de la Tesis	2
1.3 Justificación del tema de investigación	2
1.4 Alcances y limitaciones	3
2. CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO	6
2.1 Método de investigación.....	6
2.2 Técnica de investigación e instrumentos de acopio de la información	8
2.3 Formulación del esquema de trabajo	9
2.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información	10
3. CAPITULO III. MARCO REFERENCIAL	12
3.1. Los seguros	12
3.2. Análisis del Sector Seguro Ramo Vida	15
3.3. Marco Normativo – Inversiones en las Empresas del Sector Seguros	28
4. CAPITULO IV. MARCO TEORICO.....	35
4.1 Instrumentos de renta fija	35
4.2 Curva de rendimiento	41
4.3 Instrumentos de Renta variable	49
4.4 Riesgo	52
4.5 Métodos de Proyección de Cash Flow	61
4.6 Teoría moderna de la optimización del Portafolio de Inversiones	65
4.7 Teorías Postmodernas de Optimización de Portafolios	76
4.8 Ratio de Sharpe.....	85
5. CAPITULO V. DISEÑO METODOLOGICO.....	86
6. CAPITULO VI. APLICACION DE LA METODOLOGIA DE OPTIMIZACIÓN PROPUESTA	88
6.1 Objetivo de Estudio	88
6.2 Etapas para la implementación de la metodología de optimización.....	88
6.3 Limitaciones.	123
6.4 Simulación de Investigación.....	126
6.5 Resultados de simulación.	126
7. CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
ANEXOS	133
BIBLIOGRAFÍA.....	151

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Modelos de Investigación	8
Ilustración 3.1 Elementos que participan en el mercado de seguros	14
Ilustración 3.2 Penetración del Sector Seguro (Perú 2014-2017).....	18
Ilustración 3.3 Ranking de Primas de Seguros Netas a Junio del 2018 – Ramo Vida.	20
Ilustración 3.4 Ranking de Primas de Seguros Netas 30.06.2018 – Ramo Vida	21
Ilustración 3.5 Composición de Prima Neta para Seguro Vida - Ramo Vida.....	22
Ilustración 3.6 Composición de Prima Neta en el SPP – Ramo Vida.....	23
Ilustración 3.7 Indicadores de Solvencia – Empresas de seguros Ramo Vida	24
Ilustración 3.8 Indicadores de Siniestralidad – Empresas de seguros Ramo Vida	24
Ilustración 3.9 Indicadores de Rentabilidad – Empresas de seguros Ramo Vida.....	25
Ilustración 3.10 Indicadores de Gestión – Empresas de seguros Ramo Vida.....	25
Ilustración 3.11 Composición Portafolio de Inversiones - Seguros Ramo Vida (En miles de millones de soles).....	26
Ilustración 3.12 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros Ramo Vida	27
Ilustración 3.13 Valorización de Bonos - Flujo descontado	38
Ilustración 3.14 Curvas de rendimientos – Estimación Gobierno de Panamá.....	41
Ilustración 3.15 Curvas de rendimientos – Por rating crediticio – Bonos del Tesoro vs. Bonos corporativos	42
Ilustración 3.16 Tipos de curvas de rendimiento de bonos hasta su vencimiento	44
Ilustración 3.17 Convergencia de las curvas cupón cero	46
Ilustración 3.18 VaR en la Distribución Normal	58
Ilustración 3.19 Función de Distribución para el CVaR.....	61
Ilustración 3.20 Posibilidades de Inversión -Combinación activo con y libre de riesgo	68
Ilustración 3.21 Frontera Eficiente.....	69
Ilustración 3.22 Perfil de inversiones – Adversidad al riesgo	70
Ilustración 3.23 Frontera eficiente	71
Ilustración 3.24 Curva de indiferencia del inversor y la elección del portafolio eficiente	72
Ilustración 3.25 Elección del portafolio eficiente según perfil de riesgo	73
Ilustración 3.26 Elección del portafolio eficiente	74
Ilustración 3.27 Elección de portafolio óptimo.....	75
Ilustración 5.1 Composición del portafolio de inversiones por clase de activos – Seguros de Ramo Vida.....	89
Ilustración 5.2 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros Ramo Vida	91
Ilustración 5.3 Sumatoria Valor presente de Flujo por nodos	112
Ilustración 5.4 Rendimiento de tipo de cambio, fondos mutuos y acciones	113
Ilustración 5.5 Diferencias de tasas de interés curvas cupón cero - duración.....	115
Ilustración 5.6 Matriz de correlaciones factores de riesgo.....	115
Ilustración 5.7 Estimación VaR Individual.....	117
Ilustración 5.8 Estimación de VaR Portafolio	118
Ilustración 5.9 Distribución de rendimientos	125
Ilustración 5.10 Distribución óptima – Portafolio de Inversiones	127
Ilustración 5.11 Distribución óptima – acciones a vencimiento	128
Ilustración 5.12 Composición de fondos mutuos.....	128
Ilustración 5.13 Portafolio óptimo Renta Fija.....	129

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Formulación del Esquema de Trabajo	10
Tabla 3.1 Elementos para la cuantificación del riesgo en los seguros	13
Tabla 3.2 Elementos que participan en el mercado de seguros	15
Tabla 3.3 Compañías de Seguro por Ramo	16
Tabla 3.4 Líneas de negocio- Sector seguro	16
Tabla 3.5 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles).....	27
Tabla 3.6 Principales Límites de inversión.....	29
Tabla 3.7 Límites de inversión adicionales.....	30
Tabla 3.8 Categorías para las inversiones	33
Tabla 3.9 Bonos soberanos Vigentes - Perú	38
Tabla 3.10 Bonos bullet distintos plazos	47
Tabla 3.11 Precio de bonos bullet.....	47
Tabla 3.12 Datos de la curva de rendimientos	48
Tabla 3.13 Ejemplo ilustrativo – estimación de valor cuota.....	51
Tabla 3.14. Mapping de flujo de caja real dentro de los vértices RiskMetrics	62
Tabla 3.15 Métodos de Proyección de Flujos de Caja.....	63
Tabla 3.16 Resumen y características de teorías de portafolio	84
Tabla 4.1 Etapas para la implementación de la metodología de optimización.....	86
Tabla 5.1 Composición del Portafolio de Inversiones – Seguros de Ramo Vida (miles de soles).....	89
Tabla 5.2. Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles).....	91
Tabla 5.3 Instrumentos representativos de deuda afecto a riesgo de mercado (En miles de soles).....	92
Tabla 5.4. Estructura del portafolio – Valor razonable (En miles de soles)	93
Tabla 5.5 Composición de Cartera por Emisor o Contraparte e Instrumento Ramo Vida	94
Tabla 5.6 Factores de riesgo – portafolio compañías de seguros ramo vida	96
Tabla 5.7 Curvas Cupón Soberanas	98
Tabla 5.8 Nodos de Curvas Cupón Soberanas	98
Tabla 5.9. Datos del bono: PEP75460M048.....	99
Tabla 5.10. Curva Soberano de Perú en USD.....	100
Tabla 5.11. Flujo de pago del Bono PEP75460M048	100
Tabla 5.12. Primera interpolación de Tasa Cupón Para Flujo del Bono	101
Tabla 5.13. Curva Base hallada por Cash Flow Mapping	102
Tabla 5.14. Matriz de Varianza y Covarianza entre los rendimientos de la curva cupón cero.....	103
Tabla 5.15. Desviación Estándar de cada Curva Cupón Cero	103
Tabla 5.16. Matriz de Correlaciones	104
Tabla 5.17. Cash Flow Mapping.....	104
Tabla 5.18 Interpolación para hallar Volatilidades	105
Tabla 5.19 Programación Interpolación.....	105
Tabla 5.20 Distribución de Flujos en Nodos	106
Tabla 5.21. Distribución de Flujos en Nodos	107
Tabla 5.22 Programación de Mapping.....	107

Tabla 5.23 Cuponera BIF	109
Tabla 5.24 Interpolación tasa cupón cero – Caso BIF	110
Tabla 5.25 Resultados de interpolación – Caso BIF	110
Tabla 5.26 Programación de cálculo Z Spread	111
Tabla 5.27 Programación de cálculo Z Spread	111
Tabla 5.28. Matriz de Varianza y Covarianza entre los rendimientos de la curva cupón cero	116
Tabla 5.29 Resultados betas estimados	119
Tabla 5.30 Estimación VaR Marginal.....	120
Tabla 5.31 Relación riesgo /inversión – Extracto Renta variable.....	121
Tabla 5.32 Estimación de rendimientos	122
Tabla 5.33 Ratio Sharpe.....	123
Tabla 5.34 Estimación de rendimientos	123
Tabla 5.35 Escenario 1	127
Tabla 5.36 Cartera de Bonos.....	130
Tabla 5.37 Posiciones óptimas acciones.....	131
Tabla 5.38 Posiciones óptimas Fondos Mútuos.....	131

CURRICULUM VITAE

JOSUE LUDWING DE LA CRUZ VILCAS

Magíster en Finanzas, Universidad ESAN. Economista por la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM). Especializado en Finanzas Corporativas (ESAN), Derecho Financiero (ESAN), Banca de Inversiones, y Bachiller en Ciencia Política (UNFV). Especialista en la gestión y valorización de instrumentos financieros. Conocimiento de inglés avanzado.

FORMACIÓN

- 2016 - 2018** **ESAN Graduate School Of Business**
Maestría en Finanzas - Mención en Mercado de Capitales
- 2016 - 2018** **Barcelona School Of Management – Pompeau Fabra**
Máster en Gerencia Bancaria y Financiera
- 2009-2014** **Universidad Nacional Mayor De San Marcos - UNMSM**
Economía (Grado Profesional - 03/09/2015)
- 2003-2009** **Universidad Nacional Federico Villareal - UNFV**
Ciencia Política (Grado Bachiller - 17/02/2012)
- 2013–2014** **Especialización en Derecho Corporativo con Concentración
en Derecho Financiero-Universidad ESAN**
- 2012–2013** **Diplomado Internacional en Finanzas Corporativas – ESAN**
- 2014** **Especialización en Planeamiento Financiero- ESAN**
- 2013** **Estrategias Financieras para la Creación de Valor – ESAN**
- 2013** **Especialización en Project Finance – ESAN**

2012

Especialización en Análisis del Riesgo Crediticio - ESAN

EXPERIENCIA

2015 – Act. BANCO DE LA NACIÓN - Sector financiero

Analista Senior de inversiones

- Responsable de un grupo multidisciplinario (Analistas financieros y contables bajo responsabilidad); con cuenta directa a las Gerencias de Finanzas, Contabilidad, Operaciones, y Riesgos, a fin de analizar el portafolio de Renta Fija del Banco de la Nación (alrededor de S/.11.5 mil mill).
- Valoración, análisis del portafolio de inversiones y mercado de instrumentos de inversión en Renta Fija (Bonos de Tasa Variable, Sinkable, bonos Bullet, Cupón Cero, Certificados de Depósitos, Letras de Tesoro, Bonos con opcionalidad, etc.).
- Análisis, tratamiento contable y económico para los instrumentos financieros con efectos en el Balance y Estado de Resultados (acorde a Resolución S.B.S. 7033, NIC 39 y NIIF9).

08/2016 - 12/2016 Universidad Nacional Mayor De San Marcos – Facultad De Ciencias Económicas – UNMSM-FCE - Sector educativo

- Docente contratado para el curso: “Análisis y Proyección de Estados Financieros”.
- Docente contratado para el curso: “Contabilidad Financiera”.

01/2013 - 05/2015 Inversiones Cossar S.A. - Industria textil

Ejecutivo de Finanzas y Costos

- Desarrollo y proyección del flujo de caja proyectado.
- Realizar indicadores de gestión financiera, crediticia y ventas: Liquidez, Prueba Ácida, Dupont, Ebitda, EVA, Pay-Back.
- Desarrollar el planeamiento y control, in situ, de ventas; por zona geográfica y nacional (más de 4 millones de soles en venta anuales).
- Gestionar los préstamos Bancarios y la estrategia financiera.

11/2014 – 02/2015 MAXIMIXE CONSULT S.A - Consultoría

Practicante profesional de Sectores Económicos

- Desarrollo, análisis e informe de estudio por sector económico, desarrollando el Balanced Scorecard, Modelo CANVAS, y FODA para cada entidad solicitada y para los fines que el cliente considere necesarios (inversión, benchmark, etc.)

SOFTWARES

- Bloomberg: Software financiero para el análisis de instrumentos financieros y compañías, tipos de cambio y tendencias del mercado mundial. Aprendido en el centro de labores.
- Datatec: plataforma financiera para la compra-venta de instrumentos financieros negociados en el Perú - usuario.
- E-views
- @Risk, y Crystal Ball: intermedio
- Econometría financiera
- Excel Empresarial y Financiero

CURRICULUM VITAE

DIANA FRANCISCA HUAMÁN TÚPAC

Profesional economista titulada, con alto sentido de adaptabilidad al trabajo en equipo y consecuente con los objetivos de la organización, con más de 8 años de experiencia en evaluación, otorgamiento y recuperación de créditos del sector mype.

FORMACIÓN

2016 - 2018 ESAN Graduate School Of Business

Maestría en Finanzas - Mención en Mercado de Capitales

2016 - 2018 Barcelona School Of Management – Pompeau Fabra

Máster en Gerencia Bancaria y Financiera

2017 – 2018 ESAN Graduate School Of Business

Diplomado en Gestión Avanzada de Riesgos en Instituciones
Microfinancieras

2016 - 2018 Barcelona School Of Management – Pompeau Fabra

Máster en Gerencia Bancaria y Financiera

2003 - 2008 Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

Economista.

EXPERIENCIA

2010 – Actualidad

Caja Municipal de Ahorro y Crédito Huancayo S.A

Asesor de Negocios Senior (Desde 2010 a la actualidad)

- Lídero equipo de comité de créditos de la agencia donde laboro, encargada de la aprobación o rechazo de solicitudes de préstamos.
- Realizo visitas a actuales y potenciales clientes para otorgamiento de préstamos, así como realizar el respectivo seguimiento de los créditos otorgados.
- Coordino de manera conjunta con el administrador de agencia sobre actividades institucionales que se realizara en la agencia
- Encargado (Backup) de agencia, para coordinación administrativa y operativa con las demás áreas de la institución, ante la ausencia de jefe inmediato por licencias y/o vacaciones.
- Apoyo en el logro de cumplimiento de metas asignadas por el área de planeamiento de la institución, manteniendo un buen rendimiento y crecimiento con respecto a colocaciones, cumpliendo con las metas de créditos, mora y clientes.

CURSOS Y SEMINARIOS

- Escuela de Formación Para Administradores – Caja Huancayo
- Diplomado de Especialización en Banca y Finanzas. Colegio de Licenciados en Administración Junín y Profit Global Consulting. - Realizado entre septiembre y diciembre 2008.
- Curso De Inglés Básico e Intermedio. Instituto Peruano Norteamericano-ICPNA.
- Programa de Especialización Profesional de Computación e Informática (Word, Excel, Power Point). Instituto de Formación y Asesoramiento Profesional - INFAP.
- Diplomado Gestión De Créditos, Centro De Extensión de IFB

CURRICULUM VITAE

GERMÁN ARTURO SALINAS ARROYO, CRA

Magister en Finanzas, Universidad ESAN. Economista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Especialización y experiencia en el campo de las finanzas, mercados de capitales, riesgos financieros. Conocimientos de inglés avanzado y dominio de las herramientas computacionales.

FORMACIÓN

2016 - 2018 ESAN Graduate School Of Business

Maestría en Finanzas - Mención en Mercado de Capitales

2016 - 2018 Barcelona School Of Management – Pompeau Fabra

Máster en Gerencia Bancaria y Financiera

2007 - 2011 Universidad Nacional Mayor de San Marco – UNMSM

Economista

2016 American Academy of Financial Management

Certified Risk Analyst (CRA)

2015 - 2016 Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC)

Programa Especializado en Gestión de Riesgos Financieros

2014 – 2015 Centro de Estudios Bursátiles (BURSEN BVL)

Gestor de Riesgos Financieros

Junio 2013 Examen CFA Nivel 1 (aprobado en el primer intento)

EXPERIENCIA

02/2014 - Act.PROTECTA Compañía de Seguros S.A.

Analista de Riesgos Senior (A partir de Marzo 2017)

- Responsable de Implementar de los requerimientos del Reglamento de Inversiones para Compañías de Seguros (Res. SBS 1041-2016).
- Cuantificación del riesgo de mercado y elaboración de propuestas de control: Modelo Valor en Riesgo – VaR, Pruebas de Validación del Modelo (Backtesting) y Pruebas de Estrés.
- Análisis financiero de las contrapartes y su entorno de negocio, cuantificación y monitoreo de los límites de inversión (regulatorios e internos).
- Estimación y monitoreo del Indicador de Riesgo de Liquidez
- Verificación de la valorización de las inversiones (renta fija, variable e inmuebles)
- Ejecución del Procedimiento de Verificación del Cálculo de los Índices de Cobertura para el Calce.
- Elaboración de las notas a los EEFF trimestrales relacionados a riesgos.
- Coordinación de actividades relacionadas a la Gestión de Continuidad de Negocios, Riesgo Operacional y Prevención de Lavado de Activos y Financiamiento al Terrorismo.

(06/2012 – 01/2014) Grossman Capital Markets

Analista Junior de Inversiones

- Elaboración de informes financieros respecto a la situación de los mercados financieros internacionales.
- Análisis de instrumentos financieros por medio de estimaciones estadísticas, análisis financiero y análisis técnico.
- Análisis fundamental de las empresas pertenecientes al portafolio administrado, ratios financieros, márgenes de ganancia, análisis de futuras proyecciones de caja y EPSs.

- Seguimiento de operaciones de trading y control de límites de exposición.

(08/2012 – 12/2012) Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Facultad de Ciencias Económicas

Asistente de cátedra en el curso de Economía Financiera

- Dictado de ejercicios prácticos sobre los temas incluidos en el syllabus del curso. Curso a cargo del profesor Carlos Palomino S.

(05/2011 – 01/2012) Universidad ESAN

Área Académica

Practicante pre - profesional

SOFTWARES

- Bloomberg
- E-views
- @Risk, y Crystal Ball
- Microsoft Excel

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de tesis tiene como propósito principal plantear una metodología de optimización de portafolio de inversión que podría ser de utilidad para las compañías de seguros de ramo vida en el Perú ya que se considera como parte del estudio la realidad normativa y regulatoria local a las que están sujetas las inversiones.

A fin de alcanzar el objetivo planteado, se analiza el mercado de seguros de ramo vida en el Perú respecto a su composición del portafolio y los tipos de activos que lo conforman. Asimismo, conforme lo indica la literatura correspondiente a la Teoría de Portafolio de Inversión, se estudia y aplica métodos estadísticos-cuantitativos para el análisis y la medición del rendimiento y riesgo a los que están sujetos los diferentes instrumentos de inversión que componen la cartera de inversiones.

En este sentido, una contribución importante a la que se dirige la presente tesis es desarrollar una técnica estadística para la medición del riesgo que refleje lo más cercano la realidad del mercado de capitales de Perú (mercado ilíquido) y que simplifique la operatividad de administrar un gran número de instrumentos de inversión de renta fija. Para ello se ha estudiado la metodología de la estimación del valor en riesgo (VaR Paramétrico) mediante la aplicación de la técnica del Cash Flow Mapping, impulsada en su momento por JP Morgan a través de RiskMetrics¹.

Una vez obtenido los datos de riesgo y rendimiento para cada activo del portafolio de inversiones se procede a la estimación del portafolio óptimo maximizando un Ratio de Sharpe Modificado, el cual considera el VaR en lugar de la desviación estándar. El modelo de optimización se ejecuta por medio de la aplicación de la herramienta El Solver® para Microsoft Excel a través del método de GRG (Generalized Reduced Gradient).

El resultado obtenido nos brinda las cantidades óptimas a invertir por cada activo de inversión obtenida de manera teórica y bajo ciertos supuestos para su estimación. Queda en responsabilidad de cada gestor del portafolio plantear los supuestos que considere apropiado para la estimación del portafolio óptimo.

¹ A la fecha RiskMetrics pertenece a MSCI Inc, y proporciona análisis de riesgo y procesamiento de información a la comunidad global de servicios financieros.

Es preciso indicar que este trabajo se centra en empresas de seguros de ramo vida, debido también a que es un sector con un gran potencial de crecimiento en el Perú, actualmente 12 de las 20 empresas de seguros en el Perú están autorizadas a comercializar productos de este ramo, se entiende que con el incremento en el PBI per cápita, el crecimiento económico, la riqueza y un cambio social hacia una cultura de prevención configuren un escenario en que las empresas de este tipo sean más sólidas y con mejores perspectivas de crecimiento. Actualmente el nivel de penetración y cobertura de seguros en el Perú se encuentra por debajo de países como Chile, Colombia y México que registran mayor desarrollo de esta industria

CAPITULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La globalización ha logrado una integración económica-financiera a escala que logra unir cada vez más a un mayor número de países, así mismo sus efectos conllevan a que todos los mercados financieros se consideren como un sistema estrechamente relacionados. Con ello el desempeño de los mercado financieros, las cotizaciones de cada instrumento (acciones, bonos, derivados, etc) recae en plazas bursátiles cada vez más cohesionadas e interdependientes unas de otras.

Prever el desenvolvimiento de cada activo y anticipar el precio de cada uno de ellos, identificando, así mismo, la correlación que existe entre cada uno de ellos obliga a que los inversores desarrollen e implementen modelos matemáticos cada vez más sofisticados para identificar oportunidades de inversión, sin la necesidad de incurrir en riesgos innecesarios o que pudieran diluirse. Por todo ello es que 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 a los cambios constantes en los que está inmerso el mundo financiero. Con relación a la gestión del riesgo, debemos señalar que dicha preocupación la comparten los agentes regulatorios de cada país, ya que una de sus principales funciones es preservar el interés de los depositantes, asegurados, y afiliados a los fondos de pensión.

En este sentido, consideramos relevante crear una metodología para la optimización del portafolio de inversión de las compañías de seguro – ramo vida en el Perú, que sirva como una herramienta de análisis y para la toma de decisiones por parte del gestor de inversiones al momento de evaluar la asignación de activos.

Cabe señalar que el planteamiento de esta metodología toma mayor énfasis bajo el contexto actual (año 2017-2018), en donde se observa que el portafolio de instrumentos clasificados como inversiones disponibles para venta (instrumentos para trading) se está incrementando debido al crecimiento en el ingreso de primas en el seguro denominado Renta Particular, lo cual conlleva a un cambio en la estrategia de inversión de las compañías de seguros de ramo vida en el Perú. Este producto, Renta Particular, es

atractivo para muchos agentes superavitarios (ahorristas) debido a la rentabilidad que ofrece actualmente en el mercado asegurador junto con la flexibilidad con la que fue creado el producto (permite rescate de la prima).

1.2 Objetivos de la Tesis

1.2.1 Objetivo general

- Analizar el portafolio de inversiones del sector de seguros de ramo vida en el Perú e implementar una metodología para la estimación del portafolio óptimo considerando los alcances normativos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la evolución y perspectiva del mercado de seguros de ramo vida en el Perú y describir el marco legal regulatorio para la gestión de inversiones en empresas de seguros.
- Analizar los tipos de activos que compone el portafolio de inversiones de las compañías de seguro de ramo vida en el Perú y los riesgos asociados en su inversión.
- Revisar la mejor estimación de riesgo de mercado considerando la estructura de inversión que caracterizan a las compañías de seguros.
- Analizar las diversas teorías relacionadas a la optimización de portafolios de inversiones.
- Implementar una metodología de optimización del portafolio de inversión consistente con los requerimientos de las empresas de seguros de vida y la normatividad vigente.
- Estimar teóricamente el portafolio óptimo de inversión.

1.3 Justificación del tema de investigación

Desde décadas pasadas se han realizado diversos estudios sobre la composición óptima del portafolio de inversiones aplicando diversas técnicas de optimización, éstas fueron aplicadas especialmente para carteras compuestas por acciones (renta variable) o cuya composición se simplificaba a solo un instrumento, muchas veces obviando la moneda de origen de la compañía. No obstante, para las empresas de seguros de ramo vida en el Perú 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 el cual incorpore las restricciones propias de este sector. Adicionalmente, es importante destacar que actualmente el organismo regulador peruano, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), ha establecido que las empresas de seguros locales deben proponer ante el Comité de Inversiones un modelo interno de optimización del portafolio².

En este sentido se considera relevante la realización del presente estudio a fin de brindar lineamientos teóricos y prácticos para la implementación de una herramienta de optimización de portafolios de inversión en empresas de seguros de ramo vida en el Perú.

1.4 Alcances y limitaciones

En la presente investigación se analizará el sector asegurador de ramo vida en el mercado peruano, la composición de los portafolios de inversión y se propondrá una herramienta para estimar el portafolio óptimo de inversión a través de la maximización del ratio rentabilidad/riesgo. A continuación se describe los alcances y limitaciones de la presente tesis.

a) Alcances:

- Se analizará el mercado de seguros de ramo vida en el Perú. Los productos de seguros ofertados, las primas netas y principales indicadores de gestión.
- Se analizará las clases de activos en los que mantienen sus inversiones las empresas de seguros de ramo vida y su respectiva clasificación contable considerando la regulación local dada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS).
- Formarán parte de análisis los instrumentos de inversión afectos al riesgo de mercado y aquellos que pueden ser negociados con el fin de estimar el portafolio óptimo.
- Se analizará las principales teorías de portafolio entre estas destacan la Teoría Moderna de Portafolio planteada por Harry Markowitz así como Teorías Postmodernas que implica un mayor desarrollo teórico con relación a la medición del riesgo.

² Artículo 14° Funciones de la Unidad de Inversiones. Resolución SBS N° 1041-2016

- Sobre la base del desarrollo teórico de la medición del riesgo se implementará una herramienta de optimización elaborada en el programa Microsoft Excel.
- El análisis se realiza desde la perspectiva del gestor de inversiones de una empresa de seguros de ramo vida.
- La composición del portafolio de inversiones tendrá como base la información publicada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS)³.
- El periodo de análisis del sector asegurador corresponde a enero 2015 – Junio 2018.
- El periodo de análisis de los instrumentos de inversión considerados para la estimación del portafolio óptimo corresponde 11/07/2017 al 29/06/2018 (252 observaciones diarias).
- Se tienen instrumentos en Dólares Americanos y Soles. Para fines de estudio se convertirá el rendimiento en una sola moneda, Soles.
- Se considera el rendimiento de las Letras del Tesoro Público – vencimiento Setiembre 2018 como tasa libre de riesgo.
- El estudio es de tipo descriptivo anudado a la evolución del sector de seguro ramo vida y las inversiones, asimismo se considera de tipo cuantitativo deductivo ligado al modelo de optimización.
- Los rendimientos esperados en el análisis son antes de impuestos.
- Se efectuará el estudio de simulaciones del portafolio considerando la regulación peruana.

b) Limitaciones:

- El procedimiento para la optimización del portafolio de inversiones busca plantear desde un enfoque teórico la modalidad eficiente de asignar cada activo en el portafolio de inversiones. No obstante, se debe considerar que los resultados podrían no estar alineados con las intenciones que tenga la empresa de seguros respecto a sus propios planes estratégicos, planes de inversión, u otros requerimientos que necesiten cumplir de manera previa.

³ Para mayor detalle ver Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). (2018). Boletín Estadístico de Seguros.

- No se pretende analizar un enfoque temporal de asignación de activos que calce con los pasivos mediante la optimización. No aplica análisis de temporalidad.
- La presente investigación no es un estudio de tipo predictivo.
- La falta de acceso a información específica de los instrumentos de inversión que componen los portafolios por cada empresa de seguros exige hacer el supuesto de considerar para la aplicación de la herramienta de optimización una muestra de los instrumentos en que invierten las compañías de seguro. El tamaño de la muestra no es relevante toda vez que pueden agregarse más instrumentos a la cartera y la metodología a proponer debe mantenerse invariable.
- La falta de liquidez en el mercado bursátil peruano podría limitar los resultados de la aplicación de la metodología de optimización de portafolio.
- Se consideran instrumentos de renta fija y renta variable, independientemente de los resultados de pruebas de normalidad.
- No se realiza análisis fundamental de cada emisor tampoco análisis técnico de los instrumentos incluidos en el portafolio.
- Debido a la limitada información pública respecto a las inversiones en: Inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria (fondos de inversión), Operaciones de reporte y préstamo de valores, Instrumentos estructurados con capital protegido, de las empresas de seguros de ramo vida en el Perú no formarán parte del estudio cuantitativo de la presente investigación.
- No se considera el efecto tributario en los resultados.

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo explica el método, las técnicas y los procedimientos que se realizarán en la presente investigación para cumplir con el logro de los objetivos planteados. En este sentido, previa explicación de los distintos métodos de investigación se sustenta el por qué determinamos como método de investigación a aplicar en el presente trabajo de investigación el método cuantitativo-deductivo, de tipo investigación no experimental.

Asimismo, se detalla las principales técnicas de investigación a realizar estableciendo que se hará uso de dos principales técnicas de investigación. Recolección de datos y análisis de documentos del mercado financiero relacionado a la aplicación de la optimización del portafolio de inversiones.

2.1 Método de investigación

Se entiende como método el camino, la manera, o modo en cómo se logra conseguir un objetivo. Como bien manifiesta Pino Gotuzzo (2007), para que exista método es indispensable tener la dirección clara en la investigación. Por su parte, Pimienta Prieto & De la Orden (2017) definen el método como un “proceso ordenado y sistemático de actividades, técnicas y acciones diseñadas para alcanzar la meta”.

Existen distintas formas de agrupar los métodos de investigación y siguiendo a Pimienta Prieto & De la Orden (2017) podemos agruparlas en dos tipos de modelos: cuantitativos y cualitativos. La presente investigación se enmarca en el modelo cuantitativo toda vez que tiene como propósito principal analizar la composición del portafolio de inversiones de las empresas de seguros de ramo vida en el Perú y sobre la base de ello implementar una metodología para la estimación del portafolio óptimo mediante la maximización del ratio de Sharpe. Por tanto, será necesario, luego de revisar diversas investigaciones, proponer un modelo matemático-analítico que maximice el ratio rentabilidad ajustada por riesgo.

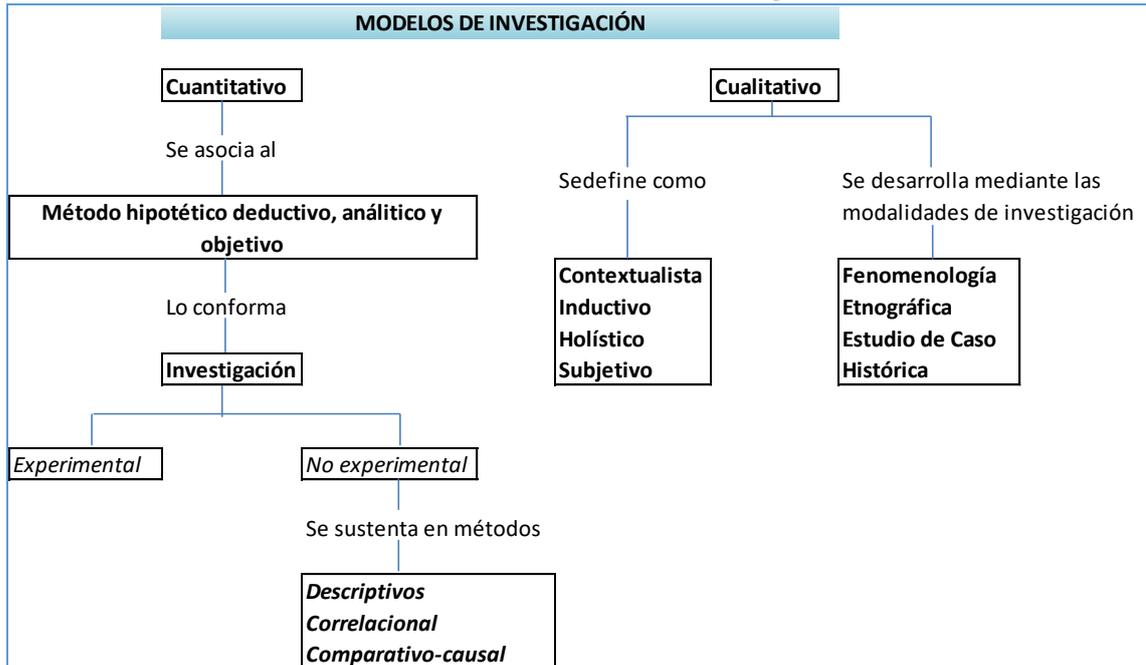
Continuando con lo explicado por Pimienta Prieto & De la Orden (2017), el método de investigación cuantitativo asociado al método deductivo se divide en investigación de tipo experimental, que es propia de las ciencias naturales donde el investigador manipula una o más variables del fenómeno que observa pudiendo aquel controlar y medir los

cambios de los hechos observados, e investigación de tipo no experimental el cual se sustenta en distintos métodos como son i) método descriptivo: cuya finalidad es la identificación de los fenómenos y variables relevantes, observando los fenómenos y sus características, apoyándose para ello en estudios de campo, entrevistas, análisis de documentos y encuestas; y ii) método correlacional: el busca comprobar el tipo de correlación entre una o más variables, de las que el investigador no puede manipularlas ni influenciar en el desenvolvimiento de ellas, aunque ello no evita que sí pueda predecir el comportamiento de una de las variables a partir del valor de la(s) otra(s). (Ver Ilustración 2.1).

Sobre la base de la literatura descrita en el párrafo anterior, se determina que la presente tesis es de tipo no experimental toda vez que se trabajará sobre información y variables que no podemos controlar más al contrario se pueden observar, analizar y con base a ello evaluar decisiones de inversión/desinversión. Por lo tanto, en la presente tesis además de definir que se aplicará el método no experimental se determina que será de tipo descriptivo aplicado a comprender los principales conceptos relacionados a los seguros de las empresas de ramo vida, los tipos de activos de inversión en que se invierten las primas que recaudan, estructura de portafolio de inversión según clasificación contable, el marco legal y regulatorio para la gestión de inversiones y se revisará los conceptos de riesgo, rentabilidad, la teoría moderna y postmoderna del portafolio en sus diversas alternativas, enfoques para la optimización para las inversiones.

Una vez comprendido el marco conceptual y marco teórico se utilizarán los diversos conceptos y teorías descritas para el desarrollo de la metodología de optimización de portafolio para las empresas de seguros de ramo vida que se busca proponer. Por lo tanto en el capítulo dedicado al diseño de la investigación se aplicará el método no experimental de tipo deductivo. Este desarrollo se expone en el Capítulo V y Capítulo VI de la presente tesis.

Ilustración 2.1 Modelos de Investigación



Fuente: Pimienta, J; De la Orden, A. "Metodología de la Investigación". Elaboración: propia.

2.2 Técnica de investigación e instrumentos de acopio de la información

Con relación a la técnica de investigación, Pimienta y Orden, de la (2017) manifiestan que, a diferencia del método, es un conjunto de procedimientos que permiten el uso óptimo de los instrumentos y herramientas para llevar a cabo el método, siendo útiles en la recolección y organización de la información. El mismo autor manifiesta que entre las técnicas de investigación tenemos cinco muy utilizadas: La Observación, Entrevista, Encuesta, Cuestionarios; y Recolección de datos y análisis de documentos, donde se recolecta organiza y clasifica la información obtenida.

En este sentido, considerando como base a la literatura antes descrita se determina que en la presente tesis se hará uso de la técnica de investigación: Recolección de datos y análisis de documentos, según corresponda.

- El desarrollo de la descripción de los seguros, las inversiones de las empresas de ramo vida, se tendrá como base la recolección y análisis de reportes elaborados por entes especializados del sector: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG). Asimismo, con la finalidad de analizar la composición del portafolio de inversiones de las empresas de seguros ramo vida, los tipos de activos en que invierten, se tendrá como base de consulta el "Boletín

estadístico de seguros”, que publica periódicamente el ente regulador, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Asimismo para el marco normativo que regula las inversiones de las empresas de seguros ramo vida de Perú se tendrá como base el compendio de normas determinado por el ente regulador “Normas SBS aplicables a los sistemas regulados y supervisados”⁴.

- La parte conceptual y teórica relacionada a la teoría moderna y postmoderna de portafolio se basará en literatura especializada y en múltiples investigaciones publicadas por la comunidad académica a nivel mundial con la finalidad de analizar las ventajas y desventajas de utilizar alguna de ellas como parte de la implementación de la metodología de optimización de portafolio.
- Finalmente, para la implementación y aplicación de la optimización de portafolio que se será propuesto se tomarán datos de cotización y rendimiento de diversos instrumentos representativos de deuda emitidos en el mercado local de la base de datos disponible en el portal web de la SBS y de 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 tendrá como fuente de datos la plataforma Bloomberg (Bloomberg Professional®).

2.3 Formulación del esquema de trabajo

Determinada la metodología de investigación y las técnicas a utilizar se presenta en la Tabla 2.1. la formulación del esquema de trabajo a desarrollar en la presente tesis.

⁴ Para mayor detalle ver Superintendencia de Banca y Seguros y AFP. (2018). Normas SBS aplicables a los sistemas regulados y supervisados.

Tabla 2.1 Formulación del Esquema de Trabajo

CAPITULO	TITULO	PROPÓSITO
I	Fundamentos de la Investigación	<ul style="list-style-type: none"> Definir los objetivos, la justificación del tema, delimitar los alcances y limitaciones.
II	Marco Metodológico	<ul style="list-style-type: none"> Definir el método y tipo de investigación. Definir las técnicas de investigación e instrumentos de acopio de la información. Presentar la organización de la tesis. Definir las técnicas de análisis e interpretación de la información.
III	Marco Referencial	<ul style="list-style-type: none"> Describir la situación actual del mercado de seguros ramo vida en el Perú. Describir el marco legal referido a las inversiones en Compañías de Seguros Ramo Vida en Perú. Describir el marco teórico sobre lo cual se desarrollará la investigación.
IV	Marco Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Definir y comprender conceptos relacionados con los instrumentos de renta fija y renta variable. Comprender las teorías de optimización de portafolios, riesgo de mercado, ratio de Sharpe.
V	Diseño Metodológico	<ul style="list-style-type: none"> Definir el tipo de investigación Definir las fases de la Investigación
VI	Aplicación de la metodología de optimización propuesta	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de las fases de la Investigación
VII	Conclusiones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> Exponer los hallazgos logrados al realizar esta investigación
	Anexos	<ul style="list-style-type: none"> Exponer con mayor detalle los instrumentos considerados en desarrollo de la metodología propuesta, entre otros temas relevantes.
	Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> Exponer las fuentes consultadas.

Elaboración propia.

2.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información

Una vez recolectada, registrada y organizada la información conceptual y teórica se procederá a presentar los resultados de la investigación relacionada a los seguros de ramo vida (evolución de las primas, principales indicadores de gestión, entre otros) y las inversiones de las empresas de seguros (tipos de activos de inversión, estructura del

portafolio, indicadores de rentabilidad) mediante gráficos, que elaborados con un enfoque estadístico descriptivo permitirán comprender mejor los resultados de la investigación.

Con relación al estudio e interpretación de la información recopilada de las diversas teorías de portafolio moderna y postmoderna se tomará como técnica de análisis la triangulación de teorías y de métodos. Según Okuda M. y Gómez-Restrepo C. (2005) "la triangulación se refiere al uso de varios métodos (tanto cuantitativos como cualitativos), de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno (...) el objetivo del investigador se dirige a la búsqueda de patrones de convergencia para poder desarrollar o corroborar una interpretación global del fenómeno humano objeto de la investigación". Existe diversos tipos como son: De tiempo, de espacio, de teorías, de investigadores, de métodos, de sujetos.

Con base a los resultados de la aplicación de la técnica de triangulación sobre las diversas teorías de optimización de portafolios, se procederá con la implementación de la metodología de optimización de portafolio para las empresas de seguros de ramo vida que tomará como base la teoría económica financiera y la teoría estadística a estudiar. Asimismo, en este punto además de trabajar con hojas de cálculo de Excel se realizará programaciones en el lenguaje informático Visual Basic para Aplicaciones (VBA) para ejecutar determinados cálculos/estimaciones necesarios para la implementación de la metodología de optimización (estimación del riesgo) que es objeto de la presente tesis.

Los resultados no deben interpretarse como recomendación de compra o venta de los instrumentos. Es un modelo teórico el cual está sujeto a evaluación de parámetros que debe desarrollar el gestor de inversiones que lo aplique (calibración del modelo).

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

El presente capítulo desarrollará el marco referencial del sector seguro a fin de que el lector pueda familiarizarse con el mercado de seguros, ahondando cada vez más con la performance de las compañías de seguro del ramo vida, cuyo sector es de nuestro interés específico. Así pues describiremos la penetración del mercado peruano, los niveles de competencia actual entre las compañías y luego desarrollaremos la estructura del core-business del sector mencionado, la evolución de sus primas, la cesión de las primas, el porqué de los mismos, y tasas de siniestralidad. Finalmente se desarrollará el marco legal en el que se desempeñan las compañías, las cuales sirven como restricciones en la estructura de inversión para las compañías, restricciones de inversión incluso por emisor (grado de inversión).

3.1. Los seguros

3.1.1 Descripción general de los seguros

Los seguros son acuerdos (pólizas) entre una persona natural o jurídica (contratante) con una compañía de seguros con la finalidad de coberturar el bien asegurado o asegurable de cualquier daño (ver Anexo 1 para mayor información respecto al tipo de empresas de seguros en Perú); obteniendo una indemnización económica total o parcial, a cambio del pago de una prima periódica o única a la aseguradora que realizará el contratante. Los seguros pueden ser comercializados por la propia empresa de seguros o por brókeres/comercializadores que tengan convenio con éstas dentro del marco legal establecido. Asimismo, existe un marco regulatorio que vela por garantizar la respuesta del asegurador frente al asegurado/beneficiario ante la ocurrencia del siniestro.

Según Larramendi, I. (Larramendi, I. 2001, citado por Delgado, H.M., 2011) en términos generales el seguro “puede entenderse como una actividad económico-financiera que presta el servicio de transformación de riesgos de diversa naturaleza a que están sometidos los patrimonios, en un gasto periódico presupuestable, que puede ser soportado fácilmente por cada unidad patrimonial”.

3.1.2 Cuantificación del riesgo en los Seguros

Morón E. (2017), Presidente de la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG), manifestaba que la presencia de los seguros demanda, sí o sí, la existencia del riesgo relevante. A modo de ejemplo expone que adquirir un seguro contra daños ocasionados por ataques de dinosaurios no sería una opción para el mercado de seguros, pues el riesgo que esto ocurra es nulo.

Existen diversidades de riesgos importantes para los cuales sí procede diseñar un seguro, siendo los más comunes: accidentes, enfermedades leves, graves, riesgo de morir joven o vivir hasta muy ancianos, robo de bienes o daños por incendios, inundaciones, terremotos, huaicos, vientos o cualquier otra cosa.

El asegurador a fin de cuantificar el nivel riesgo, tiene en cuenta dos variables, que exponemos a continuación en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Elementos para la cuantificación del riesgo en los seguros

Variables	Descripción
Frecuencia	Es el número de veces que se repite un fenómeno en un determinado periodo. Aplicación: Para esto son muy útil las estadísticas que se van generando. Ejemplo: conocer cuántos accidentes de autos se registran al año en un determinado territorio, cuántos fallecen en este tipo de accidentes; así mismo se conoce mediante estadísticas de clínicas y hospitales, cuántas personas se enfermaron de cierto tipo de órgano, cuántas de ellas fueron diagnosticadas de cáncer; o se conoce cuántos incendios atendieron los bomberos en el año, etc. Toda esta información es tratada con mayor detalle.
Severidad	Estima cuánto le cuesta a la compañía aseguradora reponer las cosas a su estado anterior; nuevamente se requiere de la estadística para conocer el costo promedio de un determinado siniestro. Aplicación: Las compañías de seguro conocen el costo promedio de siniestro de autos, aviones, embarcaciones, etc. no obstante pueden existir objetos de mucho valor como obras de arte, museos, para los cuales es necesario, para las compañías de seguro, establecer un límite máximo de indemnización en las pólizas de seguro. También existen coberturas que son a monto fijo, por ejemplo las coberturas por muerte o sepelio.

Fuente: Eduardo Morón (2017), APESEG - Elaboración propia

Dicho de modo sucinto, con el objetivo de cuantificar el riesgo, los aseguradores estiman el importe de atención de siniestros en un determinado riesgo, para un determinado periodo. El costo total se distribuye entre el universo de asegurados,

sumándole a ello los costos de administración y costo de venta, a fin de obtener el precio del seguro que es conocido como la prima del seguro.

3.1.3 Elementos que participan en el mercado de seguros - Perú

El mercado de seguros tiene por un lado la demanda que la componen los asegurados y contratantes que adquieren seguros para protegerse o proteger a sus beneficiarios ante eventos futuros. La oferta de seguros la componen las empresas aseguradoras que ofrecen seguros a cambio de una prima. Asimismo, como parte de la gestión del riesgo de seguro, aquellas pueden ceder todo o parte de dicho riesgo a otra empresa aseguradora que hace la vez de reasegurador.

Los seguros pueden ser contratados directamente en la empresa de seguros o a través de brokers/comercializadores; quienes obtienen sus ingresos mediante comisiones por las ventas que realizan.

Ahora bien, realizada la venta de la prima, puede suceder que una (o varias) cláusula del contrato asegurado ocurra, entonces diremos que estamos ante una siniestralidad. Ante la ocurrencia de dicho siniestro que active la cobertura pactada, se debe de informar a la empresa aseguradora presentando la documentación requerida para su evaluación y posterior indemnización al beneficiario. En la Ilustración 3.1 se presentan los elementos que participan en el mercado de seguros.

Ilustración 3.1 Elementos que participan en el mercado de seguros



Fuente: SBS - Elaboración propia

A fin de velar por la protección y el cumplimiento de los contratos es que existe un ente regulador y supervisor para el mercado de seguros. En el Perú la institución encargada de estas funciones es la Superintendencia de Banca Seguros y AFP (SBS), la que está reconocida en la Constitución Política del Perú; y cuyos objetivos, funciones y atribuciones se establecen en la Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (Ley 26702), (ver Tabla 3.2):

Tabla 3.2 Elementos que participan en el mercado de seguros

Participantes del mercado de seguros	Descripción
Aseguradora	Empresa de seguros que cuenta con autorización de la SBS para la emisión de pólizas de seguros.
Reasegurador	Compañía que asegura parte o todo el riesgo de la cartera de las empresas aseguradoras.
Contratante	Persona que celebra el contrato de seguros.
Asegurado	Persona cuya vida, salud o bienes se están asegurando.
Beneficiario	Persona designada en la póliza para recibir la indemnización.
Broker / Corredor de seguros	Persona jurídica o natural que cumple la función de asesorar respecto a los detalles de contratación del seguro, durante la vigencia, trámite de solicitud de cobertura, y cobro de indemnización en caso de siniestro.
Comercializador	Persona jurídica o natural que contrata asuntos de comercialización con la aseguradora a fin de que aquél se encargue de facilitar la contratación de un producto de seguros. Incluyendo a la comercialización a través de Bancaseguros.

Fuente: SBS - Elaboración propia

3.2. Análisis del Sector Seguro Ramo Vida

3.2.1 Mercado local y penetración del sistema asegurador - situación actual

a) Empresa de Seguro - Perú

En la actualidad el sector asegurador está compuesto por 20 empresas de seguros (para mayor detalle Ver Anexo 2) que tienen autorización de funcionamiento otorgado por la SBS y dos adicionales estarían en proceso de licenciamiento, ambas entrarían a competir al ramo vida (ver Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Compañías de Seguro por Ramo

Ramo Vida	Ramo Generales	Ramo Generales y de Vida (mixto)
La Positiva Vida Mapfre Perú Vida Rigel Vida Cámara Ohio National Vida Crecer Seguros	La Positiva Mapfre Perú Secrex Insur HDI Seguros Avla Perú Coface Liberty	Chubb Perú BNP Paribas Cardif Interseguro Rimac Pacífico Seguros Protecta

Fuente: SBS – Elaboración propia

Una de las principales características del crecimiento del sector asegurador, es su carácter pro-cíclico en relación al crecimiento económico. Por ello, el crecimiento de la economía peruana, según cifras publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) (2018), registró un 3,2% durante el primer trimestre de 2018, nivel no alcanzado desde el tercer trimestre de 2016 (4,7%), sirve de un buen indicador adelantado para el sector seguros más aun cuando se espera un crecimiento del 4% para este año y un 4.2% para el año 2019.

b) Oferta de productos de seguro ramo vida - Perú

En este punto es de nuestro interés definir el concepto de las líneas de negocio por riesgo técnico asociado a los seguros de ramo vida, el detalle se observa en la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Líneas de negocio- Sector seguro

LÍNEA DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN
Desgravamen	Seguro tiene cobertura ante el fallecimiento del asegurado, la compañía aseguradora debe cubrir el saldo insoluto de la deuda del asegurado sujeto a contrato, en caso de su fallecimiento, a favor del acreedor(es) beneficiario(s) del seguro.
Pensiones de invalidez	El asegurador se compromete a pagos al afiliado de una pensión mensual vitalicia por invalidez, así como pensiones de sobrevivencia a sus beneficiarios, según corresponda. ⁵
Pensiones de sobrevivencia	El asegurador está comprometido a pagar una renta de sobrevivencia mensual, vitalicia o temporal, según corresponda, a los beneficiarios de un trabajador fallecido acorde al contexto del Régimen de Aportes Adicionales del Sistema Privado de Pensiones. ⁶

⁵ Definición modificada por Resolución SBS N° 1125-2006 del 29-08-2006

⁶ Definición modificada por Resolución SBS N° 8243-2008 del 04-09-2008, vigente desde el 01-01-2009

LÍNEA DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN
Renta de Jubilación	El asegurador se compromete con pagos mensuales vitalicios al trabajador jubilado proveniente del Sistema Privado de Pensiones, inmediato o diferido y al pago de pensiones de sobrevivencia en favor de sus beneficiarios, en el contexto de dicho régimen de pensiones. ⁷
Renta particular	Este seguro compromete al asegurador, según lo estipulado previamente, a entregar al asegurado o a sus beneficiarios una renta periódica, vitalicia o temporal, en sus modalidades de renta diferida o renta inmediata.
Seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR)	El asegurador se obliga a pagar al trabajador o a sus beneficiarios una renta mensual vitalicia o temporal según corresponda, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud, Ley N° 26790.
Sepelio de corto plazo	Seguro para casos de fallecimiento del asegurado, donde se entrega la indemnización prevista en el contrato a sus familiares, y/o se prestan los servicios necesarios para el acto del sepelio (pompas fúnebres). Considera pólizas con una vigencia menor o igual a un año. ⁸
Sepelio de largo plazo	Coberturas igual al seguro Sepelio de corto plazo con diferencia en que se considera pólizas con una vigencia mayor a un año.
Vida individual de corto plazo	Cobertura que garantiza que el pago del asegurador por la cantidad estipulada en el contrato depende del fallecimiento o supervivencia del asegurado en un momento determinado, y siempre que las condiciones del fallecimiento no estén condicionados a un evento o causa específica. Considera pólizas con vigencia menor o igual a un año.
Vida individual de largo plazo	Igual que el Vida individual de corto plazo a diferencia que considera pólizas de contratación individual con una vigencia mayor a un año.
Vida grupo particular	Seguro que protege (fallecimiento o supervivencia) a un grupo de personas durante un periodo específico.
Vida ley trabajadores y Vida Ley ex-trabajadores	Este seguro cubre a los trabajadores (Vida ley trabajadores) y trabajadores en condición de cesantes (Vida ley ex - trabajadores), indemnizándolos en caso de muerte natural o accidental, o invalidez total y permanente producto de un accidente acorde a los límites y condiciones que fija la ley. En cuyo caso, la cobertura se mantiene en vigor siempre y cuando el empleador (Vida ley trabajadores) o el trabajador (Vida ley ex - trabajadores) asuma el costo de la prima correspondiente. ⁹

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), Plan de Cuentas del Sistema de Seguros, Capítulo II: Riesgos y Cuadro concordante de riesgos - Elaboración propia.

⁷ Definición modificada por Resolución SBS N° 1125-2006 del 29-08-2006

⁸ Definición incorporada por Resolución SBS N° 8243-2008 del 04-09-2008, vigente desde el 01-01-2009

⁹ Definición incorporada por Resolución SBS N° 8243-2008 del 04-09-2008, vigente desde el 01-01-2009

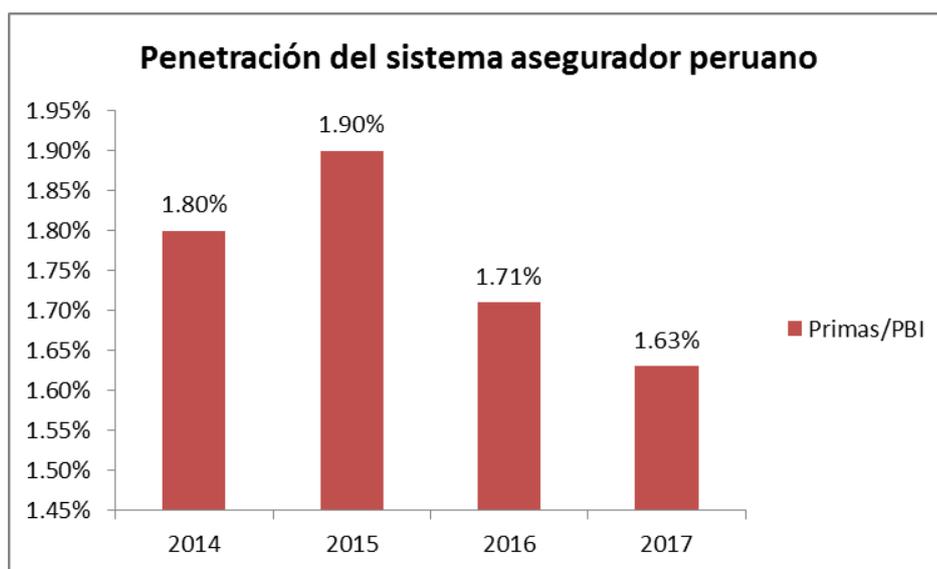
Mapfre Perú Vida y Pacífico Compañía de Seguros son las dos empresas de seguros de ramo vida que cuentan con productos asociados a todas las líneas de negocio descritas en la Tabla 3.4. (Para mayor detalle ver Anexo 3).

c) Nivel de Penetración

El índice de penetración del sector: i) primas/PBI o ii) prima/PBI per cápita; que ofrece una aproximación de la relevancia del sector.

En el Perú, en los últimos 4 años, el máximo nivel de dicho indicador asciende a 1.9% registrado al cierre del año 2015 (Ver Ilustración 3.2). Asimismo de acuerdo a lo indicado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros – APESEG (2018) se estima que **este indicador cerró el segundo trimestre 2018, en 1.66%**, ligeramente por encima de la cifra al cierre del 2017 (1.63%).

Ilustración 3.2 Penetración del Sector Seguro (Perú 2014-2017)



Fuente: APESEG - Asociación Peruana de Empresas de Seguros - Elaboración propia

Sin embargo, de acuerdo a lo informado por Mapfre Servicios de Estudios (2016), si comparamos a nivel Latinoamericano, **nuestro país es uno de los países con menor índice de penetración**, ya que al año 2016 Perú registra un 1.7% frente al 3% de promedio en la región. Países como México, Uruguay, Colombia, Argentina, Brasil y Chile registran índices más elevados. Lo más llamativo es que, según lo manifiesta Marcel Fort (Fort, M. 2017, citado por Diario Gestión, 2017), Gerente General de Crecer Seguros, este indicador podría reducirse a 0.2% si se quita el impacto de las rentas de jubilación y los seguros

previsionales. La situación es más crítica aún si consideramos la penetración por segmento y ciudad. En Lima se estima que el 45% de las personas tienen algún tipo de seguros; no obstante, en provincias puede llegar al 1.5%.

Un indicador adicional que mide el nivel de desarrollo del mercado de seguros en un país es la densidad del mercado monitoreado a través de la prima per cápita. De acuerdo a lo indicado por APESEG (2018) se estima que este indicador cerró el segundo trimestre 2018, en US\$ 116, por encima de la cifra al cierre del 2017 (US\$ 109).

A nivel de Latinoamérica, Perú también es uno de los países con menor índice de densidad. Según cifras publicadas por Fundación Mapfre (2017) el promedio del indicador de densidad de los países de Latinoamérica en el 2016 fue de US\$ 360.

De estos indicadores se colige que en el Perú “existe un gran mercado que aún no se abarca”, en palabras de Carlos Semsch (Semsch 2018, publicado en Diario Gestión 2018), gerente comercial de Crecer Seguros. El nivel de penetración y cobertura de seguros en el Perú se encuentra por debajo de países como Chile, Colombia y México que registran mayor desarrollo de esta industria. Asimismo, más del 80% del segmento A y B cuenta con al menos un seguro. Pero, en el caso del segmento C, D y E, la cifra es muy baja por no decir nula. Una opción para ganar protagonismo en estos segmentos es la oferta de microseguros con una prima accesible (entre S/ 60 – S/ 80 al año).

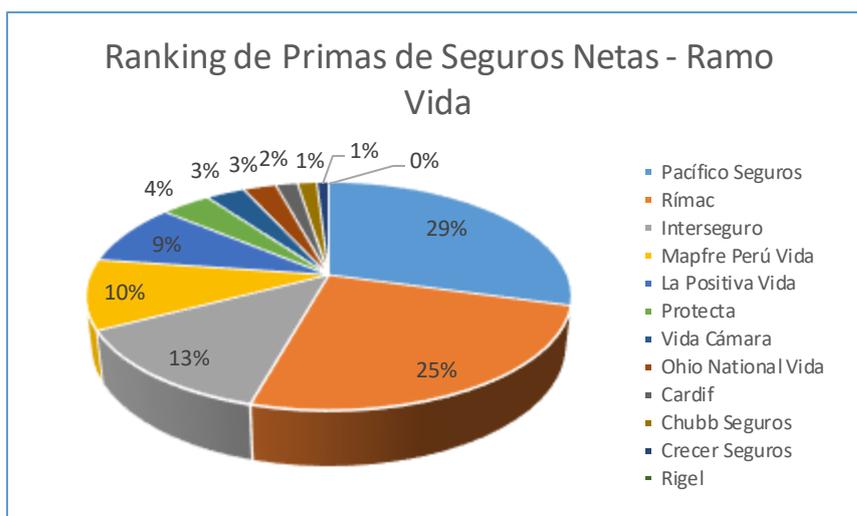
3.2.2 Análisis de empresas del sector asegurador peruano – Ramo vida

a) Participación de mercado - Primas de seguros netas Ramo Vida

Al cierre de junio 2018, las primas de seguros netas correspondiente al ramo vida registró un total de S/. 2'964 634, siendo Pacífico Seguros y Rímac las que en conjunto recaudan un poco más del 50% del total de primas (Ver Ilustración 3.3). Lo que nos indica la alta concentración de mercado que existe en esta industria.

La participación conjunta de Pacífico Seguros, Rímac, Interseguro y Mapfre Perú Vida alcanzan el 77% de las primas de este ramo.

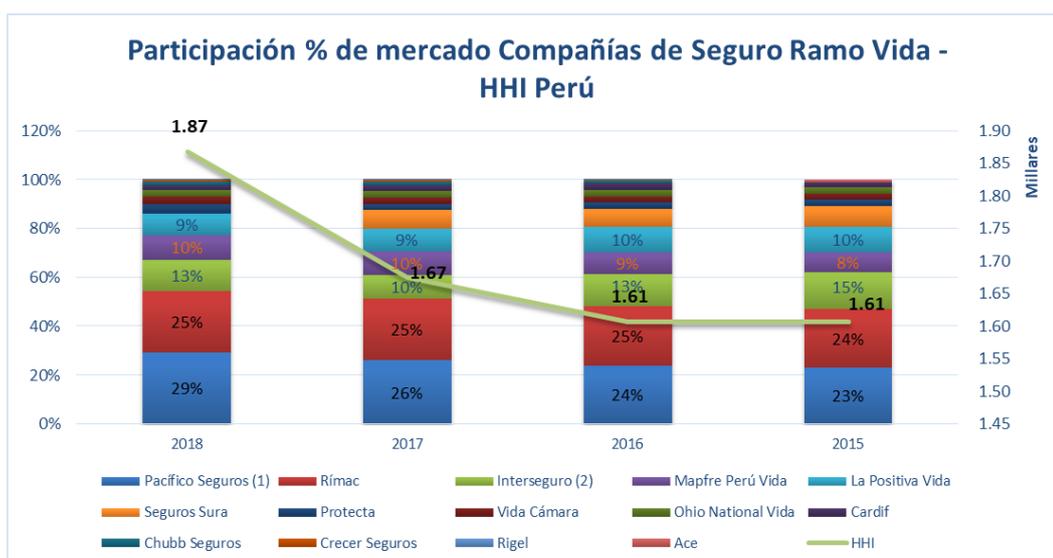
Ilustración 3.3 Ranking de Primas de Seguros Netas a Junio del 2018 – Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Lo que llama aún más la atención es si medimos el índice de concentración del mercado a través del Índice de Herfindahl e Hirschman (HHI) notaremos que el sector cada vez más tiende a concentrarse en unas pocas: pasando de 1610 puntos en junio del 2015 a los 1870 puntos a junio del 2018 (Ver Ilustración 3.4). La recomendación es que este índice se encuentre por debajo de los 1000, para considerarse un mercado competitivo; mientras que por encima de ese nivel hasta los 1500 se considera un mercado de concentración moderada; ahora bien sobre ese nivel hasta los 2500 se dice que el mercado da señales de creciente concentración. Los mercados altamente concentrados no muestran ofertas competitivas y tienden a ser oligopólicas, por lo que se debe de promover el ingreso de más compañías, reto que asume el organismo regulador del mercado, Superintendencia de Banca, Seguros y AFP.

Ilustración 3.4 Ranking de Primas de Seguros Netas 30.06.2018 – Ramo Vida



Fuente: Datos de participación del mercado - Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Estimación del Índice de Herfindahl e Hirschman (HHI) - Elaboración propia

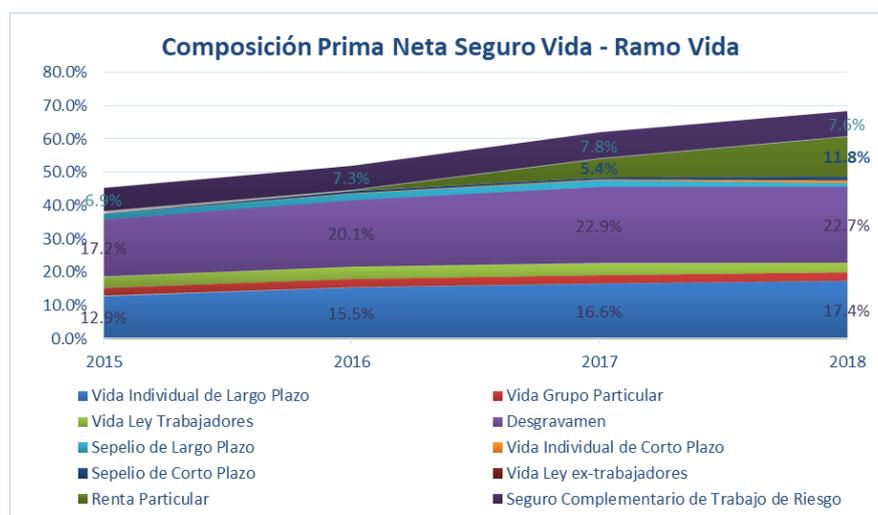
Asimismo, de acuerdo a la Ilustración 3.4 - participación del mercado a través de los últimos cuatro años, notamos que mientras Rímac, el segundo competidor se estanca en su participación de mercado de alrededor de 25%, diferente al caso de Pacífico Seguros, el cual pasa del 23% en el 2015 a un 29% en el 2018 (6% más); por otro lado Interseguros que es el tercer competidor ve afectada su participación de mercado desde un 15% de participación en el 2015 a un 13% en el 2018 (lo que indica que Pacífico Seguros ha crecido a costa de la participación de mercado de Interseguro).

b) Primas de seguro netas por producto – Ramo vida

En la Ilustración 3.5 podemos observar que los seguros de vida individual de largo plazo tienen cada vez más un mayor impacto en la población, pasando de representar el 12.9% del total de los ingresos en el ramo vida en el 2015 a un 17.4% en el 2018. Del mismo modo el seguro de desgravamen pasó de un 17.2% en el 2015 a un 22.7% al 2018 (principal fuente de ingreso en el ramo vida). No obstante, lo que nos llama poderosamente la atención en este rubro es que productos como la renta particular que hasta el 2016 no existían pasaron a conformar el 11.8% del total de ingresos por ramo Vida que el sector recibe a junio 2018, esto se explica principalmente a que en el 2016 se aprobó la Ley N° 30425 que permite el retiro del 95.5% de sus fondos disponibles de la AFP a los afiliados,

al jubilarse, y ante este escenario, las empresas de seguros de ramo vida crearon diversos productos para captar estos fondos, como la renta particular, que se sumaron a la convencional renta vitalicia. Otro factor que influye en esta nueva apuesta, es el incremento en la esperanza de vida de los afiliados a la AFP, y es que dicho aumento al reflejarse en las tablas de mortalidad de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) hará que el monto que percibe el pensionista de la renta vitalicia disminuirá, ya que el dinero acumulado en su fondo se repartirá entre un mayor número de años. Según informa el Diario Gestión (2018), a abril de este año, el 80% de afiliados de AFP que se jubilan prefieren la renta privada a la vitalicia. Ahora, toca resolver el tema de fondo respecto a esta nueva preferencia en el producto renta privada, según lo publicado por la revista Semana Económica (2016) en entrevista con Rodrigo González, vicepresidente de productos personales de Rímac Seguros, los seguros de renta privada son más flexibles y dan la alternativa de rescatar el fondo en cualquier momento justamente por ser privados, lo que lo configura en un producto de corto o mediano plazo.

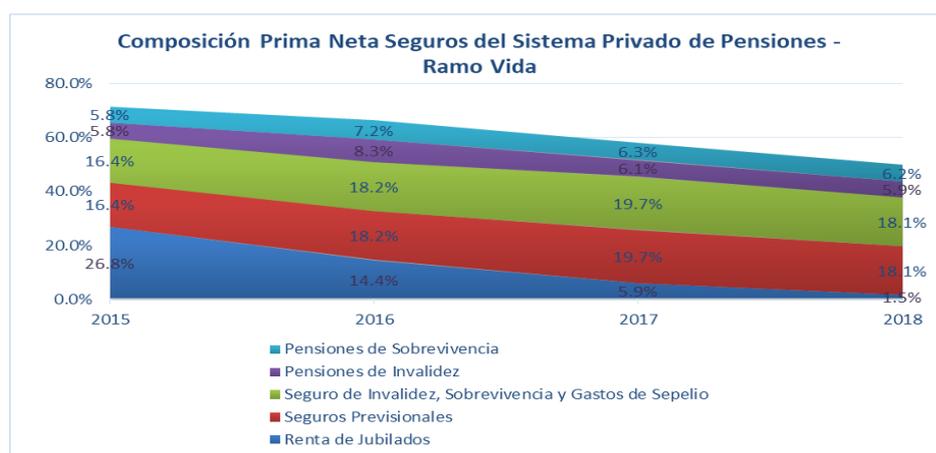
Ilustración 3.5 Composición de Prima Neta para Seguro Vida - Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Como se comentó, un escenario distinto es el que muestra los seguros del Sistema Privado de Pensiones, donde las rentas de jubilación que hasta el 2016 eran relevantes para el ramo Vida, al 2018 solo representan un ingreso minúsculo porcentual. (Ver Ilustración 3.6).

Ilustración 3.6 Composición de Prima Neta en el SPP – Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

c) Principales Indicadores Empresas de seguros – Ramo Vida

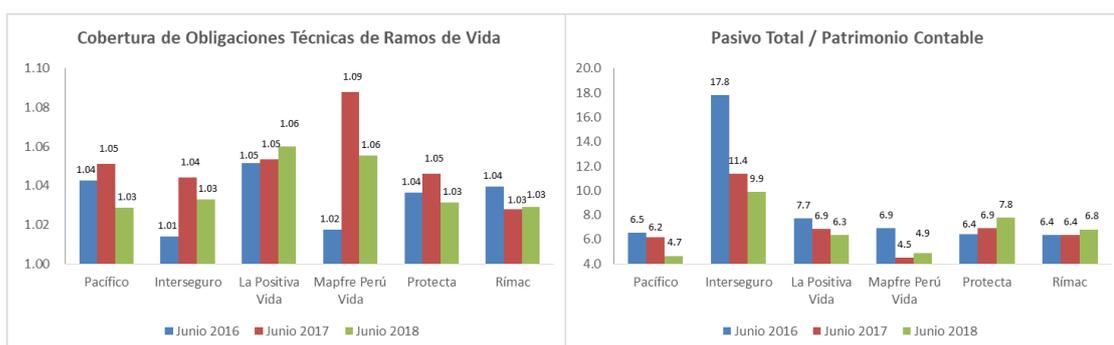
A continuación se presenta los principales indicadores de Solvencia, Siniestralidad, Rentabilidad, Liquidez y Gestión de las 6 empresas de seguros de ramo vida con mayor participación de mercado: Pacífico Seguros, Rímac, Interseguro, Mapfre Perú Vida, La Positiva Vida y Protecta. Dichas empresas en conjunto registran el 90% de ingreso de primas netas a junio 2018.

- **Indicadores de Solvencia**

El indicador Cobertura de Obligaciones Técnicas de Ramos de Vida indica las veces en que las inversiones elegibles propias del ramo de vida cubren las obligaciones técnicas que corresponden a ramos de vida de la empresa. Siendo el límite legal uno (1). De acuerdo a la Ilustración 3.7, las empresas de seguros La Positiva Vida y Mapfre Perú Vida son las que mayor cobertura presentan (más solventes), no obstante para el caso de esta última se registra un reducción de 1.09 a 1.06. Ninguna empresa incumplió el límite legal (menor a 1).

Por otro lado, el ratio Pasivo Total/Patrimonio Contable mide el nivel de apalancamiento global de la empresa, en número de veces. En esta indicador destaca la empresa Interseguro la cual pasó de un apalancamiento de 17.8 veces a 9.9 veces, siendo aún un elevado nivel frente a sus pares. Las empresas con menor nivel de apalancamiento global son Pacífico Seguros y Mapfre Perú Vida. (Ver Ilustración 3.7)

Ilustración 3.7 Indicadores de Solvencia – Empresas de seguros Ramo Vida

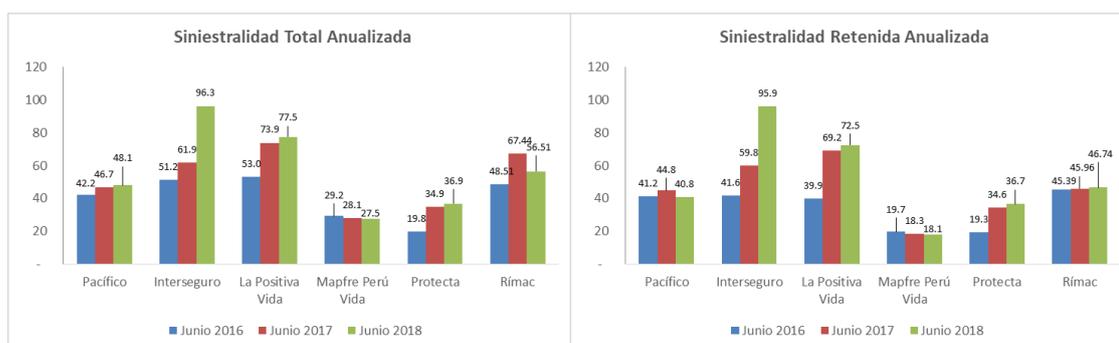


Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Elaboración propia

- **Indicadores de Siniestralidad**

El indicador Siniestralidad Total Anualizada indica la utilización porcentual de primas totales en el pago de siniestros totales, mientras la Siniestralidad Retenida Anualizada refleja utilización porcentual de primas retenidas en el pago de siniestros de responsabilidad de la empresa. De acuerdo a la Ilustración 3.8, se observa que Interseguro y La Positiva Vida son las empresas que mayor porcentaje de sus primas son destinadas al pago de siniestros mientras el caso contrario se observa para Mapfre Perú Vida.

Ilustración 3.8 Indicadores de Siniestralidad – Empresas de seguros Ramo Vida



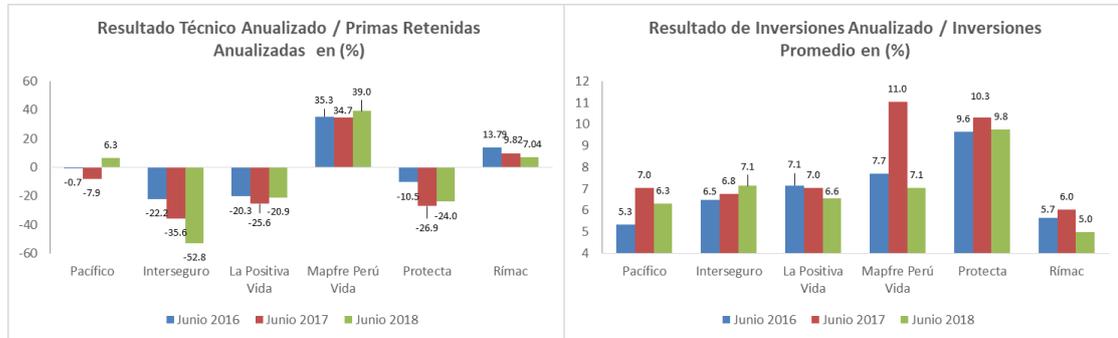
Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Elaboración propia

- **Indicadores de Rentabilidad**

El indicador Resultado Técnico Anualizado/Primas Retenidas Anualizadas indica las primas porcentuales retenidas que devienen en resultado técnico, es decir ganancias propias del negocio, mientras el indicador Resultado de Inversiones Anualizado/Inversiones Promedio indica el rendimiento (en %) de las inversiones de la empresa

(incluyendo caja y bancos, valores negociables e inversiones). De acuerdo a la Ilustración 3.9, es Mapfre Perú Vida la empresa que mejor resultado técnico obtiene y es Protecta la empresa que mayores rendimientos obtiene de sus inversiones.

Ilustración 3.9 Indicadores de Rentabilidad – Empresas de seguros Ramo Vida

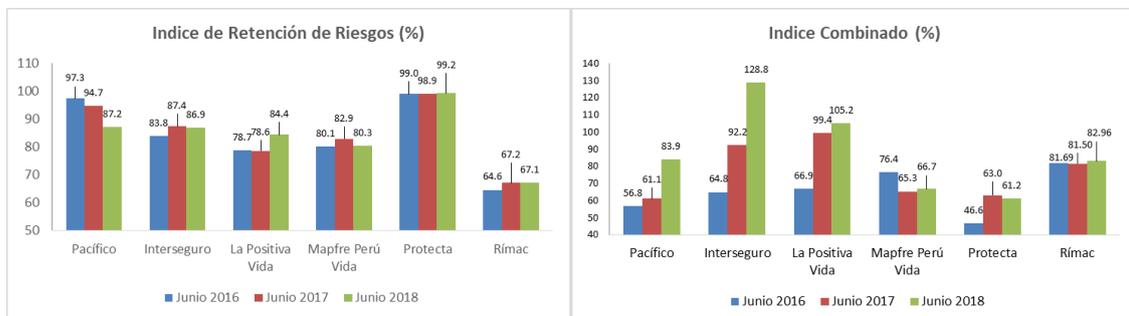


Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Elaboración propia

- **Indicadores de Gestión**

El indicador Índice de Retención de Riesgos mide la capacidad de la empresa para asumir riesgos por cuenta propia y es que se obtiene de la relación Primas Retenidas Anualizadas / Primas Totales Anualizadas (en %), en este punto se observa que Rimac es la empresa que más acude a los reaseguros (menor indicador), por otro lado el Índice Combinado es el porcentaje de uso de primas retenidas dirigidas al pago de siniestros, comisiones retenidas y gastos de gestión interna. De acuerdo a la Ilustración 3.10, son Protecta y Mapfre Perú Vida las empresas de seguros con mejor Índice Combinado.

Ilustración 3.10 Indicadores de Gestión – Empresas de seguros Ramo Vida



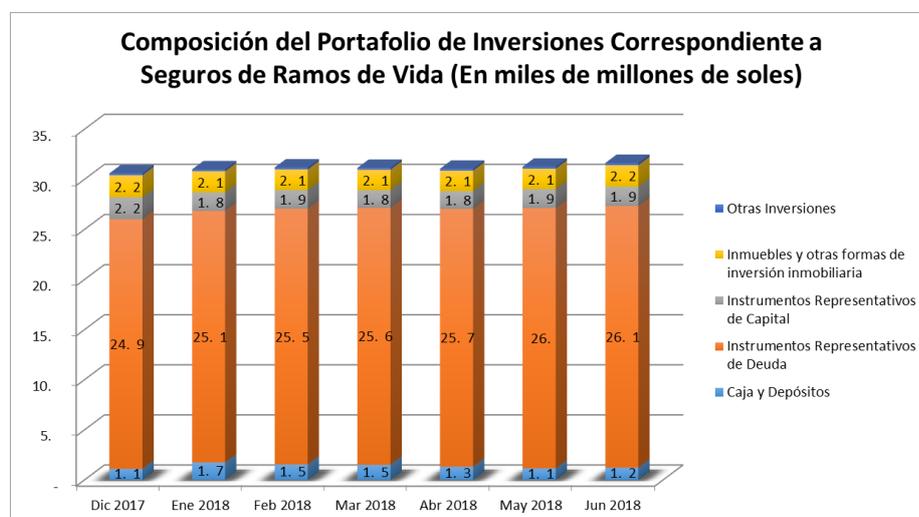
Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Elaboración propia

3.2.3 Estructura de Portafolio de Inversión en Empresas de seguros – Ramo Vida

a) Composición del Portafolio de Inversiones

Para el análisis de la estructura vigente del portafolio de Inversión se han tomado datos mensuales de los siete últimos meses (Diciembre 2017 – Junio 2018). Al observar la evolución de la composición del portafolio de inversiones del sector seguro Ramo Vida, se puede notar que el 82.5% del total invertido se concentra en instrumentos de Representativos de Deuda (Renta Fija), asimismo las inversiones en instrumentos Representativos de Capital (Renta Variable) e Inversión Inmobiliaria concentran entre ambos el 12.9% (6.1% y 6.8% respectivamente). Esta estructura responde al perfil conservador que mantienen las compañías de seguros de este ramo, su apetito por invertir en instrumentos de renta fija está alineado con el principio de calce sus inversiones por horizonte de tiempo y moneda. (Ver Ilustración 3.11)

Ilustración 3.11 Composición Portafolio de Inversiones - Seguros Ramo Vida (En miles de millones de soles)



Fuente: SBS – Elaboración propia

b) Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros

Para el análisis de las inversiones totales según rubro contable se han tomado datos mensuales de los seis últimos meses (Enero 2018 – Junio 2018). Al observar la evolución de las inversiones totales, la clasificación del tipo de inversión que más resalta por su participación sobre el total es el denominado “instrumentos clasificados a vencimiento” donde se observa un incremento de la inversión desde 15.8mil millones de soles a enero

del 2018 a un 19.2 mil millones a junio del mismo año. De igual manera, el rubro contable “inversiones disponibles para la venta” ha registrado un importante incremento de la inversión desde 7.3mil millones de soles a enero del 2018 a un 9.5 mil millones a junio del mismo año. (Ver Tabla 3.5).

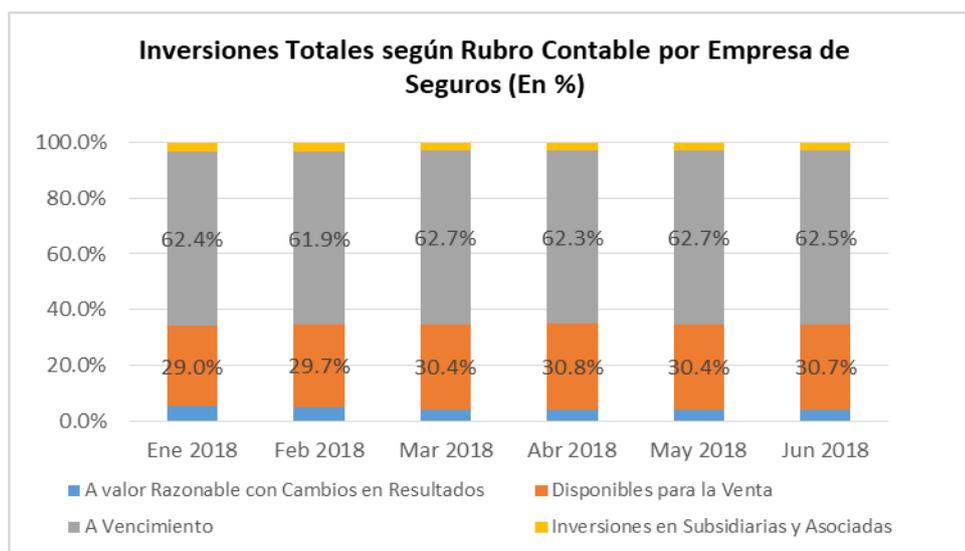
Tabla 3.5 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles)

Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles)						
Rubro contable	Ene 2018	Feb 2018	Mar 2018	Abr 2018	May 2018	Jun 2018
A valor Razonable con Cambios en Resultados	1,322,485	1,286,243	1,267,915	1,272,303	1,285,234	1,264,806
Disponibles para la Venta	7,376,044	7,664,814	9,198,646	9,358,661	9,332,536	9,453,283
A Vencimiento	15,896,473	15,961,733	18,989,551	18,921,360	19,224,747	19,226,541
Inversiones en Subsidiarias y Asociadas	877,508	887,201	823,137	828,866	824,679	819,590
Total de Inversiones Financieras	25,472,511	25,799,990	30,279,250	30,381,191	30,667,197	30,764,221

Fuente y elaboración propia

Asimismo, en la Ilustración 3.12, se observa que las inversiones en el rubro contable “inversiones disponibles para la venta” han pasado a ser del 29% al 31% del total de las inversiones, mientras el rubro “inversiones a vencimiento” se ha mantenido constante.

Ilustración 3.12 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

3.2.4 Conclusiones

El sector seguros ramo vida en el Perú está compuesto por 12 empresas de seguros, en la cual Pacífico Seguros y Rímac concentran a junio 2018 el 54% aproximadamente de las primas de seguros netas, lo cual contribuye a resolver que es un mercado concentrado oligopólico. Asimismo, se prevé un escenario positivo para este sector ante las buenas señales que se registran en los datos macro de la economía (crecimiento del PBI, oportunidad para incrementar la penetración de los seguros).

Asimismo, se observa que la mayor participación de sus inversiones se encuentran en instrumentos representativos de deuda (82%), seguido de inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria (7%) e inversiones representativas de capital (6%).

Por otro lado, a dos años de haberse promulgado la ley que permite a los afiliados retirar el 95.5% de sus fondos disponibles de la AFP al jubilarse, ha devenido en una caída notable en las ventas de los seguros renta de jubilación, no obstante las compañías de seguros con la finalidad de cubrir esa brecha crearon el producto renta particular el cual es un producto más flexible que permite rescate de la prima única en cualquier momento, lo que hace que el producto sea de corto o mediano plazo. Esta configuración del mercado está presionando a las compañías de seguros de ramo vida a colocar los ingresos provenientes de estos seguros en la clasificación contable “disponible para la venta” para garantizar el calce ante una eventual devolución de la prima única al asegurado.

Por lo tanto, la estrategia de inversiones para las compañías de seguros de ramo vida está cambiando, ahora deben rentabilizar sus inversiones en instrumentos también de corto plazo o mediano plazo, revisando variables como la rentabilidad riesgo de los instrumentos de una forma más activa.

3.3. Marco Normativo – Inversiones en las Empresas del Sector Seguros

Existe un marco normativo que aplican a las inversiones realizadas por las empresas aseguradoras de Perú, entre las principales tenemos:

- Resolución SBS N° 1041-2016. Reglamento de Inversiones de las Empresas de Seguros.
- Resolución SBS N° 7034-2012. Reglamento de Clasificación y Valorización de las Inversiones de las Empresas de Seguros.

3.3.1 Resolución SBS N° 1041-2016

En el año 2016, la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) publicó el Reglamento de Inversiones de las Empresas de seguros (Resolución SBS N° 1041-2016). En esta se detallan los límites regulatorios para las inversiones.

a) Límites por clase de activos:

La norma indica que para el respaldo de obligaciones técnicas (pasivos), la empresa debe de considerar, los límites y sublímites por clase de activo determinado en el Artículo 36° (ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Principales Límites de inversión

CLASE DE ACTIVO		RAMO VIDA	BASE DE CÁLCULO
a)	Efectivo y depósitos	100%	Obligaciones Técnicas
b)	Instrumentos representativos de deuda	100%	Obligaciones Técnicas
	b.1) Certificados de participación en fondos inversión y fondos mutuos que invierten mayoritariamente en instrumentos de deuda.	60%	Obligaciones Técnicas
	b.2) Instrumentos titulizados o instrumentos de deuda emitidos por sociedades de propósito especial y fideicomisos.	40%	Obligaciones Técnicas
	b.2.i) Instrumentos titulizados o instrumentos de deuda emitidos por fideicomisos o por sociedades de propósito especial, cuyos subyacentes no corresponden a proyectos de infraestructura con aval, garantía o participación del Estado Peruano, o de Estados u Organismos Multilaterales; ni a subyacentes 100% elegibles según los requisitos del artículo 25°.	20%	Obligaciones Técnicas
c)	Instrumentos representativos de capital	20%	Obligaciones Técnicas

	CLASE DE ACTIVO	RAMO VIDA	BASE DE CÁLCULO
d)	Inversión en inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria	35%	Obligaciones Técnicas
e)	Operaciones de reporte y préstamos de valores y otras operaciones similares.	5%	Obligaciones Técnicas

Fuente: Reglamento de Inversiones de las Empresas de seguros. Res. SBS 1041-2016
Elaboración propia

Límites de inversión adicionales: (ver Tabla 3.7)

Tabla 3.7 Límites de inversión adicionales

	CLASE DE ACTIVO	RAMO VIDA	BASE DE CÁLCULO
a)	Inversiones en el exterior	50%	Obligaciones Técnicas
b)	Entidades dedicadas a una misma actividad económica. No debe sumarse el efectivo de la empresa.	40%	Obligaciones Técnicas
c)	Inversión en entidades del sector financiero	50%	Obligaciones Técnicas
d)	Inversión en instrumentos emitidos por el Gobierno Central de la República del Perú y el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)	50%	Obligaciones Técnicas

Fuente: Reglamento de Inversiones de las Empresas de seguros. Res. SBS 1041-2016
Elaboración propia

Nota: La norma en cuestión incluye monitorear otros límites de inversión adicionales, para mayor detalle o profundidad dicho documento debe de ser consultado, para fines de este estudio los límites descritos se consideran suficientes para el posterior uso y análisis.

b) Clases de activos e inversiones:

En el capítulo anterior se revisó que la principal categoría en que invierten las empresas de seguro de ramo vida es instrumentos representativos de deuda (82%), seguido de inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria (7%) e inversiones representativos de capital (6%). A continuación se describen las principales clases de activos que agrupan estas categorías:

- Instrumentos representativos de deuda: Bonos, Cédulas hipotecarias, Letras, Pagarés, Papeles comerciales, Instrumentos deuda titulizados o emitidos por

fideicomisos o por sociedades de propósito especial (SPE), Otros instrumentos representativos de deuda.

- Inversión en inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria: Inmuebles, Certificados de participación en fondos mutuos o fondos de inversión inmobiliaria, Participaciones en fideicomisos o en sociedades de propósito especial con inversiones inmobiliarias, Acciones de empresas dedicadas a la inversión en inmuebles, Inversión directa en proyectos inmobiliarios, Inmuebles futuros, Inmuebles arrendados con opción de compra a favor del arrendatario, Créditos inmobiliarios, Otros vehículos de inversión cuyos activos subyacentes correspondan a inversiones inmobiliarias.
- Instrumentos representativos de capital: Acciones comunes, de inversión, Valores representativos de acciones en depósito (GDR's y ADR's), Acciones preferentes (con y sin derecho a dividendo, acumulativo y no acumulativo), Derechos de suscripción preferente, Certificado de participación en fondos mutuos, Exchange-Traded Funds (ETF), Certificados de participación en fondos de inversión, Otros instrumentos representativos de capital.

c) Consideraciones adicionales indicadas por la normativa:

Elegibilidad de los activos

Las compañías de seguros buscan que sus inversiones sean elegibles para cubrir obligaciones técnicas, recordemos que si el ratio Inversiones elegibles/ Obligaciones Técnicas es menor a 1, entonces podría ser intervenido por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. En este sentido es importante que se inviertan en activos elegibles para esto la norma detalla los requisitos y criterios que debe cumplir cada clase de activos para ser considerado elegible. En el presente estudio se considerará los principales requisitos para los instrumentos representativos de deuda, entre los que resaltan:

- Por emisor: Gobiernos centrales, bancos centrales, instituciones financieras del país o del exterior, personas jurídicas nacionales o extranjeras con emisiones locales o en el exterior y organismos internacionales
- Por la modalidad de oferta pública: para los instrumentos emitidos localmente se debe contemplar su inscripción en el Registro Público del Mercado de Valores de la SMV. Para emisiones públicas en el exterior, se debe contemplar

su inscripción en el registro público de valores del país donde se efectúe la oferta.

- Los requerimientos de clasificación de riesgo. Serán elegibles instrumentos con grado de inversión: clasificados en BBB- (triple B menos) o de menor riesgo.

Gestión de activos y pasivos

La normativa indica que las compañías de seguro deben definir portafolios de inversión sobre la base de las características de las obligaciones que respaldan: horizonte de tiempo de las obligaciones, moneda, grado de liquidez, entre otros.

Este requerimiento normativo conduce a que las decisiones de inversión de las empresas de seguros deben centrarse principalmente en el principio del calce, es decir si las obligaciones se incrementaron en cierta moneda y plazo se debe cubrir este flujo de egreso con ingresos garantizados por las inversiones. En este sentido, para el desarrollo del presente estudio se tuvo la limitación de no contar con datos relacionado a las características (plazo, grado de liquidez) respecto a los pasivos. No obstante, se buscará que la metodología sea flexible de incluir más restricciones que capture la naturaleza de pasivos.

3.3.2 Resolución SBS N° 7034-2012

A continuación se describe las implicancias de la Resolución SBS N° 7034 – 2012, resolución que aprueba el Reglamento de Clasificación y Valorización de las Inversiones de las Empresas de Seguros.

Este reglamento establece 6 categorías para las inversiones:

- a) Inversiones a valor razonable con cambios en resultados;
- b) Inversiones disponibles para la venta;
- c) Inversiones a vencimiento;
- d) Inversiones en subsidiarias, asociadas y participaciones en negocios conjuntos;
- e) Inversiones en inmuebles; y,
- f) Créditos inmobiliarios.

Las principales características de las clasificaciones que formarán parte del análisis de este estudio son (ver Tabla 3.8):

Tabla 3.8 Categorías para las inversiones

Clasificación	Principales Características
Inversiones a valor razonable con cambios en resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirido principalmente con el objetivo de venderlo en un futuro cercano. • Designado a valor razonable con cambios en resultados desde un inicio. • Registro contable inicial y posterior: a valor razonable. Reconocerá ganancia/pérdida por fluctuación de valor que afectará a los resultados del ejercicio.
Inversiones disponibles para la venta	<ul style="list-style-type: none"> • Registro contable inicial y posterior: a valor razonable, en caso de no tener cotización en mercado activo, se valorizará al costo. • Reconocerá ganancia/pérdida por fluctuación de valor que afecta a la cuenta del Patrimonio, cuando se realice la ganancia o pérdida pasa a registrarse en los resultados del ejercicio. • Sujeto a evaluación de deterioro.
Inversiones a vencimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos de deuda con cupones y vencimientos fijos. • Adquiridos con el propósito de conservarlos hasta su fecha de vencimiento. • Registro contable inicial a valor razonable y posterior a costo amortizado. No se reconocen ganancias/pérdidas en el resultado del ejercicio. • Sujeto a evaluación de deterioro.
Inversiones en subsidiarias, asociadas y participaciones en negocios conjuntos	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos representativos de capital obtenidos con la finalidad de: Tener control por medio de la participación patrimonial y/o poseer influencia significativa en otras entidades. • Valorización (método de la participación). • Sujeto a evaluación de deterioro.

Fuente y elaboración: Ministerio de Economía y Finanzas

De las características descritas notamos que los instrumentos clasificados como “Inversiones disponibles para la venta” e “Inversiones a valor razonable con cambios en resultados” están afectos por el riesgo de mercado (cambio en precios, tasas, tipo de cambio).

Sin embargo si la compañía aseguradora clasifica dicho activo como “Inversión a vencimiento”, ciertamente la entidad tendrá que evaluar el riesgo de crédito; así mismo le será irrelevante la variación en el tiempo de los precios de dicho activo (riesgo de mercado), toda vez que su interés se ha de centrar solo en recibir los flujos pactados (riesgo de crédito).

3.3.3 Conclusiones

Respecto al marco normativo es de nuestro interés conocer los límites de inversión regulatorios por tipo de activo, y considerar que los activos a incluir en el portafolio deben de ser preferentemente elegibles para cubrir obligaciones técnicas. Debido a la limitación de información respecto a los pasivos a través del tiempo que mantienen las compañías de seguros no se considerará un horizonte temporal para la optimización de portafolio de inversiones.

También es importante determinar que para efectos de la optimización de portafolio se deben considerar instrumentos clasificados como “Inversiones disponibles para la venta” e “Inversiones a valor razonable con cambios en resultados” toda vez que ambas categorías están sujetas a riesgo de mercado.

Los tipos de activos que se considerarán para la optimización de portafolio son: Instrumentos representativos de deuda e Instrumentos representativos de capital. Las inversiones inmobiliarias tienen otro tratamiento para su valorización (tasación o valor presente de flujos futuros en caso de inmueble arrendado) y por lo tanto están afectos a factores de riesgo que para fines de la presente tesis no es materia de estudio.

CAPITULO IV

MARCO TEORICO

En el presente marco teórico se considera inicialmente la definición de los conceptos básicos que serán parte del diseño de la investigación. Es así que se describen las características y elementos de cálculo (rendimiento, correlación, varianza, covarianza) para los instrumentos representativos de deuda (renta fija) e instrumentos representativos de capital (renta variable). También se define el concepto de riesgo, estructura de tasas de interés, técnica del Cash Flow Mapping, el valor en riesgo y finalmente la optimización de portafolio a través del Ratio Sharpe.

4.1 Instrumentos de renta fija

Los activos de renta fija juegan un papel importante en el mercado de capitales de toda economía, estos instrumentos permiten a los emisores (instituciones públicas y empresas) endeudarse directamente del público reduciendo así los costos de financiamiento lo que impacta en un mayor beneficio social.

Estos instrumentos se basan en un contrato marco que otorga el derecho de recibir flujo(s) de dinero en un período(s) de tiempo determinado(s) que incluyen intereses y devolución del capital al inversionista. Existen instrumentos que se caracterizan por tener definido una tasa de interés fija pactada en el momento de su emisión, tales como los bonos, los certificados de depósito, entre otros.

4.1.1 Bonos

El bono es un instrumento representativo de deuda que involucra una promesa de pago futuro documentado, en este documento se determina el monto, intereses, periodos de pago, forma de pago, entre otros. El inversionista presta dinero al emisor del bono (principal) y a cambio obtiene derechos a recibir intereses y la devolución del principal. Los bonos son emitidos por entidades públicas y privadas y el inversionista al adquirirlo incurre en riesgo de crédito y de mercado principalmente por la fluctuación de las tasas de interés del mercado.

El objetivo de financiarse con bonos es para destinar esos recursos a nuevos proyectos de inversión, capital de trabajo, sustituir deuda, entre otras.

La rentabilidad de los bonos pueden ligarse a un indicador (ejemplo el Índice de Precios al Consumidor) para protegerse de las fluctuaciones del mercado. Entre sus características esta que presenta un valor nominal determinado en el contrato de emisión.

Existe una relación inversa precio – tasa de interés de mercado es decir, el valor del instrumento va a depender de la tasa de interés de mercado, es así que:

1. El bono se negociará en un precio igual a su a la par cuando la tasa cupón es igual a la tasa requerida por el mercado.
 - Tasa Cupón = Tasa requerida por el mercado => Precio = valor a la par.
2. El bono se negociará en un precio por debajo de su valor a la par (es decir a descuento) o por encima de su valor nominal (es decir con prima) cuando la tasa cupón es diferente a la tasa requerida por el mercado.
 - Tasa Cupón < Tasa requerida por el mercado => Precio < valor a la par (a descuento)
 - Tasa Cupón > Tasa requerida por el mercado => Precio > valor a la par (con prima)
3. El precio de un bono cambia en dirección opuesta al cambio en las tasas de interés. Por lo tanto en el instante que cambia las tasas de interés cambia el precio del bono y se mantiene la siguiente relación:
 - Si las tasas de interés suben => Precio del bono baja.
 - Si las tasas de interés bajan => Precio del bono sube.

4.1.2 Tipología de bonos

De acuerdo a sus características, los bonos se pueden clasificar en:

- Por su emisor: Público, Privado
- Por su tasa de interés: Tasa fija, Tasa variable
- Por su amortización: Bullet (intereses periódicos y pago de principal al vencimiento), Amortizables (Se abonan periódicamente intereses y parte del principal), A perpetuidad (no amortizan jamás, pagan intereses indefinidos), Cupón cero (no paga intereses periódicos, los intereses están implícitos, se compra a descuento).
- Por sus características especiales: Bonos con opción de rescate (derecho del emisor de recomprar el bono), Bonos con garantías, Bonos convertibles en acciones.

4.1.3 Características de emisión

Todas las características del bono se encuentran en su prospecto marco – contrato, entre sus principales características se encuentra: Fecha de emisión, Fecha de vencimiento, Plazo, Valor nominal (Corresponde al monto de la deuda originalmente emitida), Tasa Cupón (Tasa de interés nominal comprometida por el emisor), Garantías, Moneda de emisión, Esquema de amortizaciones, Monto de emisión (Monto final de recaudo).

- **Caso peruano**

En el caso peruano estos activos se dividen en letras y bonos del Tesoro Público, el emisor es la República del Perú representado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y son valores nominativos, representados mediante anotación en cuenta y de libre negociación. Las letras corresponden a títulos con vencimiento menor a un año y se negocian a descuento (su ganancia proviene de la diferencia del precio que se compra con el valor facial del título), mientras que los bonos denominados bonos soberanos si son emitidos con fechas de vencimiento mayores a un año. Las emisiones se realizan con el objetivo de financiar Operaciones de Administración de Deuda, financiamiento de las Regiones (fideicomisos regionales), financiamiento a los Gobiernos Regiones y Locales.

Principales características de los bonos soberanos:

- Son denominadas en moneda local: Soles
- Valor nominal: S/. 1,000 soles
- Tasa cupón: depende la denominación.
- Base: 30/360
- Interés corrido: Por el número de días transcurridos por la fecha de pago del último cupón y la fecha de liquidación del bono.

A continuación se presenta el stock de bonos soberanos vigentes al 17 de agosto del 2018 (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Bonos soberanos Vigentes - Perú

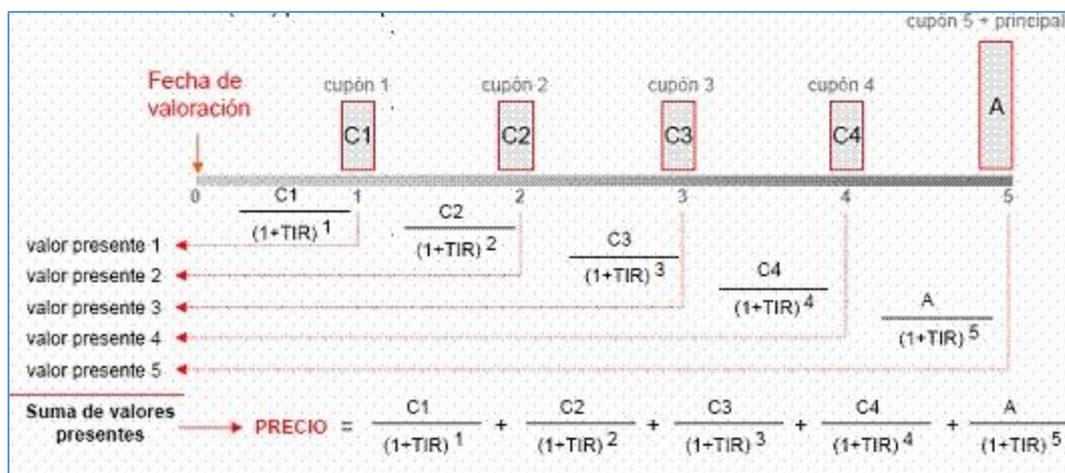
BONOS SOBERANOS VIGENTES										
al 17 de AGOSTO del 2018										
Denominación	ISIN	Nemónico	Unidades en Circulación	Valor Nominal (Soles)	Valor Actualizado (Soles)	Plazo Original (años)	Tasa Cupón	Cupón (Soles)	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
Bonos en Moneda Nacional Nominal										
Bonos Soberanos 12AGO2020 ^{41 51 12/13}	PEP01000CY33	SB12AGO20	4,400,890	4,400,890,000.00	4,400,890,000.00	15.1	7.84%	39.20	18/07/2005	12/08/2020
Bonos Soberanos 12SEP2023 ¹⁶	PEP01000C4N3	SB12SEP23	5,501,504	5,501,504,000.00	5,501,504,000.00	11.2	5.20%	26.00	22/06/2012	12/09/2023
Bonos Soberanos 12AGO2024	PEP01000C4W4	SB12AGO24	10,582,148	10,582,148,000.00	10,582,148,000.00	9.8	5.70%	28.50	07/11/2014	12/08/2024
Bonos Soberanos 04ENE2028A ¹⁵	PEP01000C4O1	SB04ENE28A	215,367	124,159,075.50 ¹⁸	124,159,075.50	6.8	3.72%	18.60	04/01/2013	04/01/2028
Bonos Soberanos 12AGO2026 ^{41 51 10/12}	PEP01000CJ09	SB12AGO26	11,759,840	11,759,840,000.00	11,759,840,000.00	20.3	8.20%	41.00	03/05/2006	12/08/2026
Bonos Soberanos 12AGO2028 ¹⁹	PEP01000C5D1	SB12AGO28	13,585,660	13,585,660,000.00	13,585,660,000.00	12.0	6.35%	31.75 ²⁰	07/10/2016	12/08/2028
Bonos Soberanos 12FEB2029 ¹⁷¹	PEP01000C4Q6	SB12FEB29	1,644,823	1,644,823,000.00	1,644,823,000.00	15.6	6.00%	30.00	10/07/2013	12/02/2029
Bonos Soberanos 12AGO2031 ¹⁴	PEP01000C4G7	SB12AGO31	13,296,244	13,296,244,000.00	13,296,244,000.00	23.3	6.95%	34.75	24/04/2008	12/08/2031
Bonos Soberanos 12AGO2032	PEP01000C5E9	SB12AGO32	11,143,500	11,143,500,000.00	11,143,500,000.00	15.1	6.15%	30.75	21/07/2017	12/08/2032
Bonos Soberanos 12AGO2037 ⁹	PEP01000C2Z1	SB12AGO37	9,216,223	9,216,223,000.00	9,216,223,000.00	30.0	6.90%	34.50	26/07/2007	12/08/2037
Bonos Soberanos 12FEB2042 ^{11 16}	PEP01000C4L7	SB12FEB42	4,443,473	4,443,473,000.00	4,443,473,000.00	32.0	6.85%	34.25	27/01/2010	12/02/2042
Bonos Soberanos 12FEB2055	PEP01000C4S2	SB12FEB55	2,271,843	2,271,843,000.00	2,271,843,000.00	40.6	6.7142%	33.57	09/07/2014	12/02/2055
TOTAL MONEDA NACIONAL NOMINAL			88,061,515	87,970,307,075.50	87,970,307,075.50					
Bonos en Moneda Nacional Indexada										
Bonos Soberanos 13JUL2019	PEP01000CS98	SB13JUL19	14,000	14,000,000.00	20,751,955.98	15.0	7.40%	1/	13/07/2004	13/07/2019
Bonos Soberanos 13OCT2024 ^{21 31 71}	PEP01000CT89	SB13OCT24	884,246	884,246,000.00	1,303,899,934.80	20.0	6.8399%	1/	13/10/2004	13/10/2024
Bonos Soberanos 12FEB2030	PEP01000C4U8	SB12FEB30	76,800	76,800,000.00	85,548,772.61	15.5	2.8893%	1/	22/08/2014	12/02/2030
Bonos Soberanos 31ENE2035 ^{41 71}	PEP01000CV85	SB31ENE35	910,968	910,968,000.00	1,339,790,013.83	30.0	7.39%	1/	31/01/2005	31/01/2035
Bonos Soberanos 12FEB2040	PEP01000C4V6	SB12FEB40	228,000	228,000,000.00	254,220,835.67	25.5	3.1412%	1/	15/08/2014	12/02/2040
Bonos Soberanos 12AGO2046	PEP01000CT58	SB12AGO46	424,000	424,000,000.00	605,938,857.11	40.0	3.83%	1/	28/11/2006	12/08/2046
Bonos Soberanos 12FEB2054	PEP01000C4T0	SB12FEB54	383,250	383,250,000.00	428,160,528.53	39.6	3.2669%	1/	01/08/2014	12/02/2054
TOTAL MONEDA NACIONAL INDEXADA			2,921,254	2,921,254,000.00	4,833,310,933.53					
TOTAL GENERAL			90,982,779	90,891,571,075.50	92,803,617,974.03					

Fuente y elaboración: Ministerio de Economía y Finanzas

4.1.4 Precio del bono

El precio de un bono se determina al sumar el valor presente de todos los flujos futuros descontados con la tasa de interés de mercado para cada plazo (ver Ilustración 4.1).

Ilustración 4.1 Valorización de Bonos - Flujo descontado



Fuente: Enciclopedia financiera. Precio de un bono. Recuperado de <https://www.encyclopediainanciera.com/inversion/rentafija/preciodunbonoorentafija.htm>

Matemáticamente se resume en:

Ecuación 4-1

$$VA = \sum_{n=1}^N \frac{\text{Cupón}}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^N}$$

Donde:

VA: Valor actual o precio del Bono

Cupón: Interés que paga el emisor

VN: Valor nominal o principal de la deuda

r: Tasa de interés de mercado

N: Tiempo al vencimiento del bono

Nota: Al vencimiento del bono, el precio es igual a su valor par. Por tanto se puede deducir que la trayectoria de la tasa de rendimiento (TIR) tiende al cupón que presenta cada uno de ellos. Este proceso se conocido también como pull to par.

4.1.5 Rendimiento del bono

Para el caso específico de los bonos, la rentabilidad es entendido como un tipo de interés conocido con el nombre de Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) que se calcula igualando el valor presente descontado con la TIR de los flujos futuros (cupones, amortizaciones) con el precio de mercado del bono. Esta metodología de estimación de rentabilidad supone que el dinero recibido es reinvertido a la misma tasa de interés en cada periodo.

Ecuación 4-2

$$\text{Precio} = \frac{FF_1}{(1 + TIR)} + \frac{FF_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FF_N}{(1 + TIR)^N}$$

La TIR se obtiene a través de un proceso de iteración. Y como se observa en la ecuación precedente, mantiene una relación inversa con el precio del bono. Una modalidad adicional de estimar la TIR es presentada por López G. (2003), que indica que la TIR es el resultado de:

Ecuación 4-3

TIR = Rendimiento actual (current yield) + Ganancia de capital

Siendo:

Ecuación 4-4

$$\text{Current Yield} = \frac{\text{Flujo de caja anual}}{\text{Precio del bono}} \text{ y}$$

Ecuación 4-5

$$\text{Ganancia de capital} = G = \frac{P_1 - P_0}{P_0}$$

4.1.6 Sensibilidad del Precio del bono

La sensibilidad de precios de un bono frente a cambios de tasas de interés de mercado depende de varias características de la emisión tales como la madurez, la tasa cupón, y opciones integradas. A continuación explicaremos cada uno de ellos:

- a) El Impacto de Madurez: Manteniendo todos los otros factores constantes, a mayor madurez del bono, mayor la sensibilidad de precios frente a cambios en las tasas de interés. Esto quiere decir que ante cambios en las tasas de interés el efecto sobre el cambio en el precio del bono será mayor en aquel que tenga un mayor plazo de vencimiento (madurez) frente a otro que se encuentre próximo a vencer.
- b) El impacto de la tasa cupón: Manteniendo todos los otros factores constantes, a menor tasa cupón, mayor la sensibilidad de precios del bono frente a cambios de tasas de interés.
- c) El impacto de opciones de rescate: El valor de un bono con opción integrada de compra cambiará dependiendo como el valor de la opción integrada cambia cuando las tasas de interés cambian. Esto quiere decir que ante caídas en las tasas de interés el precio de un bono con opción de compra (rescate) no se incrementa en la magnitud que lo hace un bono libre de opción de rescate.

Por otro lado, la sensibilidad de precios de un bono frente a cambios de tasas de interés de mercado también depende del nivel de las tasas de interés que corresponde a dicho bono.

- d) El impacto del nivel de las tasas de interés: Es debido al riesgo de crédito que dos bonos a pesar de tener las mismas características: tasa cupón, vencimiento y opción

de compra, se pueden negociar a diferentes rendimientos. No obstante, se conoce que manteniendo todos los otros factores, a mayor rendimiento de los bonos menor su sensibilidad del precio. Más adelante se explicará el concepto de duración modificada y su interpretación.

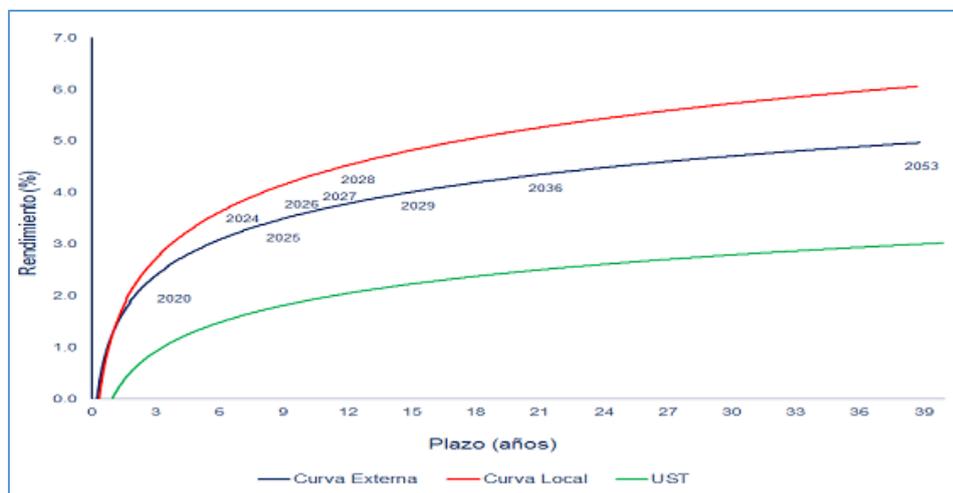
4.2 Curva de rendimiento

4.2.1 Definición

Según lo expuesto por Bolton y Santana (2007) si agrupamos a todos los bonos con características de un mercado en específico (riesgo de default, emisor, cupón, etc.) siendo la estructura de vencimientos de cada bono lo único que genera las diferencias en las tasas de interés, obtenemos lo que se conoce como curva de rendimiento.

Esta curva es de suma relevancia pues constituye una fuente de información en el mercado y permite realizar valorizaciones de diversos instrumentos financieros y estrategias de cobertura. El tipo de activo que por sus características es más preciso de modelar en la curva de rendimiento es el bono cupón cero emitido por algún organismo emisor libre de riesgo como puede ser Tesorería o Banco de Central de los países (ver Ilustración 4.2).

Ilustración 4.2 Curvas de rendimientos – Estimación Gobierno de Panamá



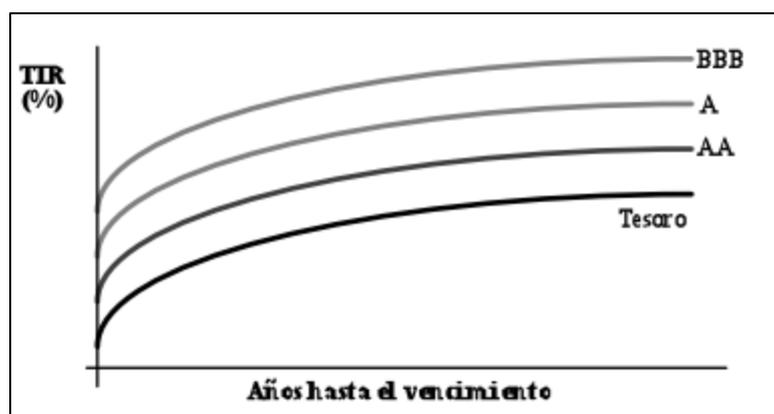
Elaboración y fuente: Ministerio de economía y finanzas (MEF) – República de Panamá.

Como se puede observar en la gráfica, las curvas de rendimiento difieren para cada nivel de riesgo de crédito (calificación de bonos), la curva UST pertenece a la curva de rendimientos de los Treasuries norteamericanos, la curva local hace referencia a la curva

de rendimiento de los Treasuries de Panamá, como se conoce el para ambos países se tiene diferentes calificaciones crediticias.

Esta característica también se refleja en los bonos corporativos y es por ello que estos registran diferentes niveles en sus curvas de rendimientos de acuerdo a su calificación/rating crediticio (ver Ilustración 4.3).

Ilustración 4.3 Curvas de rendimientos – Por rating crediticio – Bonos del Tesoro vs. Bonos corporativos



Elaboración propia

Se observa que a mayor riesgo la curva de rendimiento deberá estar situada por encima de la de menor riesgo.

4.2.2 Hipótesis de la estructura de tasas – curvas de rendimiento

Es importante revisar que existen múltiples teorías que intentan explicar la forma funcional de la curva de rendimiento, cada una de estas teorías se basa en distintos supuestos que intentan describir, lo más próximo posible, el comportamiento de los agentes económicos al momento de definir sus preferencias por los diferentes plazos de sus inversiones, dentro de estas hipótesis destacan:

- i. **Hipótesis de expectativas:** Esta hipótesis se fundamenta en los trabajos realizados por Fisher (1930), Williams (1938), Lutz (1940) y Hicks (1946). La idea implícita en esta hipótesis es que los agentes al momento de determinar su asignación de inversión, consideran como único parámetro relevante las rentabilidades esperadas. Es así que ante la expectativa de un aumento de tasas de interés en el corto plazo y bajo los supuestos que los agentes son neutrales al riesgo, no poseen

preferencia por liquidez, las expectativas de rendimientos son homogéneas y no existen costos de transacción, se experimentará un exceso de oferta por activos a corto plazo, unido a una caída de tasas en el corto plazo y un exceso de demanda por fondos de largo plazo, junto a un aumento de las tasas de largo plazo. Lo anterior resulta en un aumento de la pendiente de la curva de rendimientos.

ii. **Hipótesis de preferencia por liquidez:** Impulsada por Hicks (1939), indica que los individuos son adversos al riesgo y al valorizar sus activos incorporan un componente de incertidumbre en las estrategias de inversión, es así que preferirán invertir en activos de corto plazo debido a que son más líquidos y que demandarán una prima significativa al momento de invertir en activos de largo plazo.

iii. **Hipótesis de segmentación:** Toma como parte de su desarrollo lo planteado en la hipótesis de preferencia por liquidez, es decir acepta que los individuos prefieren activos de corto plazo por su liquidez, asimismo plantea que existe otro tipo de inversionistas que prefieren activos de más largo plazo que tratan de eliminar el riesgo de reinversión que significaría los activos de corto plazo.

Así, los individuos responden a preferencias distintas que también puede venir de su propia estructura de pasivos. Generándose segmentos. Por ejemplo, en el mercado de seguros y en específico en el ramo vida, la estructura de los pasivos son de largo plazo por tanto prefieren activos también de largo plazo ya que ponderan más la certidumbre de sus ingresos.

Finalmente, establece que cada segmento está marcado por su propia dinámica, es decir existe poca movilidad de individuos inversionistas de un segmento a otro y cada segmento experimenta sus propias fuerzas de oferta y demanda sobre activos y por lo tanto son los que determinan la forma de la curva de rendimiento propio de su horizonte (corto plazo y largo plazo).

iv. **Hipótesis del Hábitat Preferido:** Desarrollado por Modigliani y Sutch(1967), esta teoría toma como parte de su desarrollo lo planteado en la hipótesis de segmentación y la hipótesis de preferencia por liquidez, en esta teoría también se acepta la existencia de incertidumbre sobre los acontecimientos futuros y los individuos se caracterizan por ser adversos al riesgo. Bajo esta teoría el concepto hábitat se refiere al periodo durante el cual un inversionista mantiene sus posiciones de inversión basados en la preferencia del vencimiento de los activos,

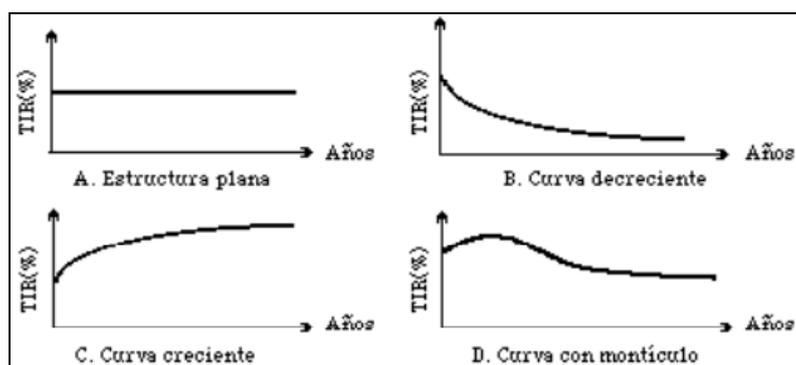
lo que busca preferentemente es hacer calzar los vencimientos de sus activos y pasivos eliminando de esta forma el riesgo sistemático.

A diferencia de la hipótesis de segmentación, aquí si existe la posibilidad de la existencia de algún incentivo para definir en qué influenciar en los individuos respecto a en que segmento puede ingresar.

Al existir desequilibrios eventuales entre la oferta y demanda en activos para ciertos plazos, la existencia de primas puede equilibrar dicha situación, tomando la magnitud necesaria para incentivar a los individuos a trasladarse de un segmento a otro.

Finalmente, bajo esta hipótesis la curva puede tomar diferentes formas incluso curvas de rendimientos invertidas reflejando la preferencia de los individuos por activos de mayor madurez (ver Ilustración 4.4).

Ilustración 4.4 Tipos de curvas de rendimiento de bonos hasta su vencimiento



Elaboración propia

4.2.3 Métodos de cálculo de las Curvas de Rendimiento – Curva cupón cero

Obtener una curva de rendimiento de referencia es muy importante para la valorización de bonos aún más cuando estos son ilíquidos, en este sentido los financistas matemáticos han desarrollado diversas técnicas para poder estimar tasas para bonos cupón cero a distintos plazos y como se comentó estos rendimientos deben de ser concebidos de bonos con riesgo de crédito nulo, es decir debe ser estimado sobre tasas reales de mercado de bonos emitidos por los diferentes gobiernos que garanticen el cumplimiento de los cupones.

De acuerdo a la literatura revisada existen métodos para completar los tramos sin información de tasas que tiene la curva de rendimientos, el método que es sencillo y que se obtiene con un número reducido de parámetros es el método paramétrico desarrollado por Nelson y Siegel.

Otro método simple de utilizar es el Método del bootstrapping, que sustenta su posición al considerar las tasas contado o actual (tasa de mercado) de corto plazo para luego estimar la tasas actuales del subsiguiente periodo. Este proceso se replica constantemente hasta determinar todas las tasas spot relevantes.

i. Modelo Nelson y Siegel

El planteamiento de este modelo establece una relación entre el vencimiento de los distintos instrumentos de deuda con sus retornos. Este modelo estima de una forma simple y práctica el cálculo de la curva de rendimientos, considerando que sea flexible para representar de forma general la forma asociada a la curva de rendimientos. Entre sus características se destaca que cumple en ser monotónica y con forma de S.

Esta metodología define las tasas forward instantánea en “m”, relacionándola con la madurez de la siguiente forma:

Ecuación 4-6

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \exp\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)$$

Donde:

- $r(m)$: Función que relaciona el periodo de maduración con las tasas forward.
- t_1 y t_2 : Constantes de tiempo asociado con la ecuación.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$: parámetros determinados por condiciones iniciales.
- β_1 y β_2 : definen la forma de curva
- β_0 : define que la curva sea asíntota.

La ecuación descrita lleva consigo que el rendimiento al vencimiento del bono cupón cero está dada por la integral de la curva de tasas forward, que corresponde al promedio de las tasas forward en un contrato a futuro con un periodo de inversión infinitesimal, conocida como tasas forward instantáneas y se define:

Ecuación 4-7

$$R(m) = \frac{1}{m} \int_0^m r(m) dm$$

De acuerdo a Julio J, Mera S, Herúlt A. (2002) en la práctica las tasas forward instantáneas se pueden identificar con la tasa overnight forward, es decir la tasa con madurez de un día luego del inicio del contrato.

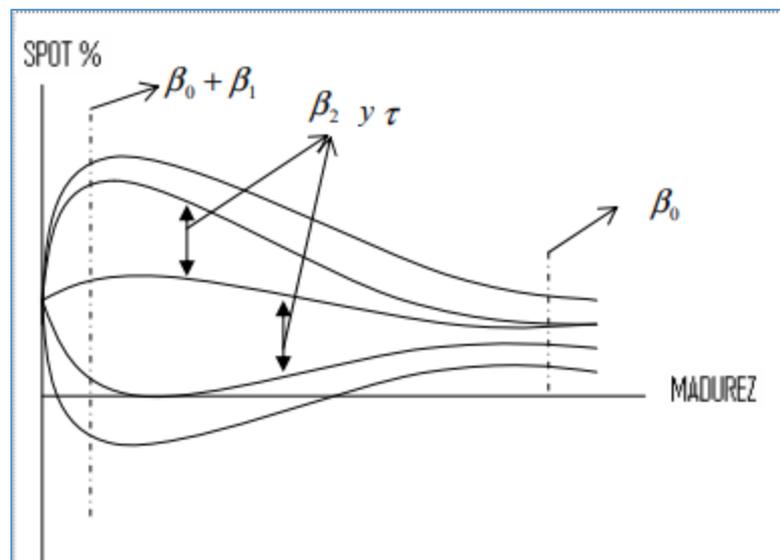
Volviendo con la ecuación anterior, al resolver la integral, se obtiene la curva cupón cero modelada por:

Ecuación 4-8

$$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \cdot \left[\frac{1 - \exp(-m/\tau)}{m/\tau} \right] - \beta_2 \cdot \exp(-m/\tau)$$

En adelante, serán los parámetros a definir los que determinen la forma de curva cupón cero y de esta manera conocer tasas teóricas no observables en la práctica (ver Ilustración 4.5).

Ilustración 4.5 Convergencia de las curvas cupón cero



Elaboración propia

Donde:

- $\beta_0 + \beta_1$: rendimientos de corto plazo.

- β_1 : define tendencia
- β_0 : rendimiento de largo plazo.
- B_2 y t definen la curvatura de la ecuación.

ii. Método del bootstrapping

De acuerdo a esta metodología, se estiman tasas específicas de la curva sobre la base del principio de que la curva responde a nulo arbitraje. El procedimiento consiste en estimar secuencialmente las tasas cupón cero para diferentes vencimientos. Se indica que un bono puede ser definido por un conjunto de bonos cupón cero (bonos a descuento) correspondiente tanto a los cupones (intereses) como al principal. Así el valor de un bono corresponde a la suma de los bonos cupón ceros descompuestos. Se procede a brindar un ejemplo numérico para su desarrollo:

Ejemplo tomado de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) Métodos de Estimación de Curvas Cupón Cero (2018):

Se tiene cotizaciones de cuatro bonos bullet:

Tabla 4.2 Bonos bullet distintos plazos

Bono	Plazo (años)	Tasa cupón	Yield to Maturity
A	0.50	5.0%	4.80%
B	1.00	5.7%	5.40%
C	1.50	6.0%	5.90%
D	2.00	6.3%	6.20%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS).

Elaboración propia

Paso 1: Estimar el precio de los bonos

Descontando con la tasa yield to maturity se estima el precio de los bonos:

Tabla 4.3 Precio de bonos bullet

Bono	Precio Sucio
A	100.1252
B	100.3567
C	100.2615
D	100.3587

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS).

Elaboración propia

Paso 2: Estimación de las tasas spot

Este proceso se efectúa a través de un procedimiento sucesivo. El bono A al tener un vencimiento próximo es un bono cupón cero, por tanto se toma la tasa de este periodo para descontar el primero flujo del bono B (bono con dos flujos) mientras el segundo flujo será descontado a una tasa cupón cero que igualará al precio de hoy del bono B.

Ecuación 4-9

$$P_{sucto}(B) = 100.3567 = \frac{2.85}{(1.048)^{0.5}} + \frac{102.85}{(1 + S_1)^{1.0}}$$

$$S_1 = 5.4086\%$$

Realizando este procedimiento de manera secuencial se obtienen los siguientes valores:

Tabla 4.4 Datos de la curva de rendimientos

Plazo (años)	Tasa spot (S_t)
0.5	4.8000%
1.0	5.4086%
1.5	5.9213%
2.0	6.2314%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS).

Elaboración propia

Por lo tanto, esta metodología de bootstrapping permite estimar las tasas cupón cero para los diferentes plazos del mercado para construir una curva de rendimiento de bono cupón cero. De acuerdo a lo señalado por la SBS, si se desea estimar plazos intermedios, éstos podrían ser estimados mediante la utilización de algún método de interpolación.

Es importante resaltar que mientras la tasa de rendimiento al vencimiento (yield to maturity o TIR) de un bono soberano es una tasa promedio influenciado por la estructura de pagos que registra cada bono así como su vencimiento, las curvas cupón cero es un

conjunto de tasas únicamente asociadas al plazo y limpia de una estructura de pagos. Por tanto puede ser utilizada como referencia para valorizar instrumentos que no cotizan.

4.2.4 Importancia de la curva cupón cero

Las curvas cupón cero, específicamente de bonos soberanos constituyen bonos cupón cero sin riesgo default. En base a estas curvas de referencia (tasas en diferentes plazos) y agregando un spread (denominado spread crediticio) es posible valorizar cualquier instrumento de deuda ilíquido sin precio de mercado trayendo a valor presente los flujos de caja del instrumento en la moneda respectiva. La utilización de las curvas cupón cero para la valorización de instrumentos de renta fija es una práctica aceptada a nivel internacional.

4.2.5 Zero – Volatilidad Spread (Z-Spread)

De acuerdo a Choudhry M. (2005), el Z-spread es el spread (diferencial) constante que hace que el precio de un instrumento de deuda iguale al valor presente de sus flujos de caja cuando es añadido al rendimiento en cada punto sobre la curva de tasa cupón cero donde el flujo de caja es recibido. En otras palabras, cada flujo de caja es descontado a la tasa cupón cero soberano de cada fecha de pago más el z-spread.

Ecuación 4-10

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

Donde:

P: Precio del bono

CF: Flujo de caja

R: Tasa cupón cero soberana

Z: Z spread.

También se conoce a este spread como un spread estático de cero volatilidad.

4.3 Instrumentos de Renta variable

Según Juan Mascareñas (2013), un instrumento de renta variable se puede definir como un contrato que promete entregar al propietario/inversor, un flujo de caja indeterminado en el futuro. El activo más popular de este tipo es la acción, que representa una proporción del patrimonio de la empresa. Así, dependiendo del tipo de acción

(preferente, sin voto, rescatables), el accionista tiene derecho a dar opinión, voto en la junta general de accionistas.

Un inversor en accionistas compra con el objetivo de: Controlar la gestión de la empresa, Invertir (rendimiento sobre dividendos rendimiento sobre el capital), Especular (rendimiento sobre el capital, debido a su horizonte temporal de muy corto plazo y las ventas en corto que podría realizar) y Arbitrar (compra y vende en distintos mercados al mismo tiempo buscando una ganancia).

Otros instrumentos de renta variable que también cotizan en los mercados son: Fondos mutuos, American Depositary Receipts (ADR), Exchange Trade Funds (ETF), entre otros.

4.3.1 Acciones - valor teórico de la acción

El valor teórico de la acción equivale en el valor presente de los flujos futuro que espera generar, según se plantea en el Modelo de descuento de rendimiento:

Ecuación 4-11

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1 + K_a)^t}$$

Siendo:

P₀: Valor teórico de la acción

D_t: Dividendo en el periodo t

K_e: la rentabilidad mínima exigida

No obstante, en la práctica es imposible conocer los dividendos que pagará una empresa al infinito, por lo que se plantea el modelo de Gordon – Shapiro.

Ecuación 4-12

$$P_0 = \frac{D_1}{k_e - g}$$

Siendo

g: Tasa de crecimiento de los dividendos.

Estos modelos explican teóricamente como estimar el precio de una acción, no obstante en un mercado líquido estos precios están constantemente fluctuando y son

conocidos por los agentes económicos. Para fines de realizar la optimización del portafolio tomaremos los precios de mercado para el análisis.

4.3.2 Fondos Mutuos - Valoración del valor cuota

El valor cuota de un fondo mutuo, resulta de dividir el patrimonio total administrado por el fondo sobre el número de cuotas del fondo.

Tabla 4.5 Ejemplo ilustrativo – estimación de valor cuota

CALCULO DELO VALOR CUOTA		
Fondo Mutuo Tipo A		
Patrimonio administrado	A	1,000,000 unidades monetarias
Número de cuotas del fondo	B	5,000
Valor cuota	(A/B)	200 unidades monetarias

Fuente y elaboración propia

4.3.3 Rendimiento de un activo de renta variable

Para el caso de la acciones se conoce que estos otorgan una ganancia que depende de su desempeño, por tanto tal y como lo declaran Jaffe, Ross y Westerfiel (2012).el rendimiento total está compuesto por el rendimiento del dividendo y las ganancias de capital. Por tanto el rendimiento esperado es:

Ecuación 4-13

$$R_{t+1} = \frac{D_{t+1}}{P_t} + \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}$$

Siendo:

R: Rendimiento

P: Precio

Para el caso de los fondos mutuos dado que no tienen dividendos el rendimiento únicamente depende de las ganancias de capital.

Se puede estimar también una rentabilidad en tiempo continuo con el uso del logaritmo natural (ln). La rentabilidad logarítmica asegura que esta no será menor -1, por ello se los rendimientos logarítmicos son útiles para calcular probabilidades basadas en la distribución normal. Se define como:

Rendimiento logarítmico = $R_c = \ln(\text{Precio inicial} / \text{Precio final})$

4.4 Riesgo

Se conoce que los inversionistas invierten con el objetivo de buscar ganancias en la asignación de su capital. No obstante se debe considerar que ingresar a este mercado trae consigo lidiar en un ambiente de incertidumbre donde puede finalmente incurrir en resultados positivos o negativos. En este contexto, Echemendía B. (2011) define el concepto de riesgo dos maneras:

- Contingencia o proximidad de un daño.
- Combinación de Probabilidad e impacto que deviene en algún hecho indeseable.

Para Ross, Westerfield y Jaffe (2012) no existe una definición universalmente aceptada. Mas una forma de pensar en el riesgo de los rendimientos de las acciones comunes es en términos de grado de dispersión, que determina cuánto puede desviarse un rendimiento específico del rendimiento promedio, esperado. A continuación se presentan las medidas de riesgo.

4.4.1 Medidas de Riesgo

Considerando que la incertidumbre se origina producto de una conducta aleatoria implícita en los rendimientos de los precios de los instrumentos, entonces es posible asociar la medición de riesgos al enfoque de la distribución de probabilidad (ejemplo: Distribución normal, etc). Es así que el riesgo puede ser estimado recurriendo a métricas estadísticas. A continuación se presentan algunas fórmulas estadísticas.

- **Desviación promedio absoluta (MAD)**

Es el valor promedio absoluto de las desviaciones de las observaciones individuales respecto al promedio aritmético:

Ecuación 4-14

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n}$$

- **Varianza**

Es el promedio de las desviaciones cuadráticas desde el promedio. Si la varianza es la poblacional entonces hará uso del valor de todos los miembros de la población analizada y en su denominador solo se dividirá entre “n”; mientras que si es una varianza muestral el denominador llevará un “n-1”. Las medidas del riesgo (variabilidad o dispersión) que se presenta corresponden a la Varianza y la Desviación Estándar:

Varianza:

Ecuación 4-15

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Desviación estándar de los rendimientos, es el medidor de la volatilidad de la variable analizada, muchas veces equiparable al riesgo:

Ecuación 4-16

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dónde: \bar{x} , es el promedio de las observaciones.

n, es el número de observaciones.

x_i es una observación del rendimiento de un activo.

Se dice que la varianza mide el nivel de riesgo total: i) riesgo sistemático y ii) riesgo no sistemático; por lo que en condiciones de no diversificación de portafolios es el medidor adecuado.

Aplicar la varianza en un modelo de predicción implica que se asume que el pasado es un prólogo, y se asume que la historia es predictiva.

- **Covarianza**

Mide la relación en la que dos variables se mueven juntas a través del tiempo. La covarianza positiva significa que las variables (por ejemplo la tasa de crecimiento del PBI, o rendimiento de las acciones o bonos) tienden a moverse de manera conjunta en el mismo sentido; mientras que la covarianza negativa implica que las variables analizadas se mueven en direcciones opuestas. Así mismo la covarianza igual a cero significa que no existe relación lineal entre las dos variables observadas, lo que se

traduce que si el rendimiento de un activo se mueve hacia una dirección específica, no hay forma de saber el desenvolvimiento de la otra variable.

Sin embargo, tal y como lo manifiesta Schweser, K. (2018), el problema de la covarianza es que no se puede especificar que a mayor medida mayor sea la relación entre las variables, ya que la magnitud de la covarianza dependerá de la magnitud individual de cada desviación estándar de cada activo y de la relación entre los movimientos.

Ecuación 4-17

$$\text{Cov}_{1,2} = \frac{\sum_{t=1}^n \{ [R_{t,1} - \bar{R}_1] [R_{t,2} - \bar{R}_2] \}}{n-1}$$

Donde:

$R_{t,1}$: retorno del activo 1 en el periodo t

$R_{t,2}$: retorno del activo 2 en el periodo t

$R_{p,1}$: retorno promedio del activo 1 en el periodo t

$R_{p,2}$: retorno promedio del activo 2 en el periodo t

n: número de periodos

- **Coefficiente de correlación**

Al estandarizar la covarianza de dos variables con el producto de las desviaciones estándares de cada una de ellas, se obtiene el coeficiente de correlación entre las variables 1 y 2:

Ecuación 4-18

$$\rho_{1,2} = \frac{\text{Cov}_{1,2}}{\sigma_1 \sigma_2}$$

Re expresado tenemos lo siguiente:

Ecuación 4-19

$$\text{Cov}_{1,2} = \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2$$

El beneficio de interpretar este coeficiente de correlación, respecto a la covarianza, es que está acotada entre -1 y +1.

Así para el análisis de los retornos esperados, una correlación de +1 significa que la desviación o movimiento desde el promedio del retorno analizado siempre se

mueve de manera proporcional y en la misma dirección que la otra variable. Mientras que una correlación de -1 significará que la desviación desde el promedio se moverá proporcionalmente en la dirección opuesta al movimiento de la otra variable.

Por último, una correlación igual a cero significará que no hay relación lineal entre los rendimientos de ambos activos.

4.4.2 Riesgo de Mercado

El riesgo de mercado está relacionado a todas aquellas contingencias producto de las fluctuaciones de las variables económicas, por lo que este concepto engloba a otros riesgos asociados como son riesgo de variación en: i) el tipo de cambio, ii) en los precios de los activos (acciones, fondos mutuos), y iii) en la tasa de interés.

Conocer todo esto será relevante para el presente trabajo por dos razones: a) el portafolio que usualmente constituyen las compañías de seguro del ramo vida poseen más del 85% instrumentos de renta fija, y b) calcular el rendimiento de un instrumento de renta fija requiere alguna transformación indirecta en la que se hará uso de la Duración modificada, que captura los efectos de la tasa cupón y madurez de un bono. A continuación daremos un especial tratamiento al riesgo de tasas de interés dado que el valor de un instrumento de renta Fija depende de estos rendimientos.

4.4.2.1 Medida del riesgo de tasas de interés

La variación de los precios de un bono están fuertemente relacionados a los cambios de tasas de interés de mercado, aunque aquellas dependen de varias características de la emisión tales como la madurez, la tasa cupón, y opciones integradas. A continuación nos centraremos en las dos primeras características, que se reflejan en la Duración de un bono.

Para poder estimar el cambio en el precio de un bono antes cambios en la tasa de interés se necesita de un modelo de valorización de bono. No obstante, existe una fórmula que estima el cambio porcentual aproximado del precio de un bono ante cambios de 100 puntos básicos (1%) en las tasas de interés, y éste es llamado la *duración modificada*.

Para explicar el concepto de la duración modificada debemos abordar primero la duración de Macaulay, ya que la primera solo es una transformación de ésta última.

- **Duración de Macaulay**

Cuando se calcula el valor presente de los flujos de caja y dando un valor a cada uno según la duración temporal. A esta manera de estimar la duración se denomina -Duración de Macaulay, que es el promedio ponderado de madurez de flujos de efectivo.

Ecuación 4-20

$$\text{Duración de Macaulay} = \sum_{t=1}^T t * w_t \quad \text{donde: } w_t = \frac{CF_t}{(1+r)^t P}$$

- CF: Flujos de caja (cupones + amortización)
- t: tiempo de madurez
- T: es el número de flujos de caja
- P: Precio del bono

Esta medida coincide en estimar el vencimiento medio necesario para recibir todos los flujos que paga dicho bono.

Forma alternativa - Duración según la diferencia entre las variaciones del bono:

Ecuación 4-21

$$\text{Duración} = \frac{\text{precio si la tasa de interés baja} - \text{precio si la tasa de interés sube}}{2 * \text{precio inicial} * \text{cambio en la tasa de interés}}$$

- **Duración modificada**

Ahora bien una vez que se conoce cómo hallar el Duración de Macaulay pasaremos a desarrollar la Duración Modificada. Según cita Fabozzi (2004), hablamos de duración modificada cuando asumimos que el flujo de caja esperado de un bono no cambia ante cambios en las tasas de interés, esto se verifica únicamente para bonos que son libre de opción de compra.

La duración modificada mide la sensibilidad del precio de un instrumento de deuda con respecto a los cambios experimentados por la rentabilidad del mismo. Es decir, mide la sensibilidad del valor del activo frente a las variaciones de los tipos de interés. Su estimación se deriva de:

Ecuación 4-22

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

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_M \cdot \Delta r$$

$$D_M = \frac{D}{1+r} \quad \text{donde: } D_M \text{ es la duración corregida o modificada}$$

y "r" la rentabilidad hasta el vencimiento.

En el caso de bonos cupón cero, la duración del bono coincidirá exactamente con la duración temporal (maduración) de dicho bono.

Un gestor de fondos en función de la fase del ciclo económico y del probable rumbo de las tasas de interés podrá optar por asumir más o menos duración en su portafolio. Por lo general, los gestores de fondos anticipan caídas en las tasas de mercado y se inclinan en elevar la duración y viceversa.

Finalmente, para un portafolio de bonos que consta de bonos con distinta madurez (plazo), el concepto de duración implica que el cambio de la tasa de interés del 1% aplica a los rendimientos en sus diferentes plazos.

4.4.2.2 Value at Risk (VaR)

Esta metodología de medición del riesgo fue publicada en octubre de 1994 por el banco de inversión JP Morgan a través de RiskMetrics y a partir de entonces se hizo más popular su aplicación. El valor en riesgo (VaR) se define como la máxima pérdida esperada de un portafolio de activos en condiciones normales de mercado para un horizonte de tiempo y con un nivel de probabilidad de ocurrencia de $(1-\alpha)$; es decir el VaR sería la menor pérdida de los α peores casos en la Distribución de los retornos.

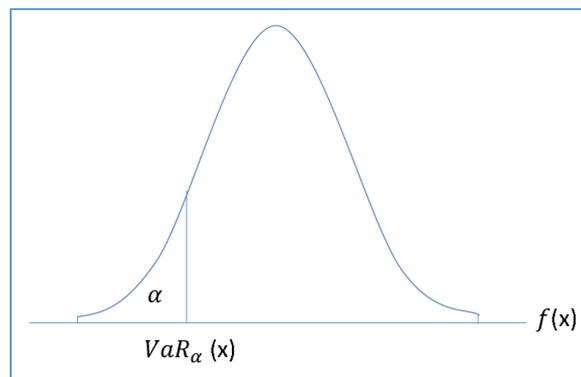
Para el cálculo del VaR se tienen dos enfoques: i) los modelos paramétricos, que asumen una función de densidad Normal basada en la teoría de los grandes números, se suele utilizar por muchos gestores; y ii) los modelos no paramétricos, que no realizan supuesto alguno sobre la distribución de rentabilidad; conociéndose dentro de este enfoque los modelos de simulación histórica y la de simulación de Montecarlo.

a) Métodos Paramétrico del VaR

El VaR paramétrico es aquel que asume que la distribución de probabilidad de una serie es Normal, donde dicha función de distribución es simétrica y mesokúrtica.

Asumiendo que la media, la moda y la mediana son iguales. De esta forma el VaR paramétrico asume que el percentil calculado hacia la derecha o izquierda tienen el mismo nivel de probabilidad de ocurrencia, dado un nivel de confianza. Es que el VaR expresa un cuantil en la Distribución de rendimientos, equivaliendo a un cálculo del percentil α de las pérdidas potenciales, la cual así mismo se refleja como un punto en la Distribución, como: $VaR_{\alpha}(x)$, donde se observa una función de distribución Normal (ver Ilustración 4.6)

Ilustración 4.6 VaR en la Distribución Normal



Tomado de Rojas Vélez, en Optimización del portafolio de líneas de seguros bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR)

Por último este supuesto permite que ante el cálculo del VaR de un portafolio de inversiones se asegure los principios de: i) aditividad y ii) convexidad.

Este método es aplicado comúnmente por su practicidad y sencillo desarrollo.

Según expone García C. y Gutiérrez S.(s.f), “para el desarrollo del VaR se requiere estimar la volatilidad de los factores de riesgo, por lo que se debe elaborar una matriz de varianzas y covarianza. Es ahora donde toma relevancia el rol de las correlaciones debido a que permiten diversificar el riesgo. Una correlación de los instrumentos de los portafolios menor a 1 hace que el riesgo agregado del portafolio sea menor que la suma de los riesgos individuales. En este caso se utiliza la formulación de teoría moderna de portafolio desarrollada por Markowitz.”

El VaR individual se estima por:

Ecuación 4-23

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

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

Y el VaR del portafolio mediante:

Ecuación 4-24

$$VaR_P = \sqrt{(VaR_1 \quad \dots \quad VaR_N) \begin{bmatrix} \text{Matriz de} \\ \text{Correlación} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} VaR_1 \\ \vdots \\ VaR_N \end{pmatrix}}$$

b) Método No Paramétrico del VaR

Es muy probable que las series financieras no tengan una Distribución Normal, y es común incluso que se tengan “colas anchas” en la izquierda. Ante ello es que se observa una falta de subaditividad, que implica que el riesgo de portafolio sea menor que la suma de los riesgos de cada uno de los activos que lo componen; y convexidad, que garantice que al optimizar el portafolio se logre un riesgo mínimo global. Para corregir esto es que se han desarrollado técnicas como el VaR de simulación histórica y el VaR de simulación de Montecarlo.

b.1. VaR con simulación Histórica

Esta metodología simplemente reordena la serie de rendimientos históricos, ordenándolos de menor a mayor, asumiendo que la historia replicará el nivel de riesgo en el que incurre una compañía. Los cambios en la estructura del portafolio afectarán las comparaciones en diferentes puntos de fechas del resultado del VaR, además de las variables anteriores. Este modelo asume que los escenarios pasados pueden extrapolarse en el futuro, pues el comportamiento pasado podría tener similitudes a los eventos futuros. Por tanto se elimina el supuesto del modelo paramétrico que los retornos futuros tienen un comportamiento normal.

De este modo, la observación histórica de escenarios pasados se aplica al portafolio actual, generando múltiples escenarios de pérdidas y ganancias, sobre los cuales se estiman medidas de riesgo de mercado estadísticamente válidos.

Los pasos que se han seguido se describen de modo sucinto:

- a) Identificar factores de riesgo que afectan al portafolio, determinando la cantidad de observaciones y el período útil en el análisis.
- b) Una vez identificados, se procesan los necesarios datos para el cálculo.
- c) Calcular el total de las pérdidas y ganancias por cada uno de los días que se han incluido en la muestra.
- d) Se pasa a ordenar las pérdidas y ganancias en orden descendente.
- e) Se identifica el VaR acorde al percentil correspondiente, y de acuerdo al nivel de confianza que el investigador escoge.

b.2. VaR con simulación de Monte Carlo

Según Jorion (2004), este modelo viene a ser el más completo y analítico ya que crea un extenso rango de posibles escenarios para el desempeño de los precios de los activos financieros y así del portafolio, las simulaciones son computarizadas.

En primer lugar se elige un modelo estocástico específico para el comportamiento de los precios, este modelo debe reflejar la realidad para que el VaR también lo refleje. Posteriormente, a través de una generación de número aleatorios se obtiene una distribución de los valores del activo para los cuales puede ser hallado el valor en riesgo. Como bien menciona Mascareñas (2008) en cada prueba realizada se extrae el percentil de 5% (95% de nivel de confianza) ó 1% (99% nivel de confianza) del valor de la cola izquierda en la distribución. Cuando se evidencia diferentes variables que están correlacionadas, con el fin de calcular el VaR se debe realizar un proceso denominado factorización de Cholesky.

4.4.2.3 Conditional VaR - CVaR

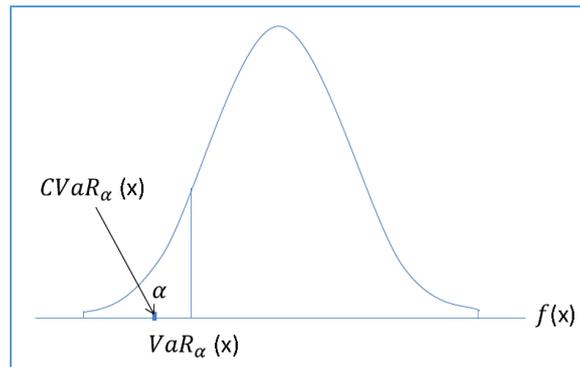
A esta medida de estimación también se le conoce como Mean Shortfall (MS), exceso de pérdida media, o Tail VaR. Esta medida de riesgo busca estimar las pérdidas que se hallan en la cola de distribución, por lo que en general es superior al VaR. Como lo menciona Franco Arbelaes (2005), finalmente el CVaR termina siendo un promedio ponderado del VaR y el CVaR (pérdidas esperadas que exceden estrictamente el VaR):

Ecuación 4-25

$$\text{CVaR} = \lambda * \text{VaR} + (1 - \lambda) * \text{CVaR}$$

Esta medida de riesgo termina siendo mejor que un simple VaR, ya que es subaditiva y convexa. A diferencia de la varianza que no discrimina las desviaciones positivas deseadas, de las negativas no deseadas; así mismo para Rojas, S. I. (2014) el CVaR no tiene en cuenta la Normalidad de la distribución, ni su simetría; sino que considera además de la probabilidad de ocurrencia, el tamaño de la pérdida (ver Ilustración 4.7).

Ilustración 4.7 Función de Distribución para el CVaR



Elaboración propia

En el gráfico anterior se puede observar que el CVaR mide el rendimiento esperado de los α rendimientos más bajos que se han registrado históricamente en el portafolio de inversiones.

Es que como nos lo recuerdan Arbeláez y Ceballos (2005) el CVaR es muy bueno para portafolios cuya distribución no sean Normal, e informa respecto al tamaño de las pérdidas cuando aquellas exceden el VaR.

4.5 Métodos de Proyección de Cash Flow

Según Alfonso Novales (2014), esta técnica busca asociar cada flujo de caja al vértice más próximo. Para ello se tiene tres modos: i) Principal Mapping; ii) Mapeo por Duración; y el iii) Mapeo por Cash Flow (ver Tabla 4.7).

Principal Mapping: esta metodología afirma que el principal riesgo hace referencia al recupero del valor principal invertido y sus condiciones de vencimiento; por ello busca obtener el vencimiento promedio del portafolio de inversiones; luego de lo cual calcula el VaR del bono cupón cero que tenga dicho vencimiento. El problema de esta metodología es que sobreestima el riesgo del portafolio al ignorar el pago de los cupones.

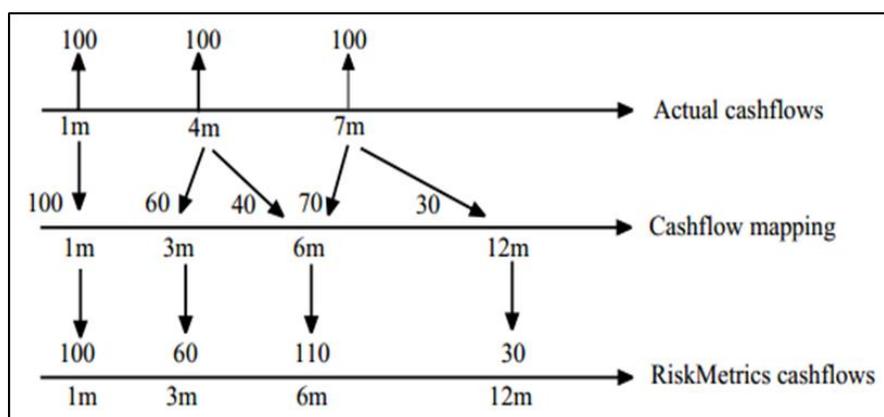
Mapeo por Duración: con este método se busca asociar el vencimiento de un bono cupón cero con la Duración de un bono. Sin embargo, un inconveniente es que la Duración hallada por lo general no es un número entero anual, de modo que no tiene un nivel de medición de su riesgo exacto, como un VaR. Ante ello es que se calcula un VaR de interpolación entre el VaR del periodo inmediatamente anterior y el VaR inmediatamente superior.

Mapeo por Flujo de Caja (Cash Flow Mapping)¹⁰: En este método se descompone el nivel de riesgo en cada componente asociado a cada flujo de caja. Para cada flujo de caja se le asigna un tipo de interés cupón cero que calce con su plazo, y que nos permitirá traerlo a valor presente. Una vez calculado los valores presentes, se les agrupa en los nodos creados, sí y solo sí se conoce la volatilidad de las tasas de interés a dichos vencimientos.

De acuerdo a esta metodología, cuando sea necesario, los flujos de caja reales son convertidos (redistribuidos) en flujos de caja trazando un mapa estándar de nodos de madurez (nodos). RiskMetrics establece como nodos fijados lo siguiente: 1mes, 3meses, 6meses, 12meses, 2años, 3años, 4años, 5años, 7años, 9años, 10 años, 15 años, 20 años, 30 años, el objetivo de trazar un mapa es estandarizar los intervalos de flujo de caja del instrumento con el fin de poder usar las volatilidades y las correlaciones que rutinariamente son calculadas para los nodos dados.

Para trazar un mapa de los flujos de caja, usualmente se considera los nodos RiskMetrics para la redistribución de los flujos de caja reales (ver Tabla 4.6)

Tabla 4.6. Mapping de flujo de caja real dentro de los vértices RiskMetrics



Fuente y elaboración: RiskMetrics (1996)

¹⁰ La utilidad y aplicación práctica del Cash Flow Mapping, se desarrollará en el Capítulo 5, Etapa 2 de las Etapas de Implementación Metodológica.

Tabla 4.7 Métodos de Proyección de Flujos de Caja

Métodos de proyección de Flujos de Caja	Riesgo principal	Inconveniente	Principal propuesta
<i>Principal Mapping</i>	El Valor invertido	No considera el riesgo de recupero de los intereses	Busca obtener el vencimiento promedio del portafolio de inversiones, para calzar con el vencimiento del pago del principal, y a partir de ello calcular el VaR.
<i>Mapeo por Duración</i>	El valor invertido y los cupones	La Duración hallada por lo general no es un número entero anual, de modo que no tiene un nivel de medición de su riesgo exacto.	Busca asociar el vencimiento de un bono cupón cero con la Duración de un bono. Interpola el VaR de los cupones cero existentes para hallar el VaR del periodo que se desea analizar.
<i>Mapeo por Flujo de Caja (Cash Flow Mapping)</i>	El valor invertido y los cupones	Puede que en la distribución de los flujos no se logre la invarianza de la volatilidad y duración asignada a cada tramo	Se considera cada flujo de manera individual de un instrumento, se trae avalor presente, se calcula su duración y se asigna cada flujo entre un tramo superior y otro inferior. Para ello se halla a partir de una interpolación los rendimientos, y volatilidad para que calce con dicho tramo, sin buscar alterar la varianza y duración inicial del bono

Fuente y elaboración propia

A continuación se describen tres procedimientos aplicado para un Cash Flow Mapping.

4.5.1 Proyección de flujos a Valor Presente y Duración Constante

En este método de proyección de flujos se asume que se tiene un flujo que se cobra en el periodo “ τ ”; con un valor presente a 1 unidad monetaria; donde $\tau_1 < \tau < \tau_2$; donde τ_1 y τ_2 son dos periodos de tiempo. Se manifiesta que para cada nodo o vértice: τ_1 y τ_2 se tienen unos flujos que se realizarán en esas fechas. Así mismo todos los flujos en cada vértice se encuentran a valor presente, por lo que se asume que el 1 unidad monetaria en valor presente en el periodo τ , se distribuye en los periodos τ_1 y τ_2 ; donde se asigna a cada periodo una proporción del valor presente: Y_1 y Y_2 ; por lo que: $Y_1 + Y_2 = 1$. Esta igualdad debe de cumplirse aunque no en sentido estricto, tal y como lo manifiesta Alfonso Novales (2014 en “Cuestiones Básicas sobre Renta Fija”).

Adicionalmente se sabe que la duración de Macaulay del flujo de caja inicial es T , aunque con la distribución de los flujos en cada vertiente se manifiesta que la duración de Macaulay se mantendrá igual si se cumple lo siguiente: (dado que: $Y_1 + Y_2 = 1$)

$$Y_1 * \tau_1 + Y_2 * \tau_2 = (Y_1 + Y_2) * \tau$$

4.5.2 Proyección con Varianza PV01

En esta segunda etapa lo que se busca es que el valor presente del bono, distribuido en cualquier nodo, debe mantenerse invariado, así como la Duración de dicho bono. Para nuestro caso necesitamos conocer la curva cupón cero a fin de mantener invariante el valor presente, pues utilizamos un descuento discreto; y lo cual no sucedería si fuese un descuento continuo.

Para un flujo de caja con valor presente: X ; con vencimiento en τ ; y con una tasa de descuento cupón cero: R_i . Se tiene el valor previa al descuento: $(1 + R_i)^{T_i}$, y su respectivo valor presente: $T(1 + R)^{-1}$.

4.5.3 Proyección con invarianza en volatilidad

Para tres momentos $\tau_1, \tau_2, \text{ y } \tau_3$; se tienen medidas de volatilidad $\sigma_1, \sigma_2, \text{ y } \sigma_3$ de la variación de las tasas de interés, así mismo se tienen sus respectivas correlaciones que miden las volatilidades de cada tipo de interés en cada periodo de tiempo específico. Sin embargo en caso de desconocerse la volatilidad para un periodo de tiempo específico, lo que se procede a realizar es una interpolación de las volatilidades que se tienen como dato.

Ahora bien, lo que se desea es que las proyecciones hechas no modifiquen o alteren la volatilidad, pues es lo que se desea, para lo cual se deberá de hacer uso de esta ecuación, cuya solución no es única al ser cuadrática.

Ecuación 4-26

$$x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1 x_2 \sigma_1 \sigma_2 \rho = \sigma^2$$

Combinado con una condición antes vista se logra una solución única: Ahora bien si deseamos generalizar, para “n” vértices se tiene:

$$x'Vx = \sigma^2$$

Donde la matriz V es una matriz de las covarianzas de las volatilidades de los tipos de interés en los “n” vértices analizados.

Proyección sobre varios vértices:

Si se proyecta sobre dos vértices, como bien explica Novales (2014), no se debe de alterar muchas características del flujo de caja inicial.

4.6 Teoría moderna de la optimización del Portafolio de Inversiones

4.6.1 Modelo de Optimización de Harry Markowitz

Markowitz en 1952 desarrolla el marco conceptual moderno de lo que hoy es la moderna teoría de optimización de portafolios de inversión. Matematizando la relación riesgo-rentabilidad en un modelo estático. Es por ello que también se le ha llamado el modelo de media-varianza, siendo el precursor de lo que hoy conocemos como la Teoría Moderna de Portafolio de Inversiones.

4.6.2 Supuestos del Modelo de Markowitz

La teoría del autor parte de las siguientes 10 hipótesis, aun cuando Sáez Madrid (2017) solo considerase seis supuestos:

- a) El rendimiento de cada activo (portafolio) es aleatorio y se distribuyen, estadísticamente, con una ley Normal.
- b) Es un modelo de gestión de inversión de un solo periodo.
- c) Los “n” activos que van a constituir el portafolio de inversiones son conocidos.
- d) La varianza mide la dispersión de las rentabilidades, con lo que mide el riesgo de portafolio.
- e) Todos los “n” activos elegidos para la constitución del portafolio de inversiones son riesgosos.
- f) Todo el presupuesto asignado para la constitución de un portafolio eficiente debe de ser gastado.
- g) El inversionista es racional al elegir la mayor rentabilidad para cada nivel de riesgo, con lo que son aversos al riesgo.
- h) Los mercados son perfectos y eficientes, por lo que no existen costos de transacción, inflación o pago de impuestos.
- i) La conformación de los precios de los activos reflejan la información relevante y disponible.
- j) No se permite la venta al crédito, venta descubierta (short selling), con lo que las proporciones invertidas en cada activo serán, todas, positivas o nulas. Con esto el modelo no permite asumir que un activo primero se venda y luego se compre.

4.6.3 Medida del riesgo de portafolio

Se sabe que dependiendo del grado en que varíen los rendimientos de los instrumentos de un portafolio, es posible conformar portafolios que sean más eficiente. Por tanto, el riesgo de un portafolio depende del coeficiente de correlación (ρ) entre dos activos.

Asimismo, la magnitud de las covarianzas depende de las varianzas de los componentes individuales. El riesgo de un portafolio diversificado, medido a través de la desviación estándar del rendimiento del mismo, es:

Ecuación 4-27

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j}$$

Dónde: n , es el número total de activos en el portafolio.
 w_i y w_j , es el porcentaje o peso asignado a los activos i y j .
 ρ_{ij} , es la covarianza de rendimientos entre los activos i y j .
 σ_i y σ_j , son las desviaciones estándar de los activos i y j .

La matriz de covarianzas para todas las posibles combinaciones en pares se define:

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1n} & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

Y el riesgo de un portafolio conformado por "n" activos es:

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + \cdots + w_n^2 \sigma_n^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12} + \cdots + 2w_{n-1} w_n \sigma_{(n-1)n}}$$

Dónde: n , es el número total de activos en el portafolio.
 w_i y w_j , es el porcentaje o peso asignado a los activos i y j .
 σ_{ij} , es la covarianza de rendimientos entre los activos i y j .
 σ_i y σ_j , son las desviaciones estándar de los activos i y j .

- **Covarianza**

Es el valor que mide el nivel o grado de variación conjunta entre dos variables aleatorias. Para la presente tesis, las variables aleatorias corresponden a los rendimientos de los activos financieros. Por ello, la covarianza se estima:

Ecuación 4-28

$$\text{cov}(x,y) = \sigma_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n} = r_{xy} * \sigma_x * \sigma_y$$

Dónde: \bar{x} , es el rendimiento promedio del primer activo.

\bar{y} , es el rendimiento promedio del segundo activo.

x_i , es una observación del comportamiento del activo x.

y_i , es una observación del comportamiento del activo y.

r_{xy} , es la correlación del rendimiento del activo x y activo y

σ_x , es la desviación estándar del rendimiento del activo x

σ_y , es la desviación estándar del rendimiento del activo y

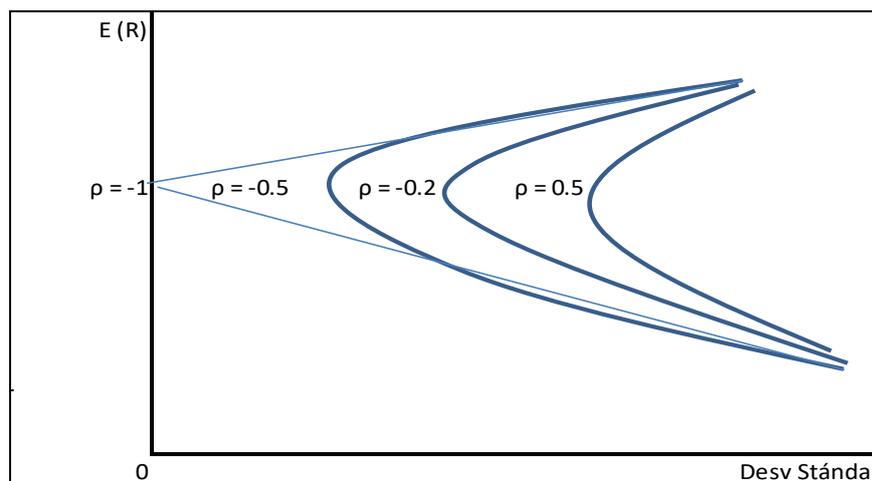
x y y, son los activos evaluados.

El problema de la covarianza es que no se puede interpretar que a mayor valor mayor será la relación entre las variables, esto debido a que la magnitud de la covarianza depende de la magnitud individual de cada desviación estándar de cada activo y de la relación entre los co-movimientos.

4.6.4 Correlación de activos en el portafolio

Elegir los activos que conformarán el portafolio es relevante, en la medida que habiendo activos libres de riesgo (Treasury Bills o Treasury Bonds), la conformación de este con otro activo riesgoso derivará en un portafolio cuyo nivel de riesgo dependerá íntegramente de la proporción invertida en el activo riesgoso y de su nivel de riesgo incurrido. Así mismo es importante que la correlación de los activos que van a conformar el portafolio sean lo más pequeñas posibles, ya que mientras más pequeña sea el coeficiente de correlación entre el activo y el desenvolvimiento del portafolio, se podrá observar con mayor claridad los beneficios de la diversificación, en caso contrario la diversificación tendrá poco o ningún beneficio en reducir el riesgo del portafolio (ver Ilustración 4.8).

Ilustración 4.8 Posibilidades de Inversión -Combinación activo con y libre de riesgo



Elaboración propia

4.6.5 Teoría de la Utilidad y la Curva de Indiferencia del inversor

Cuando hablamos de un inversor con una alta aversión al riesgo podemos decir igualmente que éste tiene una baja tolerancia al riesgo. Y es a partir de este supuesto que cada inversor asumirá distintas preferencias, en mayor o menor medida, de intercambio de riesgo-retorno esperado, las cuales se grafican en una función de utilidad. Ahora bien la curva de indiferencia para el inversor es una herramienta que grafica la combinación de riesgo (desviación estándar) y retorno esperado entre los cuales el inversor es indiferente al preferirlas; y es bajo este supuesto donde se asume que al inversor lo único que le es relevante en su toma decisiones, al invertir, es el trade off retorno esperado – riesgo.

Una función de utilidad para el inversor depende entonces del retorno esperado (influyendo de manera positiva), de la aversión al riesgo (influyendo de manera negativa), y del nivel del riesgo que se asume en una inversión (influyendo de manera negativa). Matemáticamente esta función sería como sigue:

Ecuación 4-29

$$\text{Utilidad de una inversión} = E(r) - B1 \cdot A \cdot \sigma^2$$

Donde:

$E(r)$: retorno esperado del portafolio invertido.

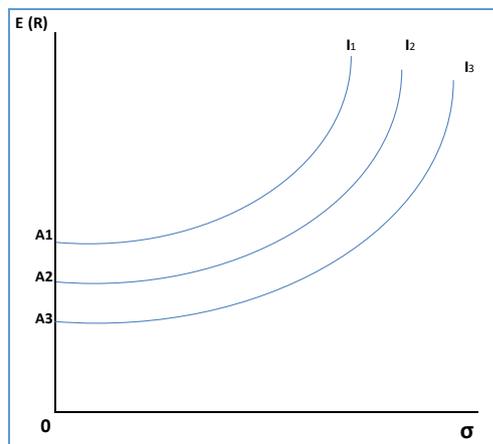
$B1$: parámetro

A : aversión al riesgo

σ^2 : varianza de los retornos esperados.

En esta ecuación se puede observar que a medida que el nivel de riesgo se incrementa, la utilidad del inversor disminuye, teniendo un efecto similar aunque con un impacto no necesariamente idéntico si el inversor tuviese una alta aversión al riesgo. Mientras el retorno esperado tiene un efecto positivo sobre la utilidad del inversionista (Ver Ilustración 4.9). Ahora bien, la utilidad esperada de un inversor será la misma en cualquier punto a lo largo de una curva de indiferencia.

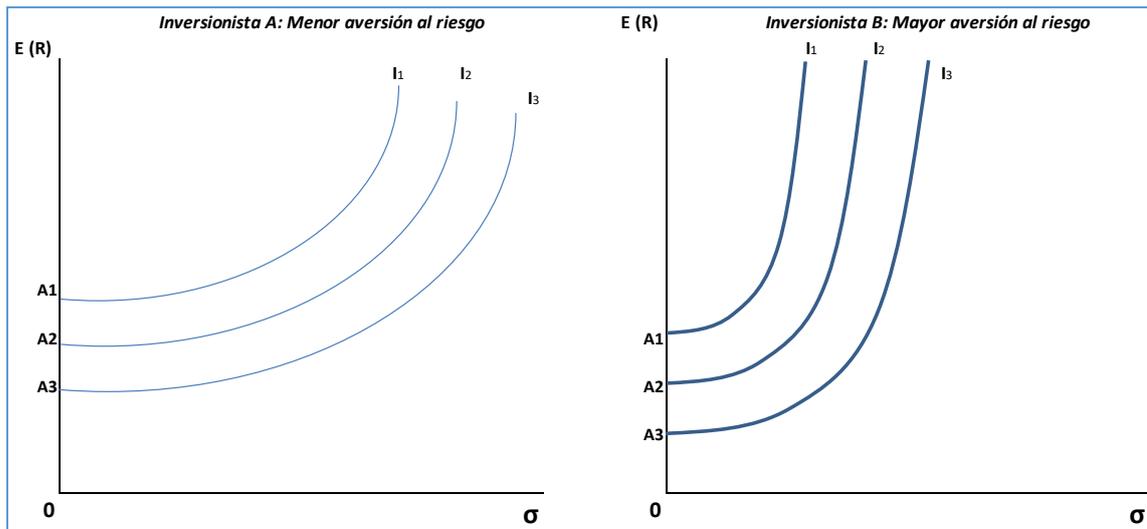
Ilustración 4.9 Frontera Eficiente



Fuente: elaboración propia

En el gráfico se puede observar que las curvas de indiferencia son paralelas entre sí, y el inversionista preferirá I1 a I2, así mismo preferirá I2 a I3. Lo que nos quiere decir que para un inversionista adverso al riesgo es mejor obtener mejores rentabilidades a un menor nivel de riesgo, y si hay que incurrir en mayor riesgo, éste debe de ser compensada con un mayor nivel de rentabilidad esperada (de allí la pendiente positiva). Por otro lado un inversionista con un mayor nivel de aversión al riesgo, tendrá una pendiente de la curva de indiferencia más inclinada, más inelástica respecto al mayor riesgo a incurrir. Es decir requerirá una rentabilidad mayor para cualquier nivel de riesgo, que la que podría requerir uno no muy adverso, con lo reflejarán un alto coeficiente de aversión al riesgo (risk aversion coefficient) (Ver Ilustración 4.10).

Ilustración 4.10 Perfil de inversiones – Adversidad al riesgo



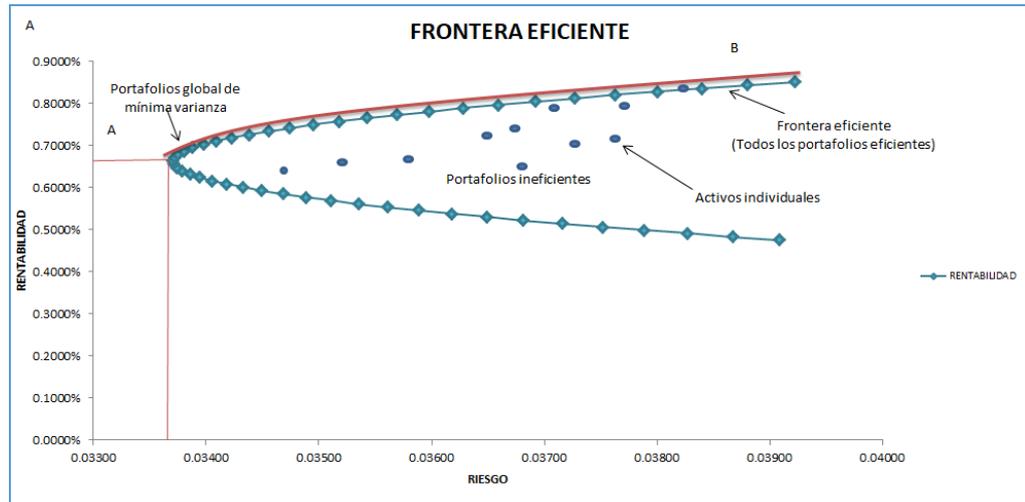
Fuente: elaboración propia

4.6.6 Frontera eficiente y mínima varianza

Para cada nivel de retorno de portafolio esperado, se podría modificar los porcentajes invertidos en cada activo invertido individualmente para obtener el portafolio con el menor nivel de riesgo (asumiendo que cada activo invertido individualmente es un activo riesgoso). Esos portafolios que tienen los niveles de riesgo más bajos, es decir desviación estándar, dado cada nivel de retorno esperado, se conocen como portafolios de mínima varianza. Estos portafolios de mínima varianza en su conjunto constituyen la frontera de mínima varianza (minimum variance frontier).

En esta teoría se asume que cada inversor es adverso al riesgo, por lo que cada inversor elegirá, entre muchos, el portafolio con mayor nivel de retorno para un mismo nivel de desviación estándar. Estos portafolios que tienen los más altos niveles de retorno esperado, para cada nivel de riesgo asumido, constituyen la frontera eficiente (efficient frontier). Esta frontera eficiente coincide con la frontera de mínima varianza en su parte superior. Por lo tanto un inversor adverso al riesgo debería invertir en portafolios que se encuentren en la frontera eficiente, toda vez que generan los más altos retornos esperados para niveles de riesgo dados, mientras que si invierten en portafolios que no se encuentran en esta frontera, tendrán retornos esperados más bajos, para esos mismos niveles de riesgo. Ahora bien el portafolio que tenga el riesgo más bajo, sobre la frontera eficiente, es el portafolio global de mínima varianza (global minimum variance portfolio) (ver Ilustración 4.11).

Ilustración 4.11 Frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia

Portafolios donde intervienen activos libres de riesgo

Habíamos construido la frontera eficiente a partir de activos con riesgo, sin embargo cuando se agrega en el portafolio un (o algunos) activo(s) libre(s) de riesgo (riesgo de crédito debe de entenderse) no se modifica la forma de hallar el retorno esperado del portafolio, sin embargo el riesgo de portafolio solo dependerá de riesgo de los activos riesgosos y la proporción invertida en ellos. Ejemplo, si tenemos un activo A, libre de riesgo, e invertimos en ella una proporción W_a , mientras invertimos el resto W_b ($1 - W_a$) en un portafolio constituido, todos, por activos con riesgo, obtendremos el siguiente retorno esperado de portafolio:

Ecuación 4-30

$$E(R) = W_a * R(a) + W_b * R(b)$$

Mientras que el riesgo de este portafolio será:

Ecuación 4-31

$$\sigma^2 = W_a^2 * \sigma_a^2 + W_b^2 * \sigma_b^2 + 2 * W_a * W_b * cov(a,b)$$

Pero como A es libre de riesgo ($\sigma_a = 0$), entonces:

Ecuación 4-32

$$Cov(a,b) = \rho(a,b) * \sigma_a * \sigma_b = 0$$

Con ello el riesgo del portafolio se reduce a:

Ecuación 4-33

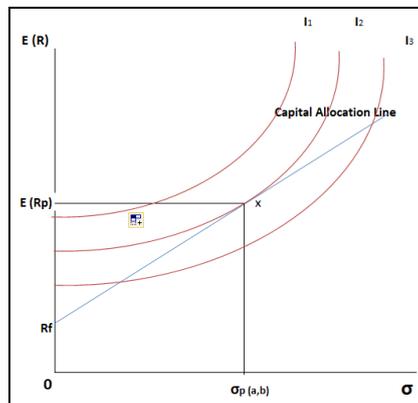
$$\sigma_p = \sqrt{Wb^2 * \sigma_b^2} = Wb * \sigma_b$$

Esto corrobora que al agregar un activo libre de riesgo, el riesgo del portafolio solo dependerá de la proporción invertida y del nivel de riesgo de los activos riesgosos.

Además se concluye que la relación entre el riesgo del portafolio y el retorno a no es una curva, sino lineal conocida como la Capital Allocation Line (CAL).

Ahora bien una vez que se ha construido un conjunto de portafolios eficientes a través del CAL, podemos combinarla con la curva de indiferencia de cada inversor y obtendremos un portafolio óptimo que satisfaga las necesidades del inversionista. De este modo obtenemos un portafolio óptimo que nos permita maximizar la utilidad del inversor en el punto “X” (tangencia), invirtiendo en la proporción que nos permita generar una rentabilidad-riesgo que satisfaga la curva I2, ya que es imposible llegar a la curva I3.

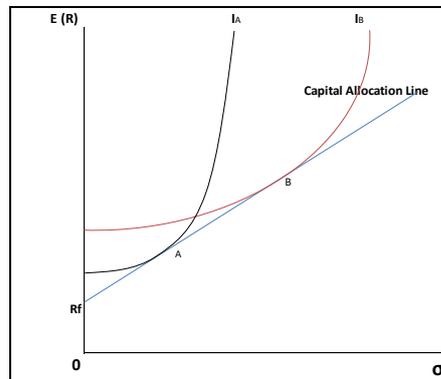
Ilustración 4.12 Curva de indiferencia del inversor y la elección del portafolio eficiente



Fuente: elaboración propia

Del mismo modo, invertir en un punto específico del CAL dependerá del grado de aversión al riesgo del inversionista. Así un inversor “B” poco adverso al riesgo elegirá un portafolio óptimo (punto B en el siguiente gráfico) con mayor nivel de riesgo, mientras que un inversor A, muy adverso al riesgo, elegirá un portafolio óptimo con un nivel de riesgo menor en la CAL (punto A).

Ilustración 4.13 Elección del portafolio eficiente según perfil de riesgo

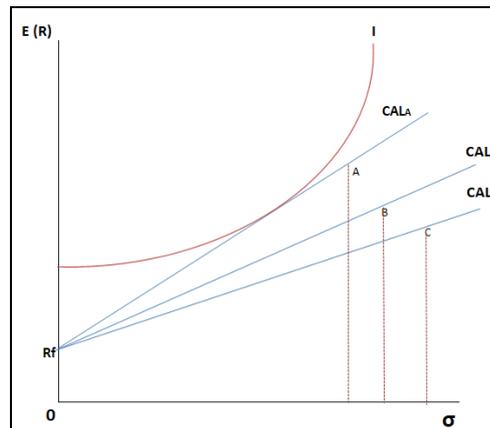


Fuente: elaboración propia

4.6.7 Capital Market Line

Hasta el momento se ha desarrollado la teoría desde el punto de vista de un inversor específico, sin embargo en el mercado hay tantas curvas de indiferencia como inversores hay en el mercado y no todos ellos coinciden necesariamente. Se ha mencionado que la combinación en un portafolio de activos con riesgo y al menos un activo libre de riesgo constituye la Capital Allocation Line, que es una línea de asignación de capital para un inversor específico. Pero hasta el momento asumimos que para una CAL dada se elegía una proporción óptima de inversión en activos con riesgo y libres de riesgo, a fin de lograr una mayor utilidad en el inversor, pero lo que ocurre muchas veces es que el activo libre de riesgo se puede combinar con distintos portafolios riesgosos. Por ejemplo para tres portafolios riesgosos (A, B, y C) se elegirá solo uno de estos tres (portafolio A) para combinarlo con el activo libre de riesgo, a fin de generar una mayor utilidad en el inversionista.

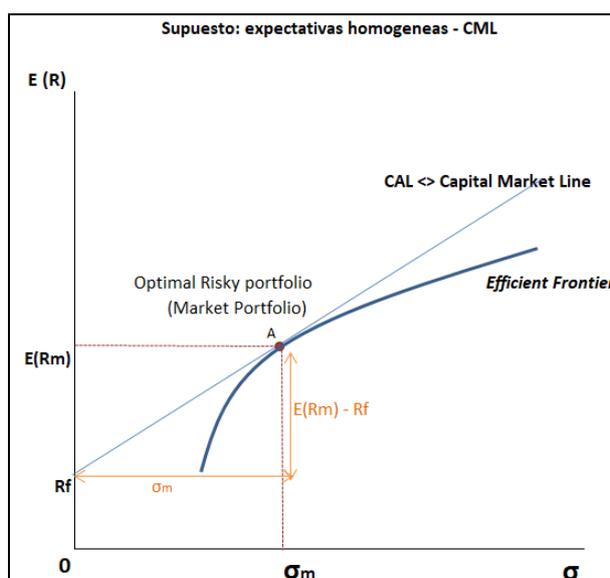
Ilustración 4.14 Elección del portafolio eficiente



Fuente: elaboración propia

Constituido el CAL que optimice la utilidad del inversor, sin embargo aún no resolvemos el problema adicional, que es conseguir un portafolio óptimo para el mercado; pues si cada inversor posee distintos retornos esperados, distintas preferencias por el nivel de riesgo y correlación entre el activo riesgoso y el activo libre de riesgo que ha de invertir tendríamos diferentes portafolios óptimos y CAL. Para simplificar el asunto es que se asume que los inversores tienen expectativas homogéneas, es decir idéntica preferencia y estimación del riesgo, retorno y correlación con otros activos riesgosos, para todos los activos riesgosos. De este modo todos los inversores constituirán la misma frontera eficiente (efficient frontier) de portafolios riesgosos y elegirán el mismo portafolio óptimo con riesgo (optimal risky portfolio) en la CAL, de modo tal que el CAL óptimo para todos los inversores es solo aquel que es tangente con la frontera eficiente, con lo que cada inversor hará uso del mismo portafolio riesgoso. Si esto ocurriese decimos que nos encontramos ante el portafolio de mercado (market portfolio) de activos riesgosos. Adicionalmente una conclusión adicional que obtenemos bajo los supuestos mencionados de expectativas homogéneas es que este CAL óptimo se denominará para todos los inversionistas como la Recta de Mercado de Capitales (Capital Market Line – CML).

Ilustración 4.15 Elección de portafolio óptimo



Fuente: elaboración propia

A lo largo de esta recta el retorno esperado del portafolio es una función lineal del riesgo del portafolio, siendo la ecuación la siguiente 11:

Ecuación 4-34

$$E(R_p) = R_f + \left(\frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M} \right) * \sigma_p$$

A la diferencia entre: $E(R_M) - R_f$; se le denomina prima de riesgo (market risk premium). Es decir, expresa cuantas unidades de primas de mercado (retorno adicional a invertir en un activo libre de riesgo) recibirá el inversor, por cada unidad de riesgo de mercado que desea asumir el inversor. De modo tal que si el inversor no desea asumir un riesgo de mercado ($\sigma_p = 0$), solo esperará obtener un rendimiento igual al que ofrece el activo libre de riesgo.

4.6.8 Determinación del portafolio óptimo mediante el ratio de Sharpe

De acuerdo a lo desarrollado por Lucuara M, Mejpía R, Sadovnik D, y Martí A. (2015) y basado en la teoría de Markowitz sobre qué punto elegir como portafolio óptimo se debe encontrar el punto de tangencia entre la línea recta y la frontera eficiente, es decir,

¹¹ La ecuación se deduce de una relación entre las variables de los ejes y abscisas, $Y = C_0 + C_1 * X$; donde R_f hace la del intercepto, mientras que en el eje de las ordenadas $E(R_p)$ es Y , y los niveles de riesgo son las X .

se necesita encontrar el máximo ratio de Sharpe de todas las combinaciones posibles del portafolio. El ratio de Sharpe expresa la rentabilidad alcanzada en el portafolio, por cada unidad de riesgo asumido.

4.7 Teorías Postmodernas de Optimización de Portafolios

La diferencia entre la teoría clásica (moderna) de portafolio y la postmoderna es que en la teoría postmoderna ya no se decide en función a la relación riesgo rentabilidad de portafolio, sino que se considerará riesgo sí y solo sí se obtiene tasas de retorno por debajo de la rentabilidad mínima esperada, adicionalmente rechaza a la desviación estándar como un medidor del riesgo, toda vez que aquella asume de facto que la serie que mide posee una distribución Normal lo cual no siempre ocurre. Es por ello que se plantea por desarrollar medidas de riesgo que denominan Downside Risk, es decir medidas que solo consideren esas posibles pérdidas y no las desviaciones en su conjunto (como lo hace la desviación estándar).

En esa línea Campbell, Huisman y Koedijk (2001, citados por Rojas Vélez, S.I. 2014) plantean un portafolio óptimo a partir de maximizar la rentabilidad esperada sujeta a un medidor de riesgo downside: el VaR. En estos modelos postmodernos el VaR toma relevancia para el cálculo de un portafolio óptimo. Así mismo en las variantes del VaR no se requiere que las distribuciones tengan distribución Normal, y adicionalmente mejora la medición de riesgo respecto a la desviación estándar al no castigar las variaciones que generen altos retornos positivos, como sí lo hace la desviación estándar. Sin embargo como veremos más adelante, el VaR paramétrico podría faltar a la subaditividad y convexidad; más no así un VaR no paramétrico.

Entendiendo que la subaditividad es que la medida del riesgo del portafolio sea menor a la suma del riesgo de sus componentes (ver ecuación 33):

Ecuación 4-35

$$\rho(A + B) \leq \rho(A) + \rho(B)$$

4.7.1 Optimización de Portafolio y Desplazamiento del Riesgo Sistemático por medio de la Diversificación Geográfica

García Mazo, C. M., Martínez, M., & Arley, J. (2011) muestran preocupación en la ineficiencia de la inversión en los fondos de pensiones. En su investigación toman en cuenta el espacio geográfico como un factor relevante a considerar en una inversión.

Ambos autores, estudiando el caso Colombiano manifiestan que las inversiones en un mismo país generan mayores rentabilidades que las inversiones fuera de dicho país. Para demostrarlo los autores muestran que para el 2007 aproximadamente el 46% del portafolio de los fondos de pensión se encontraban invertidos en deuda pública colombiana, mientras que para el 2010 esa cifra se redujo ligeramente a un 42.57%.

Así mismo Jara, Gómez y Pardo (2006, citado por Mazo C. 2011), citados por los autores, manifestaban que la falta de diversificación geográfica de las inversiones hacía ineficiente las inversiones de los fondos de pensión, haciéndoles perder 1% anual en rentabilidades por no “internacionalizar” las inversiones. Además sugerían que esta posible pérdida reducía las pensiones de cada trabajador hasta en un 30%. Con ello los autores expresaban la necesidad de considerar la “diversificación geográfica” de las inversiones como una necesidad, y evitar con ello una mayor dependencia de los ciclos económicos de Colombia.

Martínez y Murcia (2007, citado por Mazo, C. 2011), además de considerar la concentración de inversiones en un solo espacio geográfico como un factor de la ineficiencia de las inversiones, también menciona dos factores institucionales: el Regulador, quien muchas veces no tendría en cuenta la administración de riesgos (la inversión no guardaría relación con el perfil de riesgo de cada afiliado; en el Perú ya se tiene en cuenta este factor, por lo que no sería materia de investigación); y las bajas comisiones que cobrarían los administradores de fondos de pensión.

Otro factor relevante, en el trabajo de Claudia Mazo, es que en la conformación de un portafolio óptimo considera el nivel de riesgo al que estaría dispuesto asumir el inversor. Para el caso de fondos de inversión asume 3 niveles de riesgo, desde uno conservador y moderado, hasta uno agresivo. Para ello plantea un porcentaje máximo que se ha de invertir en cada perfil de riesgo, por cada tipo de instrumento financiero.

Respecto a la optimización propia del portafolio de inversiones, en el trabajo se modela la “racionalidad del inversor”, asumiendo que cada uno busca maximizar rentabilidades, con la menor exposición al riesgo posible. Para ello se asume que: i) dado un nivel de riesgo, el inversor busca maximizar las rentabilidades, o ii) para un nivel de rentabilidad dado, busca un nivel de riesgo mínimo.

Estos autores también consideraban que si las series de rentabilidad no seguían una distribución Normal, la varianza y covarianza eran irrelevantes como medidores de

volatilidad y riesgo; más aún cuando se sabe que la rentabilidad de un activo financiero tiende a eventos extremos, y no a una distribución Normal.

Los autores para un análisis completo de los retornos en moneda extranjera desarrollan el retorno en moneda extranjera como: i) retorno diario del activo en moneda extranjera (r_t), y ii) la variación diaria de la tasa de cambio (e_t).

Ecuación 4-36

$$R = [(1 + r_t) * (1 + e_t)] - 1$$

El problema con la propuesta de estos autores es que a pesar de reconocer las limitaciones del modelo de Markovitz, lo suelen utilizar, agregando adicionalmente el índice de Sharpe como medidor de eficiencia. Aunque asignan el mismo valor a los precios de los activos de un periodo muy rezagado, y al precio mucho más reciente. No corrigen ese defecto con modelo EWMA u otro que le permita una mejor predictibilidad y precisión en sus resultados.

4.7.2 Finanzas del Comportamiento en la Optimización de portafolio

A diferencia del modelo tradicional de Markovitz en este enfoque se tiene en cuenta características tales como: i) plazo de vencimiento de un activo, ii) rentabilidad, y iii) riesgo.

En finanzas Bedoya, D. (2009) identifican dos grupos de gestores de portafolios, que responden a dos enfoques distintos: i) teoría clásica financiera; y ii) finanzas del comportamiento. La primera se funda en Markovitz y Sharpe, para quienes las preferencias del inversionista solo responden a la varianza y a la media de rendimientos de los activos; mientras que la segunda corriente asume un inversor con “racionalidad limitada” (Herbert Simon) y con comportamientos distintos unos de otros. Esta racionalidad limitada se fundamenta en dos pilares: i) la imperfección de información e incertidumbre en la toma de decisiones, con lo cual el factor emotivo y cultural de cada individuo es mucho más relevante para decidir en qué activo invertir; y ii) el expertise, creencia, memoria y sensibilidad personal, que pueden afectar las preferencias racionales en la decisión de cada inversor.

De este modo este enfoque sostiene que el modelo clásico de Markovitz es poco utilizado y que muchas veces es el lado no racional el que constituye un portafolio de inversiones. Shiller y Fisher (citados por Bedoya, D. 2009), demuestran que los precios

de los activos se ven fuertemente influenciados por la dinámica social (“modas”). Con esta propuesta los autores buscan encontrar la poca relevancia en el enfoque clásico de Markovitz e invita a analizar otros factores que influyen en las decisiones de inversión. Citando el trabajo de Shefrin y Statman (1985) se corrobora que los inversionistas toman decisiones que posponen pérdidas y anticipan ganancias a fin de evitar arrepentimientos y buscar orgullos, es decir anteponen sus emociones a su racionalidad.

Este enfoque aunque muy rico en análisis, y brinda nuevas perspectivas de en el trato de la optimización de portafolios, empero carece de indicadores observables (emociones, creencias, cultura, etc.) o posee herramientas cualitativas para poder corroborar sus supuestos, por lo que en el presente trabajo a pesar de comprender la necesidad de nuevos enfoques en las finanzas, desarrollaremos un enfoque complementario al de Markovitz y el de estas finanzas conductuales.

4.7.3 Modelo de Black-Litterman: Black- Litterman Global Asset Allocation Model

Desarrollada en 1992 por Robert Litterman y Fischer Black. Estos autores parten del modelo de Márkowitz, contribuyendo agregándole las expectativas como elemento subjetivo al momento de elaborar la composición de un portafolio. Black manifiesta que asignarle la teoría de equilibrio general de mercados al CAPM podría mejorar la composición de portafolios, que eran por momentos tenues ante pequeñas variaciones en el mercado, la cual sugería cambios para una nueva composición.

El modelo parte de un equilibrio inicial de mercado, donde aquel se enfrenta a expectativas del inversionista igual a las del mercado; aunque si aquellas difieren, entonces será necesario especificar el rendimiento para cada activo; se plantea la rentabilidad esperada que suponga la ponderación que indica la capitalización; el inversionista posee expectativas sobre activos puntuales o sectores, para los cuales especifica un nivel de confianza, es decir probabilidades de ocurrencia de cada expectativa por activo. Para desarrollar el modelo Black – Litterman (Litterman, Bob 2003) pidieron que cada inversor tenga un punto de vista de lo que esperaba pudiera suceder para cada activo, y es más, no les limitaron a que tengan un solo punto de vista respecto al dicho activo, sino que pudiera tener distintos puntos de vista con probabilidades de ocurrencia asignada a cada punto de vista. Así mismo no se espera que el inversionista tenga conocimiento de los retornos esperados de todos los activos, sino que se centre en unos cuantos, a pesar de suponer equilibrio de mercado.

Para estos autores se tienen tres tipos de expectativas:

- a) Absoluta: que plantea expectativas de rendimientos futuros de un determinado activo, sector o mercado. Vg.: El sector financiero tendría una rentabilidad de 4%, superior a la de S&P500 del 3.75% (con un nivel de confianza de 55%)
- b) Relativa simple: plantea expectativas de rendimiento superiores o inferiores de un activo o sector, respecto a otro que le sea comparable. Vg.: Los
- c) Que nosotros denominamos, “Agrupadas”: ya que estas no refieren a un solo activo específico, sino un conjunto de ellos que comparten ciertas características. Vg.: Los sectores energético y comunicaciones superarían en 0.7% a los sectores financiero y comercial.

Por otro lado Litterman encuentra dos debilidades en el uso de las medidas clásicas de volatilidad: varianza y desviación estándar: i) sólo si los retornos de un activo tienen una distribución Normal, la volatilidad proveerá información relevante suficiente; ii) La volatilidad no discrimina si dichas variaciones del precio son hacia el alza o hacia la baja.

El teorema de Black-Litterman (Litterman, Bob 2003) plantea que hay dos fuentes distintas de información sobre los excesos de retorno futuro: i) opiniones de los inversores, y ii) el equilibrio del mercado. Se asume que ambas fuentes de información son inciertas y se expresan en términos de distribuciones de probabilidad. Los excesos de retorno esperados que se utilizan para impulsar la optimización de la cartera se estiman y combinan ambas fuentes de información.

Ahora bien si los precios de los activos que generan tales retornos implícitos se ajustan hasta igualar los rendimientos esperados por el inversionista (asumiendo que todos tienen las mismas expectativas), esos ajustes harán que tanto la oferta y demanda de activos estén en equilibrio. El exceso de la diferencia de rentabilidades de cada activo, respecto a la tasa libre de riesgo se denomina Vector de exceso de retorno, y ésta se asume tiene una distribución normal. El modelo MBL se fundamenta en métodos bayesianos.

4.7.4 Uso del modelo Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) en la optimización de portafolios

La volatilidad, y la varianza como medida de ésta, en las series de tiempo de los precios o rendimientos de los activos no es constante (homocedástica), sino que la varianza varía en el tiempo (heterocedástica). Hacer uso de modelos donde la varianza sea

constante, tal y como lo afirma el modelo original de Markowitz, no permite asumir decisiones acertadas, es por ello que el modelo EWMA otorga a los datos más recientes un mayor peso respecto a los más antiguos.

Una manera alternativa de calcular la Varianza al día “t”, para “m” días, tal y como la conocemos, se puede aproximar si asignamos ponderaciones idénticas ($\alpha = 1/m$) a cada rendimiento histórico y realizamos la sumatoria al cuadrado de los rendimientos hasta el día “t-1”.

Ecuación 4-37

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{m} * \sum_{i=1}^m u_{t-1}^2$$

Con esta metodología se observa que se da idéntico valor (α) tanto al rendimiento que se ha generado hace 250 días como al que se viene generando durante la última semana que se analiza.

Tal y como se calculan los retornos en el presente trabajo es que:

Ecuación 4-38

$$u = \text{Ln}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Entonces aplicando el supuesto del cálculo de la Varianza se puede observar que para su cálculo se está asumiendo que cada rendimiento en el tiempo tiene el mismo peso:

Ecuación 4-39

Cuadrado de los retornos: $u_t^2; u_{t-1}^2; u_{t-2}^2; u_{t-3}^2 \dots$

Peso: $\alpha; \alpha; \alpha; \alpha \dots$

Lo que corrige el EWMA es esa debilidad de la desviación estándar, de darle el mismo peso a observaciones que muchas veces ocurrieron bajo condiciones poco usuales o que tuvieron condiciones diferentes a las actuales. En este modelo se asume que se puede predecir pero dando mayor peso a los precios más recientes; asumiendo implícitamente, con ello, que el precio más reciente refleja las condiciones e informaciones más actuales

para la toma de decisiones, y se da un menor peso a las informaciones (precios) muy relegadas en el tiempo¹².

En el EWMA también se asignan pesos a cada rendimiento ($\lambda < 1$); por lo que el cálculo de la medición del riesgo es como sigue:

Ecuación 4-40

$$\begin{aligned} \text{Cuadrado de los retornos:} & \quad u_t^2 \quad ; \quad u_{t-1}^2 \quad ; \quad u_{t-2}^2 \quad ; \quad u_{t-3}^2 \dots \\ \text{Peso:} & \quad (1 - \lambda) * (\lambda)^0; (1 - \lambda) * (\lambda)^1; (1 - \lambda) * (\lambda)^2; (1 - \lambda) * (\lambda)^3 \end{aligned}$$

Dada la matriz del cuadrado de los retornos y el peso asignado a cada uno de ellos se puede observar que en la medida que las lambdas son menores a la unidad y se elevan a la potencia cada vez mayor mientras más antiguo sea el rendimiento, éstos pierden peso en el cálculo de la volatilidad mientras más antiguo son.

El Risk Metrics, una compañía de gestión de riesgos financieros, tiende a asignar a lambda el valor de 0.94 o 94%, con lo cual el precio más reciente (Pt), en cualquier caso analizado, tendrá un peso de: $(1 - 0.94) * (0.94)^0 = 6\%$; el precio inmediatamente (Pt-1) anterior a aquel tendrá el peso de: $(6\%) * (0.94)^1 = 5.64\%$; así sucesivamente para los “m-1” precios analizados.

Para “m” observaciones se halla que la sumatoria de cada peso asignado a cada uno de los “m” rendimientos suman: 1 o 100%. De este modo calcular el nivel de riesgo en un portafolio de inversiones busca capturar las informaciones recientes del mercado, y anticipa mejor los cambios de mercado, y las posibles crisis que pudieran afectar los precios. De este modo calcular un portafolio óptimo que a su vez refleje el nivel de riesgo vigente en el mercado puede encontrar en el EWMA un mejor medidor de riesgo.

Ahora bien aplicar esa matemática a una serie de 500 datos diarios puede ser engorroso, es por ello que el cálculo del EWMA se reduce a la siguiente fórmula:

Ecuación 4-41

$$\sigma_t^2 (\text{EWMA}) = \lambda * \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) * u_{t-1}^2$$

σ^2 : Varianza para el momento t

λ : Constante de suavizamiento entre 0 y 1.

u^2 : Rentabilidad

¹² David Harper. (2018). Exploring the Exponentially Weighted Moving Average. 05 de agosto del 2018, de Investopedia. Sitio web: <https://www.investopedia.com/articles/07/ewma.asp>.

Con ello se observa que la volatilidad es λ veces la varianza del periodo inmediatamente anterior, más uno menos λ por la rentabilidad del periodo anterior.

Un elemento a considerar y que hasta el momento no se ha discutido es ¿cómo asignar un nivel de λ ? ¿Cómo interpretarlo? La respuesta es que si consideramos que los eventos pasados muestran un quiebre estructural en las series, se asignará un λ más pequeño, mientras que si se considera que las condiciones de mercado se mantienen en el periodo que se analiza, se asignará un λ alto (como lo hace Risk Metrics). De este modo el criterio del investigador o gestor es relevante en la asignación de un λ , pues si hay un λ alto, el peso para cada serie tenderá a caer lento; inversamente si se asigna un λ bajo el peso para cada serie caerá tan rápido como sea la reducción del λ .

4.7.5 Esquema de resumen y análisis de las teorías de Portafolio

Como hemos podido notar las dos corrientes teóricas de la optimización de portafolios tienden a centrar su discusión en dos elementos principales: i) la forma de medición de los rendimientos y ii) la medición del riesgo. Mientras que en la literatura clásica el rendimiento no es más que un promedio histórico de los rendimientos de cada activo, y que es el que se ha asumido para el presente trabajo; en la teoría moderna con Litterman, se da luz a una alternativa de medición que se basa en las expectativas futuras que posee el gestor de inversores asignando probabilidades de ocurrencia a cada rendimiento esperado. Por otro lado, mientras la medición del riesgo clásica se centra en la volatilidad (contaminada con las volatilidades positivas); sin embargo en la teoría moderna se tiende a centrar en las pérdidas, que es la propuesta que nosotros también proponemos en el presente trabajo reemplazando la volatilidad (medida con la desviación estándar) por las pérdidas máximas (medidas por el VaR).

Respecto al trade off riesgo–rendimiento hay consenso general de que dada las correlaciones distintas y menores a la unidad, la diversificación tendrá efectos de reducir el nivel de riesgo expuesto para el nivel de rendimiento que desee el inversor.

A continuación se describe un breve resumen de las distintas teorías y herramientas que se hacen uso en la optimización del portafolio de inversiones, describiendo las fortalezas y bases teóricas de las que cada teoría hace uso (ver Tabla 4.8).

Tabla 4.8 Resumen y características de teorías de portafolio

Modelo	Medidores del riesgo	Mide	Base de medición	Descripción	Normalidad	Debilidad
Markowitz	Desviación estándar	Las variaciones, positivas y negativas desde el rendimiento promedio.	Aproximación histórica	Considera el riesgo constante en el tiempo: homocedasticidad	sí	Asumir Normalidad en los rendimientos de series financieras
EWMA	Desviación estándar ponderada	Las variaciones, positivas y negativas desde el rendimiento promedio.	Aproximación histórica	El riesgo no es constante, es heterocedástica. Conciente de ello busca calcular un riesgo que se aproxime a las expectativas actuales de mercado.	sí	Mide el riesgo, incluso los incrementos positivos de precios.
VaR	Es un percentil que solo se centra en la cola de pérdidas, y calcula la pérdida mínima en un determinado periodo de tiempo con una probabilidad específica.	Es un Downside Risk, ya que solo se centra en las variaciones negativas.	Aproximación histórica ó paramétrica	Riesgo no es la variación del rendimiento desde el promedio, sino solo aquellas que generan pérdidas. Por ello el VaR es un percentil en la distribución Normal que indica la pérdida mínima que se podría generar en un determinado periodo y con una probabilidad establecida.	sí, si es paramétrico; No, si es no paramétrico	Asume Normalidad de las serie de rendimientos que analiza
Beta	Coefficiente Beta, que correlaciona el desempeño de un activo respecto al mercado.	Mide el riesgo sistemático, no diversificable.	Por modelos estocásticos o por aproximación histórica.	Mide el nivel de riesgo sistemático al que se expone cada compañía. Por lo que asume que no importa el nivel de riesgo no sistemático que incurre una compañía, pues siempre tendrá un mismo beta si posee una misma correlación con el rendimiento de mercado.	sí	Considera que el activo al que mide su nivel de riesgo se encuentra diversificado, por lo que asume que su riesgo no sistemático es cero.
Sharp	Mide el exceso de retorno por unidad de riesgo total	Mide el exceso de retorno por unidad de riesgo total	Considera el rendimiento de portafolio, la tasa libre de riesgo y la desviación estándar	Permite medir cuánto de rendimiento adicional se obtiene en la inversión por incurrir en una unidad más de riesgo total. Es una herramienta útil para comparar portafolios de inversión. Para tener éxito es que debe de elegir bien qué tasa es su retorno libre de riesgo, normalmente se trabaja con la de los tesoros y letras norteamericanas.	sí	Más que debilidad, una observación es que debe asumir que el retorno promedio y la desviación estándar del portafolio son representativos.
Black Litterman	El inversor posee expectativas sobre activos puntuales o sectores, asignándoles un nivel de probabilidad de ocurrencia.	El nivel de riesgo a partir de la media-varianza usual	Aproximación histórica en las medidas de varianza; y expectativas probabilísticas en la ocurrencia de un escenario.	Parte de un equilibrio inicial de mercado y expectativas del inversionista igual a las del mercado.		Generalmente es útil cuando no se permite las ventas en corto. Tiene idénticos problemas que los modelos que parten de medidas de media - varianza
Cash Flow Mapping	Desviación estándar por tramos de tiempo, nodos.	Los niveles de riesgo por tramos para cada flujo de cada activo	Aproximación histórica	El nivel de riesgo que incurre cada flujo, aun cuando sea del mismo activo, es distinto, por lo que es necesario calcularlo.	sí	Asume Normalidad de la serie.

Elaboración propia

4.8 Ratio de Sharpe

Este índice mide el exceso de retorno por unidad de riesgo total que recibe el inversionista, siendo útil para comparar diversos portafolios de inversión, toda vez que considera el riesgo total en el que incurre la compañía, y no como el Beta que solo considera el riesgo sistemático asumiendo que el portafolio esté diversificado¹³.

Por otro lado el ratio de Sharpe hace uso de una tasa libre de riesgo, considerando comúnmente a los bonos del tesoro norteamericano o el de Alemania como tales. Sin embargo en la literatura occidental normalmente se trabajan con la de los estados Unidos.

Ecuación 4-42

$$\text{Sharpe ratio} = \left(\frac{R_P - R_f}{\sigma_P} \right)$$

¹³ Kaplan Schweser. (2018). Corporate Finance, Portfolio Management and Equity Investments . United States of America: Kaplan University - School of Professional and Continuing Education.

CAPITULO V

DISEÑO METODOLOGICO

Conforme lo indicado en el punto 2, el método aplicado es de tipo deductivo, toda vez que, desde del estudio inicial de conceptos y teorías se busca obtener posteriormente una metodología de optimización específico para un portafolio para compañías de seguros ramo vida.

En adelante se presenta un caso aplicativo, en el cual, deberemos hacer uso del análisis de datos reales del sector de seguro ramo vida para sacar conclusiones teóricas del modelo.

La metodología planteada considera los siguientes procesos (ver Tabla 5.1)

Tabla 5.1 Etapas para la implementación de la metodología de optimización

Etapas	Descripción
Etapa 1: Estimación del Valor Razonable del portafolio	Estimación del Valor Razonable de todos los instrumentos de inversión a considerados en el modelo al 29.06.2018. Los precios razonables evidencian la situación de los diferentes mercados donde negocian los instrumentos en los que se invirtió.
Etapa 2: Estimación del riesgo del portafolio	El riesgo del portafolio será estimado mediante el modelo de Valor en Riesgo (VaR) paramétrico para un horizonte temporal (1 año, observaciones diarias) y dentro de un nivel de probabilidad preestablecido (99%). Uso de la técnica del cash flow mapping desarrollado por RiskMetrics. Según Novales, A. (2016) las subetapas a seguir para la construcción del modelo VaR Factorial serán: i) Determinar el portafolio y definir los factores de riesgo asociados a sus activos. ii) Fijar los parámetros: Horizonte de riesgo y nivel de confianza. iii) Estimar el Mapping considerando los factores de riesgo. iv) Revaluar el portafolio para cada realización de los factores de riesgo. v) Calcular VaR
Etapa 3: Determinación de la descomposición del riesgo	La metodología permite estimar 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 esta forma, el resultado estimado para cada instrumento está en función al riesgo (volatilidad del mismo) y cómo éste covaría con el resto del portafolio.
Etapa 4: Cálculo de la relación riesgo/inversión	Pérdida máxima por instrumento (Riesgo)/Valor Razonable de cada instrumento (Inversión)

<p>Etapa 5: Estimación de la rentabilidad esperada de cada instrumento</p>	<p>Esta rentabilidad se expresará en términos anuales para poder realizar las comparaciones del caso.</p>
<p>Etapa 6: Ratio de Sharpe Modificado</p>	<p>Una vez definida la rentabilidad de los instrumentos y el riesgo de cada uno de ellos, se estima el Ratio de Sharpe Modificado.</p>
<p>Etapa 7: Definir las restricciones</p>	<p>En función a diversas restricciones de inversión (principalmente regulatorias) y capital a invertir, así como el objetivo determinado por el gestor del portafolio, a través de la función Solver® para Microsoft Excel, buscará optimizar el ratio Sharpe, presentando la estructura del portafolio que permita tal objetivo</p>
<p>Etapa 8: Optimizar el portafolio</p>	<p>La optimización del portafolio tendrá el objetivo de maximizar el ratio de Sharpe considerando las restricciones de inversión definidas.</p>

Elaboración propia

CAPITULO VI

APLICACION DE LA METODOLOGIA DE OPTIMIZACIÓN

PROPUESTA

En el presente capítulo se desarrollará lo relacionado al objeto de estudio: La optimización del portafolio de inversión para las compañías de seguros Ramo Vida en el Perú. En una primera etapa la revisión de la estructura real del portafolio de inversiones elegibles, la estructura según el rubro contable. En la segunda etapa se efectuará la estimación del riesgo en el que incurre el portafolio, considerando la metodología del Cash Flow Mapping, principalmente. En la tercera etapa se efectuará a descomponer el riesgo (VaR Beta y VaR marginal). En una cuarta etapa se efectuará a medir la relación riesgo-inversión, considerando el VaR marginal estimado en la etapa anterior. En la quinta etapa se realiza la estimación de la rentabilidad esperada de cada instrumento. Una vez determinada la rentabilidad y riesgo del portafolio, en una sexta etapa, se procede a calcular un indicador que denominamos Ratio Sharpe modificado. A continuación, en este séptimo capítulo, definimos las restricciones de inversión considerando la regulación local. Finalmente en una octava y última parte se ordena, a través de una función Solver, en hoja Excel, a estimar el indicador que maximice el ratio de Sharpe Modificado, modificando la asignación de inversión para cada activo del portafolio.

Los resultados hallados tendrán un carácter teóricos y se requiere de la definiciones de ciertos parámetros que todo gestor de portafolio debe considerar para su propia cartera, en este sentido los resultados son referenciales.

6.1 Objetivo de Estudio

Estimar el portafolio óptimo de inversión para las empresas de seguros de ramo vida, considerando la estructura de inversión y tipo de activos, que el sector considera.

6.2 Etapas para la implementación de la metodología de optimización

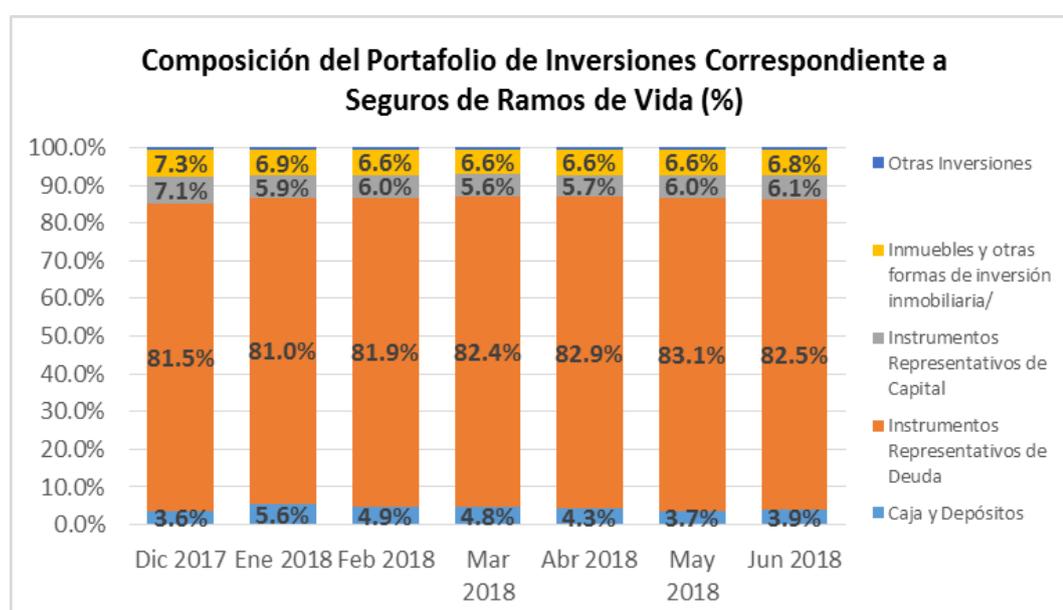
6.2.1 Etapa 1: Estimación del Valor Razonable del portafolio

Determinar qué instrumentos serán incluidos en nuestro portafolio requerirá de la revisión de la estructura real del portafolio de inversiones elegibles en términos agregados para el sector de seguros ramo vida así como la estructura de activos según su clasificación contable. Con ello se estimará el valor razonable del portafolio de inversiones.

1) Revisión de la estructura real del portafolio de inversiones elegibles

Una manera de construir la estructura de inversión en nuestro hipotético portafolio (asset allocation) es tratando de replicar la estructura de inversión que mantiene el sector. Es por ello que se procedió a estimar el promedio aritmético de los últimos 6 meses correspondiente a los montos invertidos según clase de activos, y a partir de ello replicar dicha estructura en nuestro caso de estudio aplicado. (Ver Ilustración 6.1 y Tabla 6.1).

Ilustración 6.1 Composición del portafolio de inversiones por clase de activos – Seguros de Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Tabla 6.1 Composición del Portafolio de Inversiones – Seguros de Ramo Vida (miles de soles)

Composición del Portafolio de Inversiones Correspondiente a Seguros de Ramos de Vida (En miles de soles)								
	Dic 2017	Ene 2018	Feb 2018	Mar 2018	Abr 2018	May 2018	Jun 2018	Promedio 6 meses
Caja y Depósitos	1 105 857	1 743 701	1 534 853	1 506 063	1 320 560	1 149 892	1 224 251	1 413 220
Instrumentos Representativos de Deuda	24 915 231	25 088 831	25 520 709	25 635 071	25 722 852	25 972 156	26 094 868	25 672 415
Instrumentos Representativos de Capital	2 169 972	1 840 004	1 859 558	1 758 555	1 765 040	1 875 566	1 927 036	1 837 626
Inmuebles y otras formas de inversión inmobiliaria	2 217 559	2 128 207	2 070 440	2 052 440	2 052 236	2 059 789	2 164 187	2 087 883
Otras Inversiones	176 827	180 749	189 011	176 750	184 676	185 117	208 666	187 495
INVERSIONES ELEGIBLES (MONTO)	30 585 446	30 981 491	31 174 571	31 128 880	31 045 364	31 242 519	31 619 009	31 198 639

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Resultado:

Como se puede observar en la Ilustración 6.1 y en la Tabla 6.1 la mayor parte de la cartera la componen los instrumentos representativos de deuda (82.5%) y esto es propio de las empresas de seguros de ramo vida, pues tienen que cubrir los pasivos (reservas matemáticas) que son de largo plazo con instrumentos de determinadas características como los bonos, además estos deberán clasificarse como instrumentos a vencimiento.

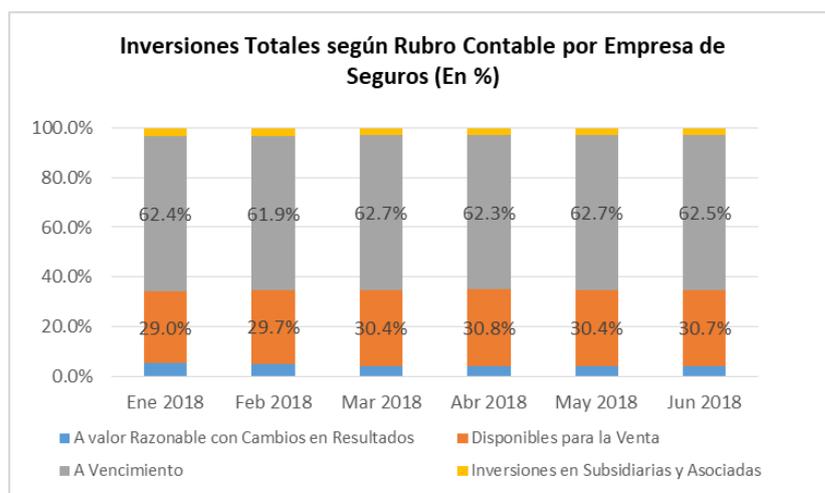
Adicionalmente se tienen las inversiones en Instrumentos Representativos de Capital (6.1%) que son clasificados como instrumentos disponibles para la venta, e inversiones inmobiliarias (6.8%).

2) Revisión de la estructura real del portafolio de inversiones según rubro contable.

Recordemos que las inversiones se pueden clasificar contablemente en: i) valor Razonable con Cambios en Resultados, ii) Disponibles para la Venta, y iii) a Vencimiento e Inversiones en Subsidiarias y Asociadas.

Por su parte, las inversiones a vencimiento están orientadas a respaldar las obligaciones de las empresas de seguros, ya que deben cumplir con el principio del calce, además bajo esta categoría los instrumentos, por normativa del ente regulador, no pueden venderse en el mercado a menos que muestren signos de deterioro en su valor (ver norma SBS-7034). Teniendo esta información restrictiva, se procedió a estimar la estructura de montos invertidos de los últimos 6 meses, según la clasificación contable para tenerla como referencia en la aplicación del modelo. Ver Ilustración 6.2 y Tabla 6.2.

Ilustración 6.2 Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros Ramo Vida



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Tabla 6.2. Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles)

Inversiones Totales según Rubro Contable por Empresa de Seguros (En miles de soles)							
Rubro contable	Ene 2018	Feb 2018	Mar 2018	Abr 2018	May 2018	Jun 2018	Promedio 6 meses
A valor Razonable con Cambios en Resultados	1,322,485	1,286,243	1,267,915	1,272,303	1,285,234	1,264,806	1,283,164
Disponibles para la Venta	7,376,044	7,664,814	9,198,646	9,358,661	9,332,536	9,453,283	8,730,664
A Vencimiento	15,896,473	15,961,733	18,989,551	18,921,360	19,224,747	19,226,541	18,036,734
Inversiones en Subsidiarias y Asociadas	877,508	887,201	823,137	828,866	824,679	819,590	843,497
Total de Inversiones Financieras	25,472,511	25,799,990	30,279,250	30,381,191	30,667,197	30,764,221	28,894,060

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Como se explicó anteriormente, los instrumentos a vencimiento no están expuestos al riesgo de mercado pues su valorización es a costo amortizado y no realizan pérdidas y ganancias contables, solo se exponen a riesgo de crédito. Por esta razón no es pertinente incluirlo dentro de la aplicación de la optimización de portafolio.

A continuación se procede a deducir los instrumentos clasificados a vencimiento, del total de instrumentos representativos de deuda; quedando como resultado solo aquellos que sí están expuestos al riesgo de mercado, y que sí deben de ser considerados para la optimización del portafolio. La cifra asciende a S/. 7,635 millones en promedio de los 6 meses. (Ver Tabla 6.3).

Tabla 6.3 Instrumentos representativos de deuda afecto a riesgo de mercado (En miles de soles)

	Ene 2018	Feb 2018	Mar 2018	Abr 2018	May 2018	Jun 2018	Promedio 6 meses
Instrumentos Representativos de Deuda	25 088 831	25 520 709	25 635 071	25 722 852	25 972 156	26 094 868	25 672 415
A Vencimiento	15 896 473	15 961 733	18 989 551	18 921 360	19 224 747	19 226 541	18 036 734
Diferencia	9 192 358	9 558 976	6 645 521	6 801 492	6 747 408	6 868 327	7 635 680

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Los instrumentos clasificados como inversiones disponibles para la venta y a valor razonable con cambio en resultados sí están afectas al riesgo de mercado, por lo que se les considera en su totalidad: i) Inversiones disponibles para la venta S/. 8,730 millones, e ii) inversiones a valor razonable con cambio en resultados S/. 1,283 millones.

Consideraciones de no inclusión:

- No se incluye las inversiones realizadas en inmuebles, inversión inmobiliaria, Operaciones de reporte, préstamo de valores e Instrumentos estructurados con capital protegido, debido a la limitada información de sus cotizaciones/valorizaciones y/o factores de riesgos a los que se encuentran expuesto. Esto sería materia de estudio en otro tipo de investigación.
- No se incluyen instrumentos de renta fija obtenidos mediante oferta privada. Es una práctica común de las empresas de seguros de ramo vida, participen en la compra de bonos customizados en el extranjero que ayuden al calce de sus pasivos (obligaciones) especialmente para los tramos de muy largo plazo debido a la falta de emisiones con estas características en el mercado local. Estos instrumentos no cotizan en el mercado y resulta complicado conocer el detalle de la estructura de cupones, calificación de riesgo, entre otros.
- No se incluyen instrumentos de renta fija con calificación de grado especulativo puesto que no formarían parte de la cartera de instrumentos elegibles según la regulación local.
- No se incluyen los fondos mutuos de tipo cerrados debido a que no es posible el ingreso de nuevos participes. Estos fondos no son objeto de estudio para esta la presente investigación.

Resultado: Finalmente, se incluirá en el modelo de optimización los Instrumentos Representativos de Deuda e Instrumentos Representativos de Capital que estén sujetos a riesgo de mercado, es decir aquellos clasificados como “Inversiones Disponibles para la

venta (DPV)” y “A Valor Razonable con Cambio en Resultados”. Dicho importe a valor razonable asciende a S/. 10,014 millones (34.7% del portafolio total) (ver Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Estructura del portafolio – Valor razonable (En miles de soles)

Tipo de activos/Clasificación contable	Disponible para la venta (miles de soles)	%
Instrumentos Representativos de Deuda	8 757 912	87%
<i>Disponibles para la venta</i>	<i>7 635 680</i>	
<i>A valor Razonable con Cambios en Resultados</i>	<i>1 122 232</i>	
Instrumentos Representativos de Capital	1 255 916	13%
<i>Disponibles para la venta</i>	<i>1 094 984</i>	
<i>A valor Razonable con Cambios en Resultados</i>	<i>160 932</i>	
Total	10 013 828	100%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Como se pudo observar el 87% del portafolio que está afecto al riesgo de mercado corresponde a instrumentos representativos de deuda, mientras el 13% corresponde a instrumento representativo de capital.

Consideración adicional: Revisión de los Emisores de Instrumentos Representativos de Deuda e Instrumentos Representativos de Capital

Para conocer la información relativa a los emisores de Instrumentos Representativos de Deuda e Instrumentos Representativos de Capital se descargó la información de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP relativa a la “Composición de Cartera por Emisor o Contraparte e Instrumento para el Ramo Vida” a Junio 2018 y se organizó por sectores (Ver Tabla 6.5).

Tabla 6.5 Composición de Cartera por Emisor o Contraparte e Instrumento Ramo Vida

Composición de Cartera por Emisor o Contraparte e Instrumento según Ramo		
Al 30 de Junio de 2018		
(En Miles de Soles)		
	Ramos de Vida	
	Monto	%
EMISORES LOCALES	21 265 055	67.3%
GOBIERNO	6 911 567	21.9%
FINANZAS	5 244 196	16.6%
BIENES INMOBILIARIOS	878 099	2.8%
ENERGÍA	21 250	0.1%
INDUSTRIAL	2 023 498	6.4%
MATERIALES	624 357	2.0%
PRODUCTOS DE CONSUMO NO BÁSICO	721 253	2.3%
PRODUCTOS DE PRIMERA NECESIDAD	762 307	2.4%
SALUD	836	0.0%
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	565 893	1.8%
SERVICIOS DE UTILIDAD PUBLICA	3 511 799	11.1%
EMISORES EXTRANJEROS	7 639 692	24.2%
GOBIERNO - SOBERANO	623 508	2.0%
GOBIERNO - MULTINACIONAL	147 417	0.5%
GOBIERNO - ESTADO/PROVINCIA	106 523	0.3%
FINANZAS	2 775 625	8.8%
BIENES INMOBILIARIOS	14 724	0.0%
ENERGÍA	386 372	1.2%
INDUSTRIAL	508 912	1.6%
MATERIALES	1 012 490	3.2%
PRODUCTOS DE CONSUMO NO BÁSICO	348 204	1.1%
PRODUCTOS DE PRIMERA NECESIDAD	503 330	1.6%
SALUD	248 021	0.8%
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	217 076	0.7%
SERVICIOS DE UTILIDAD PUBLICA	500 686	1.6%
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	246 802	0.8%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) - Elaboración propia

Nota: Los montos nominales en el cuadro corresponden al total del portafolio del mercado Ramo Vida (la cual incluye instrumentos a vencimiento).

Resultado: Se incluirá en el modelo de optimización de portafolio diversos Instrumentos Representativos de Deuda tales como bonos globales, corporativos (sectores diversos), subordinados, Indexados a la Inflación, que figuren en la lista publicada por la SBS, los cuales en conjunto incluyen 83 instrumentos como alternativas de inversión. Adicionalmente, se consideran 36 instrumentos de renta variable (acciones y fondos mutuos), siendo 18 de ellos Instrumentos Representativos de Capital (emitidas en el mercado local y extranjero), y 18 Fondos mutuos abiertos, administrados por diversas Sociedades Agentes de Fondos de Inversión. Por otro lado hay que aclarar que el número

de instrumentos considerados como alternativa de inversión en el presente trabajo no reflejan necesariamente la cantidad óptima de instrumentos a invertir, pudiendo cada gestor de inversiones considerara el número de instrumentos que a su criterio sea pertinente (teniendo las restricciones de tiempo y costo).

Para mayor detalle de los instrumentos considerados en la aplicación de la metodología, ver Anexo 4.

6.2.2 Etapa 2: Estimación del riesgo del portafolio

Teniendo una estructura de portafolio tal y como se pudo hallar en la etapa 1 (uno) para el sector de seguros de ramo vida, donde los instrumentos de renta fija constituyen cerca del 90% del total del portafolio, es que se aplicará el cálculo de un modelo VaR Factorial, donde los factores de riesgo, para los bonos, serán: i) las tasas de interés (a distintos vencimientos), y ii) el tipo de cambio. La aplicación del modelo VaR Factorial considerará la aplicación del método del Cash Flow Mapping para la estimación del riesgo de mercado. Tal y como se revisó en el marco teórico, esta herramienta es la adecuada y útil para portafolios con composición mayoritaria en bonos.

En esta etapa consideraremos las siguientes subetapas:

- i. Determinar el portafolio y definir los factores de riesgo asociados a sus activos.
- ii. Fijar los parámetros: Horizonte de riesgo y nivel de confianza.
- iii. Estimar el Mapping considerando los factores de riesgo.
- iv. Revaluar el portafolio para cada realización de los factores de riesgo.
- v. Calcular VaR

A continuación presentamos el desarrollo de las subetapas:

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

El valor razonable del portafolio asciende a S/ 10,013 millones entre los cuales S/ 8,757 millones corresponden a instrumentos de renta fija que tendrán como factor de riesgo: a) las tasas de interés (para todos los bonos) y b) el tipo de cambio (afectando solo a instrumentos emitidos en moneda extranjera, USD).

Respecto a los instrumentos representativos de capital (acciones y fondos mutuos), sus factores de riesgo se considerarán: a) sus propias cotizaciones - factor de riesgo precio- (todos los instrumentos de renta variable), y b) el tipo de cambio (afectando solo a

instrumentos emitidos en moneda extranjera, USD). (ver Tabla 6.6). Para un análisis completo ver Anexo 5.

Tabla 6.6 Factores de riesgo – portafolio compañías de seguros ramo vida

Factor de riesgo	Instrumento 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)

Elaboración propia

6.2.2.2 Fijar los parámetros: Horizonte de riesgo y nivel de confianza.

El **horizonte de riesgo** corresponderá a un año, ya que se busca relacionarlo con la naturaleza del portafolio (frecuencia de negociación) y con el Plan Anual de Inversiones que requiere la SBS (2016). Para ello inicialmente se ha trabajado sobre la base de 252 observaciones diaria (desde el 10/07/2017 al 29/06/2018) para el estudio de los factores de riesgo: precios, tipos de cambio y tasas de interés; que posteriormente serán transformados a términos anuales a través de la multiplicación de raíz de 252.

Referente a la selección del **nivel de confianza**, podemos precisar tal y como lo manifiesta Gonzales y Albarrán (2008), que la elección de un 99% de nivel de confianza corresponde a la recomendación de la entidad regulatoria (SBS), y a las sugerencias que viene realizando Solvencia II. Además que hay que adicionar que la elección de uno u otro nivel de confianza refleja el nivel de aversión al riesgo que posee el inversor. Así mientras el nivel de confianza sea a un porcentaje mayor, refleja una actitud de mayor tolerancia al riesgo (menos conservadora).

6.2.2.3 Estimar el Mapping considerando los factores de riesgo (Cash Flow Mapping)

El proceso de mapear los flujos de caja (Cash Flow Mapping), cuyo riesgo se busca estimar en unos vencimientos estándar denominados nodos, se puede desarrollar mediante procedimientos distintos. Esta transformación del flujo de caja de cada bono en distintos nodos se realiza de modo que, en la secuencia del flujo de caja, ciertas propiedades permanezcan invariantes: tales como su Duración, volatilidad del rendimiento y valor presente.

El objetivo de este método es reemplazar el portafolio que considera múltiples bonos con vencimientos no estándares y variados, hacia un portafolio con vencimientos, plazos estandarizados y fijos.

El Cash Flow Mapping, tal y como lo manifiesta Krzysztof Ostaszewski (2009), es un método de proyección de flujos de caja y cuyos 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 a Novales (2016), para la gestión de un fondo de renta fija se requiere convenientemente hacer uso de modelos factoriales. Para ello en una primera etapa, sobre la base de la estructura temporal del bono, se debe de identificar los factores que han de utilizarse. La estructura temporal viene dada por un conjunto de tasas de interés cupón cero a vencimiento estándar. En este sentido tomaremos las siguientes curvas cupón cero (curvas base):

i) las que publica la SBS para instrumentos de emisión local:

- Curva cupón cero bonos soberanos soles: IRPEN_PEN_Soberana_Zero - útil para valorizar instrumentos de renta fija, emitidos en el mercado local, en soles.
- Curva cupón cero bonos globales USD: IRPEN_USD_Soberana_Zero - útil para valorizar instrumentos de renta fija emitidos en emisores locales en dólares americanos.
- Curva cupón cero bonos soberanos soles ajustados por la inflación - VAC: IRPEN_PENVAC_Soberana_Zero - útil al valorizar instrumentos de renta fija ajustados por la inflación, emitidos en soles.

ii) las que publica el Financial Institutions a través de Bloomberg, para los Treasuries norteamericanos; que nos servirán de base, referencia del nivel de riesgo, y como factor de riesgo para las tasas de interés:

- Curva cupón cero USD strips: Curva UST Strips: IRUSD_USD_Soberana_Zero - útil para valorizar instrumentos de renta fija emitidos en el exterior, emitidos en dólares americanos.

Tabla 6.7 Curvas Cupón Soberanas

Descripción	Código	Nro Nodos	Day Convention
Curva Soberana de Perú en Soles	IRPEN_PEN_Soberana_Zero	23	Act/360
Curva Soberana de Perú en Dólares	IRPEN_USD_Soberana_Zero	28	Act/360
Curva US Treasury Strips	IRUSD_USD_Soberana_Zero	16	Act/360

Elaboración propia

Estas curvas cupón cero nos determinarán 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. La Tabla 6.8; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los nodos para cupón cero soberano:

Tabla 6.8 Nodos de Curvas Cupón Soberanas

Descripción	Nodos
Curva Soberana de Perú en Sol	1d, 3m, 6m, 1y, 2y, 3y, 4y, 5y, 6y, 7y, 8y, 9y, 10y, 11y, 12y, 13y, 14y, 15y, 16y, 17y, 18y, 19y, 20y
Curva Soberana de Perú en Dól	1d, 1y, 2y, 3y, 4y, 5y, 6y, 7y, 8y, 9y, 10y, 11y, 12y, 13y, 14y, 15y, 16y, 17y, 18y, 19y, 20y, 21y, 22y, 23y, 24y, 25y, 26y, 27y
Curva US Treasury Strips	1d, 3m, 6m, 1y, 2y, 3y, 4y, 5y, 7y, 8y, 9y, 10y, 15y, 20y, 25y, 30y

Elaboración propia

Para fines de nuestro modelo se ha determinado la siguiente nomenclatura de nodos:

- i) IRPEN_USD_Soberana_Zero
 - CCPEDS1: Curva Cupón Cero Perú Dólares – **1 año**
 - CCPEDS2: Curva Cupón Cero Perú Dólares – **2 años (...)**
- ii) IRUSD_USD_Soberana_Zero
 - C0823M: US Strip Dólares – **3 meses**
 - C0821Y: US Strip Dólares – **1 año (...)**
- iii) IRPEN_PEN_Soberana_Zero
 - CCPSS0.25: Curva Cupón Cero Perú Soles – **3 meses**
 - CCPSS1: Curva Cupón Cero Perú Soles – **1 año (...)**

Ver Anexo 5 para mayor detalle de las tasas de interés curva cupón cero (factores de riesgo tasas de interés).

A modo de ejemplo, para el bono corporativo emitido por Perú LNG, denominado en dólares, y que vence en el 2024 le correspondería la curva IRPEN_USD_Soberana_Zero (Ver Tabla 6.9).

Tabla 6.9. Datos del bono: PEP75460M048

Fecha Valorización	29/06/2018
Datos del Instrumento:	
Valor Nominal	1,000.00
Saldo Nominal	550.00
Moneda	USD
Tasa Cupón	7.16%
Periodo	Semestral
Day Convention	30/360
Business Day Conv.	Modified Following
Fecha Emisión	15/05/2010
Fecha Vencimiento	15/11/2024
Curva Base	IRPEN_USD_Soberana_Zero
Código Nodos	CCPEDS

Elaboración propia

Los conceptos explicados en el marco teórico servirán de base para implementar el método de Cash Flow Mapping, desarrollada por JP Morgan, a través del RiskMetrics Technical Document (1996) para la obtención del riesgo de mercado.

A modo de ejemplo se va a explicar el Cash Flow Mapping aplicado en el siguiente caso práctico del bono corporativo: PEP75460M048, cuyo emisor es la compañía Perú LNG SRL. Los pasos a considerar tienen como referencia a los que desarrolla Krzysztof Ostaszewski (2009). De este modo se considerarán los flujos de pago del instrumento de manera independiente y según la convención de días con la que se encuentre el bono se considerará los días que faltan para cobrar dichos flujos, teniendo: i) actual/actual (365 días/365días), ii) 30/360 días, y iii) actual/360.

Lo primero que se hace para desarrollar esta metodología es tener la curva cupón cero de los bonos soberanos en dólares, ya que el bono se emitió en dicha moneda. La fecha proceso, que viene a ser la fecha final a la que se analiza, se hizo el 29 de junio del 2018, por lo que la curva a 90 días, 180 días etc., considerará el día de la fecha de proceso y en base a ella le agregará los plazos en días (Ver Tabla 6.10); por lo que es muy probable que no coincida con la fecha de los flujos en que el bono realiza sus pagos (Ver Tabla 6.11):

Tabla 6.10. Curva Soberano de Perú en USD

Tipo de Curva	Plazo (DIAS)	Tasas (%)
CCPEDS	0	0.1817655
CCPEDS	90	1.2196174
CCPEDS	180	1.9568479
CCPEDS	270	2.4745745
CCPEDS	360	2.8336188
CCPEDS
CCPEDS	13860	4.8162823
CCPEDS	13950	4.8131669
CCPEDS	14040	4.8099658
CCPEDS	14130	4.806681
CCPEDS	14220	4.803314
CCPEDS	14310	4.7998667
CCPEDS	14400	4.7963406

Elaboración: Propia

Tabla 6.11. Flujo de pago del Bono PEP75460M048

Fecha de Pago	Saldo	Cuota	Días al Vencimiento
15/11/2018	600.00	73.26	139
15/05/2019	550.00	71.47	320
17/11/2019	500.00	69.68	506
17/05/2020	450.00	67.89	688
15/11/2020	400.00	66.10	870
16/05/2021	350.00	64.31	1052
15/11/2021	300.00	62.52	1235
15/05/2022	250.00	60.73	1416
15/11/2022	200.00	58.95	1600
15/05/2023	150.00	57.16	1781
15/11/2023	100.00	55.37	1965
15/05/2024	50.00	53.58	2147
17/11/2024	-	51.79	2333

Elaboración: Propia

Para hallar la tasa cupón de descuento para el 15/11/2018 se tiene lo siguiente en la (ver Tabla 6.12)

Tabla 6.12. Primera interpolación de Tasa Cupón Para Flujo del Bono

Fecha	Tasa Cupón	Plazo
29/06/2018 Fecha de proceso Curva Cupón Soberano USD		0
27/09/2018 Fecha de Curva Cupón Soberano USD	1.2196174	90
15/11/2018 <i>Fecha de pago cupón del bono</i>	X	139
26/12/2018 Fecha de Curva Cupón Soberano USD	1.9568479	180
26/03/2019 Fecha de Curva Cupón Soberano USD	2.4745745	270

Elaboración: Propia

A continuación se realiza una interpolación entre la diferencia de las fechas

Ecuación 6-1

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Interpolación lineal	
x_0	y_0
x	$y=?$
x_1	y_1

$$X = 1.2196174 + \frac{1.9568479 - 1.2196174}{180 - 90} * (139 - 90) = 1.62100$$

El uso de esta interpolación obedece a la necesidad de asumir que entre una tasa de rendimiento y otra existe una que sea intermedia, aunque en la práctica muchas veces no ocurre ello.

De este modo se encuentra la tasa cupón para el primer flujo, y se sigue este procedimiento para hallar la tasa base cupón del resto de fechas en las que paga el bono, y se obtiene la siguiente Tabla 6.13:

Tabla 6.13. Curva Base hallada por Cash Flow Mapping

Fecha de Pago	Saldo	Cuota	Días al Vencimiento	Curva Base
15/11/2018	600.00	73.26	139	1.62100%
15/05/2019	550.00	71.47	320	2.67404%
17/11/2019	500.00	69.68	506	3.18176%
17/05/2020	450.00	67.89	688	3.39789%
15/11/2020	400.00	66.10	870	3.48404%
16/05/2021	350.00	64.31	1052	3.51443%
15/11/2021	300.00	62.52	1235	3.52550%
15/05/2022	250.00	60.73	1416	3.53396%
15/11/2022	200.00	58.95	1600	3.54711%
15/05/2023	150.00	57.16	1781	3.56675%
15/11/2023	100.00	55.37	1965	3.59350%
15/05/2024	50.00	53.58	2147	3.62583%
17/11/2024	-	51.79	2333	3.66368%

Fuente de precios: Bloomberg y SBS – Elaboración propia

Una vez que se ha hallado las tasas base para la curva cupón del bono analizado, el ejercicio se repetirá para el resto de bonos que constituyen el portafolio de inversiones (89 bonos en total para nuestro caso).

El siguiente paso es asignar los flujos a cada nodo, y para ello es que primero se calcula la matriz de varianzas y covarianzas a partir entre cada rendimiento de las curvas cupón (ver Tabla 6.14)¹⁴:

Para calcular dicha matriz se hará uso de la siguiente fórmula, que nos será útil para instrumentos de renta fija, pues como se ha explicado en la teoría de bonos, no podemos calcular directamente el rendimiento de los bonos, por lo que se hace uso de la diferencia de sus Yield, por lo que al calcular la matriz de varianzas y covarianzas e incluir la Duración Modificada estamos incluyendo la sensibilidad del precio respecto a las variaciones de la tasa de interés. Es decir en qué porcentaje varía el precio ante variaciones porcentuales del Yield. De este modo se tiene:

Ecuación 6-2

$$\text{Cov}(x,y) = \rho_{x,y} * D_x * D_y * \sigma_x * \sigma_y$$

Dónde:

D_x : Duración modificada del rendimiento

¹⁴ Los pasos previos a la estimación de esta matriz se explicará detalladamente en la descripción de la subetapa v. Estimación VaR

Tabla 6.14. Matriz de Varianza y Covarianza entre los rendimientos de la curva cupón cero

	60	61	62	63	64	65	66	67
Nombre del instrumento	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7	CCPEDS8
Factor de riesgo	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7	CCPEDS8
CCPEDS1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
CCPEDS2	0.000000	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
CCPEDS3	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002
CCPEDS4	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002
CCPEDS5	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003
CCPEDS6	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000003	0.000004	0.000004
CCPEDS7	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000004	0.000004	0.000005
CCPEDS8	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000004	0.000005	0.000006
CCPEDS9	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000004	0.000005	0.000006
CCPEDS10	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000006	0.000007
CCPEDS11	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000006	0.000008
CCPEDS12	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000004	0.000005	0.000006	0.000008

Elaboración propia

Luego de obtener la matriz de varianzas y covarianzas, se procede a calcular la volatilidad que le correspondería a cada rendimiento calculado por medio de la interpolación. Para hallar estas volatilidades, así mismo, también hacemos uso de la interpolación lineal y calculamos la volatilidad para cada rendimiento calculado por Mapping:

Lo primero que calculamos es la desviación estándar para cada curva cupón cero (ver Tabla 6.15):

Tabla 6.15. Desviación Estándar de cada Curva Cupón Cero

Nombre instru	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7	CCPEDS8
Duración Mod	-0.97244463	-1.9338105	-2.89806903	-3.86342006	-4.82769627	-5.78992645	-6.74988596	-7.70767917
Obs. Última	0.02833619	0.0342275	0.03517203	0.03535208	0.03569067	0.03628259	0.03705456	0.03792592
Obs.	3101	3101	3101	3101	3101	3101	3101	3101
Des. Estandar	0.0004083	0.00045	0.00043	0.00039	0.00034	0.00032	0.00031	0.00031
Indice	60	61	62	63	64	65	66	67

Elaboración propia

Luego analizamos entre qué nodos adyacentes se encuentra el vencimiento de cada flujo que va a pagar el bono. A modo de ejemplo analizamos el primer flujo, pero teniendo en cuenta que en nuestro Mapping se construirán nodos anuales, por lo que cada flujo que pague se distribuirá entre uno y otro nodo anual.

Se puede observar que el primer y segundo flujo que va a pagar el bono PEP75460M048, pagan dentro de 139 y 320 días, por lo que ambos son menores a los 360 días (1 año). Con ello solo nos queda asignar ambos flujos al primer nodo del primer año.

Sin embargo el tercer flujo paga en 506 días, es decir es mayor a los 360 días del primer nodo y menor a los 720 días (2 años) del segundo nodo. Entonces nos queda la incógnita de la proporción en la que se distribuirá este flujo entre el primer y segundo nodo, pues es evidente que el flujo no paga de manera exacta ni en los 360 días ni en los 720 días. El modo en cómo se va a calcular la distribución de este tercer flujo se realizará teniendo en cuenta la volatilidad inferior a los 360 días (desviación estándar de CCPEDS1) y la volatilidad superior de los 720 días (desviación estándar de CCPEDS2) (ver Tabla 6.16), la correlación que hay entre el rendimiento de un periodo de la curva cupón y otro. Para nuestro caso es la correlación entre CCPEDS1 y CCPEDS2, ya que se busca correlacionar los periodos del primer nodo de un año y el segundo a dos años (ver Tabla 6.16).

Tabla 6.16. Matriz de Correlaciones

	57	58	59	60	61	62	63
Nombre del instrumento	CCPSS18	CCPSS19	CCPSS20	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4
Factor de riesgo	CCPSS18	CCPSS19	CCPSS20	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4
CCPEDS1	0.0598	0.0591	0.0584	1.0000	0.8326	0.6416	0.5374
CCPEDS2	0.1303	0.1279	0.1256	0.8326	1.0000	0.9514	0.8724
CCPEDS3	0.1703	0.1672	0.1642	0.6416	0.9514	1.0000	0.9730
CCPEDS4	0.1976	0.1943	0.1911	0.5374	0.8724	0.9730	1.0000
CCPEDS5	0.2115	0.2083	0.2054	0.4794	0.7715	0.8931	0.9694
CCPEDS6	0.2087	0.2061	0.2036	0.4388	0.6519	0.7704	0.8822
CCPEDS7	0.1941	0.1921	0.1901	0.4067	0.5375	0.6390	0.7689
CCPEDS8	0.1756	0.1741	0.1726	0.3823	0.4469	0.5273	0.6614
CCPEDS9	0.1580	0.1569	0.1558	0.3644	0.3830	0.4437	0.5736

Elaboración propia

Tabla 6.17. Cash Flow Mapping

Fecha de Pago	Cuota	Días al Vencimiento	Cash Flow Mapping							
			Plazo Inf	Plazo Sup	DS Inf	DS Sup	Correlación	DS Plazo	Beta	1-Beta
15/11/2018	73.26	139.00	360	360	0.040826%	0.040826%	1.000000	0.040826%	1.000000	0.000000
15/05/2019	71.47	320.00	360	360	0.040826%	0.040826%	1.000000	0.040826%	1.000000	0.000000
17/11/2019	69.68	506.00	360	720	0.040826%	0.044536%	0.832587	0.042330%	0.243178	0.756822
17/05/2020	67.89	688.00	360	720	0.040826%	0.044536%	0.832587	0.044206%	0.031833	0.968167
15/11/2020	66.10	870.00	720	1080	0.044536%	0.043260%	0.951387	0.044004%	0.824139	0.175861
16/05/2021	64.31	1,052.00	720	1080	0.044536%	0.043260%	0.951387	0.043359%	0.498197	0.501803
15/11/2021	62.52	1,235.00	1080	1440	0.043260%	0.038588%	0.973010	0.041248%	0.624132	0.375868
15/05/2022	60.73	1,416.00	1080	1440	0.043260%	0.038588%	0.973010	0.038900%	0.086169	0.913831
15/11/2022	58.95	1,600.00	1440	1800	0.038588%	0.034238%	0.969359	0.036655%	0.615432	0.384568
15/05/2023	57.16	1,781.00	1440	1800	0.038588%	0.034238%	0.969359	0.034468%	0.070436	0.929564
15/11/2023	55.37	1,965.00	1800	2160	0.034238%	0.031744%	0.969547	0.033095%	0.634352	0.365648
15/05/2024	53.58	2,147.00	1800	2160	0.034238%	0.031744%	0.969547	0.031834%	0.059371	0.940629
17/11/2024	51.79	2,333.00	2160	2520	0.031744%	0.030827%	0.976871	0.031303%	0.688114	0.311886

Elaboración propia

A continuación se pasará a calcular el valor de los flujos:

Data:

DS 360 días: 0.040826%

DS 720 días: 0.044536%

Correlación (CCPEDS1;CCPEDS2): 0.832587

Esta información es suficiente para calcular la proporción del cupón que irá en cada nodo, para lo cual se calculará en primer lugar la Desviación Estándar del periodo de pago del flujo: X (DS Plazo en Tabla 6.18), para ello la calculamos por medio de la interpolación:

Tabla 6.18 Interpolación para hallar Volatilidades

Plazos relevantes	Volatilidades
360	0.040826%
506	X
720	0.044536%

Adicionalmente, se elaboró la programación para interpolar las tasas de interés en las hojas Excel mediante una fórmula “InterpolaL” (Ver Tabla 6.19)

Tabla 6.19 Programación Interpolación

```
Function InterpolaL(a As Integer, b As Integer, c As Single, d As Single, e As Integer) As Single
'=====
'
'a = Plazo Inferior
'b = Plazo Superior
'c = Tasa Inferior
'd = Tasa Superior
'e = Plazo Obejtivo
'=====
InterpolaL = (e - a) * (d - c) / (b - a) + c
End Function
```

Elaboración propia

Por interpolación, $X = 0.042330\%$; calculada la volatilidad calcularemos la distribución en ambos plazos del tercer flujo pagado: a cada proporción denominaremos beta y 1-beta, ya que ambos deben de sumar 1 (el flujo total pagado):

Para calcular beta, se debe de tener en cuenta que la proporción de uno depende del otro, y están correlacionados por las tasas cupón que paga el bono, es por ello que haremos uso del cálculo de la volatilidad de portafolio para dos activos, pero esta vez calcularemos los pesos ponderados, ya que la volatilidad de la fecha plazo se acaba de calcular en la interpolación.

Donde Beta es: W

Ecuación 6-3

$$\text{VAR}_{(\text{plazo})} = W^2 * \sigma_{360}^2 + (1 - W)^2 * \sigma_{720}^2 + 2 * \rho_{(360;720)} * \sigma_{360} * \sigma_{720} * W * (1 - W)$$

Reemplazando tenemos:

$$0.04233\%^2 = W^2 * 0.040826\%^2 + (1 - W)^2 * 0.044536\%^2 + 2 * 0.832587 * 0.040826\% * 0.044536\% * W * (1 - W)$$

Resolviendo esta ecuación cuadrática obtenemos el Beta y el 1-Beta; para el tercer flujo:

Ecuación 6-4

$$= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Beta: 0.243178

1-Beta: 0.756822

De este modo se distribuye el valor presente del tercer flujo: USD 60.49, como sigue (ver también tercera fila de la Tabla 6.20):

Tabla 6.20 Distribución de Flujos en Nodos

	CCPEDS1	CCPEDS2
Flujo VP	360	720
60.49	14.71	45.78

Elaboración propia.

Del mismo modo se debe de repetir este procedimiento para el resto de los flujos y asignar cada valor presente de dichos flujos en cada nodo; quedando como sigue (ver Tabla 6.21):

Tabla 6.21. Distribución de Flujos en Nodos

Fecha de Pago	Cash Flow Mapping					CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7
	DS Sup	Correlación	DS Plazo	Beta	1-Beta	360	720	1080	1440	1800	2160	2520
15/11/2018	0.040826%	1.000000	0.040826%	1.000000	0.000000	70.85	-	-	-	-	-	-
15/05/2019	0.040826%	1.000000	0.040826%	1.000000	0.000000	65.62	-	-	-	-	-	-
17/11/2019	0.044536%	0.832587	0.042330%	0.243178	0.756822	14.71	45.78	-	-	-	-	-
17/05/2020	0.044536%	0.832587	0.044206%	0.031833	0.968167	1.78	54.02	-	-	-	-	-
15/11/2020	0.043260%	0.951387	0.044004%	0.824139	0.175861	-	42.43	9.05	-	-	-	-
16/05/2021	0.043260%	0.951387	0.043359%	0.498197	0.501803	-	23.67	23.84	-	-	-	-
15/11/2021	0.038588%	0.973010	0.041248%	0.624132	0.375868	-	-	27.34	16.46	-	-	-
15/05/2022	0.038588%	0.973010	0.038900%	0.086169	0.913831	-	-	3.48	36.89	-	-	-
15/11/2022	0.034238%	0.969359	0.036655%	0.615432	0.384568	-	-	-	22.85	14.28	-	-
15/05/2023	0.034238%	0.969359	0.034468%	0.070436	0.929564	-	-	-	2.41	31.74	-	-
15/11/2023	0.031744%	0.969547	0.033095%	0.634352	0.365648	-	-	-	-	19.87	11.45	-
15/05/2024	0.031744%	0.969547	0.031834%	0.059371	0.940629	-	-	-	-	1.70	27.00	-
17/11/2024	0.030827%	0.976871	0.031303%	0.688114	0.311886	-	-	-	-	-	18.04	8.18

Elaboración propia

$r_{4m} = 0.60r_{3m} + 0.40r_{6m}$ r_{4m} : Retorno sobre el flujo de caja 4 meses

r_{3m} : Retorno sobre el flujo de caja RiskMetrics 3 meses

r_{6m} : Retorno sobre el flujo de caja RiskMetrics 6 meses

$$r_p = 0.33r_{1m} + 0.20r_{3m} + 0.37r_{6m} + 0.10r_{12m} \text{ VaR} = \sqrt{\vec{V} * R * \vec{V}^T \vec{V}}$$

$$\vec{V} = [(0.33 * 1.65\sigma_{1m}), (0.20 * 1.65\sigma_{3m}), (0.37 * 1.65\sigma_{6m}), (0.10 * 1.65\sigma_{12m})]$$

R: matriz de correlaciones $\rho_{1m,3m}$

Este procedimiento fue programado en las hojas Excel mediante la fórmula Mapeo de la siguiente manera (Ver Tabla 6.22):

Tabla 6.22 Programación de Mapping

```
Function Mapeo(DSinf As Single, DSsup As Single, Correl As Single, DSplazo As Single) As Single

    Dim a As Single, b As Single, c As Single, X1 As Single, X2 As Single

    If DSinf = DSsup Then

        Mapeo = 1

    Else

        a = (DSinf ^ 2) + (DSsup ^ 2) - (2 * Correl * DSinf * DSsup)
        b = (2 * Correl * DSinf * DSsup) - ((2 * DSsup ^ 2))
        c = (DSsup ^ 2) - (DSplazo ^ 2)

        X1 = (-b + ((b ^ 2) - (4 * a * c)) ^ 0.5) / (2 * a)
        X2 = (-b - ((b ^ 2) - (4 * a * c)) ^ 0.5) / (2 * a)

        If X1 >= 0 And X1 <= 1 Then
            Mapeo = X1
        Else
            Mapeo = X2
        End If

    End If

End Function
```

Elaboración propia.

Importancia de la aplicación

De acuerdo a lo indicado por RiskMetric, los instrumentos de renta fija fácilmente pueden ser representados como flujos de caja dados su estructura de pagos. En la práctica, esto es equivalente a la descomposición de una obligación en una corriente de instrumentos de cupón cero. Las complicaciones en la aplicación de esta técnica pueden surgir, sin embargo, cuando algunos de estos flujos de caja son inciertos, como con opciones o sujetos a otros activos o evento. Otra ventaja es que se pueden administrar muchos bonos pero todos ellos estarán ordenados mediante el Cash Flow Mapping que hará más sencillo su tratamiento para el análisis.

6.2.2.4 Revaluar el portafolio para cada realización de los factores de riesgo.

En esta subetapa se deberá armar la cuponera por cada bono. Tenemos de datos conocidos: a) el precio de cada instrumento (P_i) - Vector Precios de la SBS (instrumentos locales) o Bloomberg (instrumentos emitidos en el exterior), b) la curva de referencia base estimada para cada fecha de pago (mediante la interpolación de tasas) (R_i), y c) 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.

Ecuación 6-5

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

A modo de ejemplo se tiene:

- a. La cuponera para el Bono bullet emitido por el Banco Interamericano de Finanzas (BIF) – vencimiento 2019 (ver Tabla 6.23):

Tabla 6.23 Cuponera BIF

Contraparte: BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS			
ISIN: PEP12100D169			
Tipo: Bono corporativo			
<input type="text"/>			
Fecha Valorización	29/06/2018		
Datos del Instrumento:			
Valor Nominal	10,000.00	Valorización por:	Precio
Saldo Nominal	10,000.00	Precio de Mercado	102.05%
Moneda	USD	YTM	9.3727%
Tasa Cupón	8.16%	Control Precio Sucio	0.00
Periodo	Semestral	Z-Spread (pbs)	648.35
Day Convention	Actual/360	PV Flujos	10,206.77
Business Day Conv.	Modified Following	Intereses Corridos	2.27
		PV Flujos Limpio	10,204.50
		MTM Precio Limpio	10,204.50
		Control Precios Limp	0.00
		Control Mapping	-
Fecha Emisión	31/12/2009	Duración	1.0591
Fecha Vencimiento	24/07/2019	DM	-0.9683
		N° Cupones	20
Curva Base	IRPEN_USD_Soberana_Zero		
Código Nodos	CCPEDS		

Contraparte: BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS						
ISIN: PEP12100D169						
Tipo: Bono corporativo						
<input type="text"/>						
Fecha Nominal	Fecha de Pago	Saldo	Amortización	N° de Días	Intereses	Cuota
31/12/2009	31/12/2009	10,000.00				
30/06/2010	30/06/2010	10,000.00		181	408.00	408.00
31/12/2010	30/12/2010	10,000.00		183	408.00	408.00
30/06/2011	30/06/2011	10,000.00		182	408.00	408.00
31/12/2011	29/12/2011	10,000.00		182	408.00	408.00
30/06/2012	28/06/2012	10,000.00		182	408.00	408.00
31/12/2012	31/12/2012	10,000.00		186	408.00	408.00
30/06/2013	30/06/2013	10,000.00		181	408.00	408.00
31/12/2013	31/12/2013	10,000.00		184	408.00	408.00
30/06/2014	30/06/2014	10,000.00		181	408.00	408.00
31/12/2014	31/12/2014	10,000.00		184	408.00	408.00
30/06/2015	30/06/2015	10,000.00		181	408.00	408.00
31/12/2015	31/12/2015	10,000.00		184	408.00	408.00
30/06/2016	30/06/2016	10,000.00		182	408.00	408.00
31/12/2016	29/12/2016	10,000.00		182	408.00	408.00
30/06/2017	29/06/2017	10,000.00		182	408.00	408.00
31/12/2017	31/12/2017	10,000.00		185	408.00	408.00
30/06/2018	28/06/2018	10,000.00		179	408.00	408.00
31/12/2018	31/12/2018	10,000.00		186	408.00	408.00
30/06/2019	30/06/2019	10,000.00		181	408.00	408.00
24/07/2019	24/07/2019	-	10000	24	408.00	10,408.00

Elaboración propia

La curva de referencia que le corresponde sería la Curva Soberana de Perú en USD: IRPEN_USD_Soberana_Zero esto debido a ser un instrumento emitido en USD en Perú. Mediante la aplicación de la interpolación de tasas de interés (explicada en la subetapa ii) se obtiene las tasas de interés específicas para el periodo de vencimiento de cada flujo de caja.

Bono bullet emitido por el Banco Interamericano de Finanzas (BIF) – vencimiento 2019, se tiene:

29.06.2018 - Cupón próximo a pagar (en 185 días) tiene definido como tasas cupón cero límite inferior y superior: 180 días = 1.9568479% y 27 días = 2.4547745% respectivamente (ver Tabla 6.24).

Tabla 6.24 Interpolación tasa cupón cero – Caso BIF

Curva Soberana de Perú en USD							
Identificador IRPEN_USD_Soberana_Zero							
Fecha de Proceso	Tipo de Curva	Plazo (DIAS)	Tasas (%)		Nodo	Plazo	Tasa
29/06/2018	CCPEDS	0	0.1817655	1	CCPEDS0	0	0.00181766
29/06/2018	CCPEDS	90	1.2196174	2	CCPEDS0.25	90	0.01219617
29/06/2018	CCPEDS	180	1.9568479	3	CCPEDS0.5	180	0.01956848
29/06/2018	CCPEDS	270	2.4745745	4	CCPEDS0.75	270	0.02474575

Mediante una interpolación lineal se obtiene la tasa que afectaría al cupón próximo a vencer en 185 días = 1.985610% (ver Tabla 6.25).

Tabla 6.25 Resultados de interpolación – Caso BIF

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Contraparte: BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS								
3	ISIN: PEP12100D169								
4	Tipo: Bono corporativo								
5									
36	31/12/2010	30/12/2010	10,000.00		183	408.00	408.00		
37	30/06/2011	30/06/2011	10,000.00		182	408.00	408.00		
38	31/12/2011	29/12/2011	10,000.00		182	408.00	408.00		
39	30/06/2012	28/06/2012	10,000.00		182	408.00	408.00		
40	31/12/2012	31/12/2012	10,000.00		186	408.00	408.00		
41	30/06/2013	30/06/2013	10,000.00		181	408.00	408.00		
42	31/12/2013	31/12/2013	10,000.00		184	408.00	408.00		
43	30/06/2014	30/06/2014	10,000.00		181	408.00	408.00		
44	31/12/2014	31/12/2014	10,000.00		184	408.00	408.00		
45	30/06/2015	30/06/2015	10,000.00		181	408.00	408.00		
46	31/12/2015	31/12/2015	10,000.00		184	408.00	408.00		
47	30/06/2016	30/06/2016	10,000.00		182	408.00	408.00		
48	31/12/2016	29/12/2016	10,000.00		182	408.00	408.00		
49	30/06/2017	29/06/2017	10,000.00		182	408.00	408.00		
50	31/12/2017	31/12/2017	10,000.00		185	408.00	408.00		
51	30/06/2018	28/06/2018	10,000.00		179	408.00	408.00		
52	31/12/2018	31/12/2018	10,000.00		186	408.00	408.00	185	1.985610%
53	30/06/2019	30/06/2019	10,000.00		181	408.00	408.00	366	2.849983%
54	24/07/2019	24/07/2019	-	10000	24	408.00	10,408.00	390	2.915439%

Elaboración propia

b. Determinación del Z-spread:

Dado que se conoce el precio del bono (en este caso obtenido del vector de precio SBS) y tenemos 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:

(1/tasa de interés afecta a cupón + Z spread)

A continuación se muestra la programación para estimar el Z-Spread (ver Tabla 6.26)

Tabla 6.26 Programación de cálculo Z Spread

```

Sub CalculosFRB()
'
' CalculosFRB Macro
' Realiza los siguientes cálculos: - YTM - Z Spread
'
Windows("1DEUDA_Fixed_Rate_Bond.xlsm").Activate
Sheets("Detalle").Activate
INIFRB = Cells(9, 2)
FINFRB = Cells(9, 2)

Sheets(INIFRB).Select
Do Until ActiveSheet.Name = FINFRB
Range("E26").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "NO"
Range("E21").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("E16")
Range("E15").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("E14")
Range("E26").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "SI"
Range("E21").Select
Selection.Copy
Range("E25").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Range("E26").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "NO"
ActiveSheet.Next.Select
Loop
Sheets("Detalle").Select
End Sub

```

Elaboración propia

Como resultado, para el Bono bullet Banco Interamericano de Finanzas se obtiene 648 pbs como Z-Spread (ver Tabla 6.27).

Tabla 6.27 Programación de cálculo Z Spread

Contraparte: BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS			
ISIN:	PEP12100D169		
Tipo:	Bono corporativo		
Fecha Valorización 29/06/2018			
Datos del Instrumento:			
Valor Nominal	10,000.00	Valorización por:	Precio
Saldo Nominal	10,000.00	Precio de Mercado	102.05%
Moneda	USD	YTM	9.3727%
Tasa Cupón	8.16%	Control Precio Sucio	0.00
Periodo	Semestral	Z-Spread (pbs)	648.35

Elaboración propia

De esta forma se ejecuta la revalorización del instrumento. Este proceso se repetirá para cada bono del portafolio.

Una vez obtenido todos los flujos de caja estandarizados en los nodos definidos, se toma la suma de los flujos para cada nodo. De esta manera se ha pasado 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. (Ver Tabla 6.28)

Ilustración 6.3 Sumatoria Valor presente de Flujo por nodos

	AE13	AF13	AG13	AH13	AI13	AJ13	AK13	AL13	AM13	AN13	AO13	AP13	AQ13	AR13	AS13	AT13	AV13	
ISIN/CUSIP	CCPED11	CCPED12	CCPED13	CCPED14	CCPED15	CCPED16	CCPED17	CCPED18	CCPED19	CCPED10	CCPED11	CCPED12	CCPED13	CCPED14	CCPED15	CCPED16	CCPED17	
FP01000C4N3_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C22_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C467_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C4W4_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C4L7_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C4S2_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FP01000C5D1_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
US171583A06A_DPV	4,687.42	7,540.55	3,549.09	4,451.13	4,381.69	4,383.68	5,286.79	1,216.33	3,898.49	3,529.54	3,307.36	3,131.01	2,971.17	2,797.81	2,644.32	2,935.10	14,147.85	21,787.4
US279158AD13_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US171583A019_DPV	5,038.50	8,667.16	4,435.54	5,140.53	5,044.46	5,019.04	64,813.76	1,158.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US392328A098_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US02364WAV72_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USP13425AC00_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US171583A056_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USP3984GAF68_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US171583A055_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US4265VAD073_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USP392328AA11_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US172967E00_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US002567C486_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US05968A826_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USP3143HEZ95_DPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO08AG019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO08NOV18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FP01000T673	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FP01000T632	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboración propia.

6.2.2.5 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 debe adicionar el estudio de los activos de renta variable y del tipo de cambio.

Hemos establecido la elaboración de un modelo VaR Factorial Paramétrico, teniendo como parámetros 99% de confianza y horizonte temporal 1 año.

Primer paso: Estimamos los rendimientos para cada factor de riesgo (precios, tasas de interés y tipo de cambio).

- **Renta variable (acciones y fondos mutuos) y tipo de cambio**

Lo que se ha realizado tanto para instrumentos de renta variable como para fondos mutuos es calcular los rendimientos por medio del logaritmo neperiano: $\ln(P1/P2)$, ya que refleja mejor la volatilidad para series financieras. Las

mediciones serán diarias por 252 observaciones. A continuación se presenta un extracto de los rendimientos del tipo de cambio, fondos mutuos y acciones. (Ver Ilustración 6.4)

Ilustración 6.4 Rendimiento de tipo de cambio, fondos mutuos y acciones

Nombre instru	USD	FM001	FM002	AC001	AC002
Duración Mod	1	1	1	1	1
Obs. Última	3.272	103.396127	20.1148	2.35	6.55
Media	0.0020%	0.0077%	0.0124%	0.1080%	-0.0744%
Obs.	3101	590	1165	749	749
Des. Estandar	0.00222	0.00005	0.00013	0.01365	0.01066
Indice	1	2	3	20	21
Fecha	USD	FM001	FM002	AC001	AC002
19/06/2018	0.001218769	6.6121E-05	7.9623E-05	-0.01659789	0
20/06/2018	-0.000609199	5.8607E-05	0.0001642	0	-0.02247286
21/06/2018	-0.001829827	6.0761E-05	0.00020397	0.00417537	0
22/06/2018	-0.002444989	5.7874E-05	0	-0.00836825	0
25/06/2018	0.001834302	0.00017288	0.00032826	-0.00421053	-0.01526747
26/06/2018	-0.00091673	6.0192E-05	7.9561E-05	0.02087759	0
27/06/2018	-0.000305764	6.9233E-05	9.447E-05	0	0.00766287
28/06/2018	0.000611434	8.9501E-05	8.4518E-05	-0.02935221	0
29/06/2018	0	7.1969E-05	0	0	0

Donde:

USD	Tipo de cambio Sol/Dólar
FM001	Adcap Extraconservador Dolares FMIV en dólares
FM002	Scotia Fondo Cash Soles FMIV
AC001	FERREYCORP SAA
AC002	ENGIE ENERGIA PERU SA

Elaboración propia.

- **Renta Fija**

Medir la rentabilidad de instrumentos de renta fija no puede realizarse de manera directa a través de los precios como se ha realizado con los instrumentos de renta variables; y es que los instrumentos de renta fija (bonos) poseen una peculiaridad que los hace diferente de las acciones: no tiene periodo de duración infinita, sino finita; es decir la inversión en bonos (en términos generales), a diferencia de las inversiones en acciones se especifican en un prospecto las condiciones del flujo de pagos que se va a realizar, y en qué fecha se va a realizar la devolución del importe invertido (denominado principal) y por el cual el inversor recibe interés. En una acción se asume que el importe vendido no se

vuelve a recuperar, sino que se compensará con los dividendos obtenidos año a año por la compañía, a menos que se venda claro está.

Esta aparente irrelevante diferencia es la que nos obliga en nuestro trabajo a medir la rentabilidad de los bonos de una manera distinta, no por el logaritmo de los precios de día a día como se hacen con las acciones, sino por la diferencia de los rendimientos. Realizar lo primero es un craso error, ya que el precio de un bono en el tiempo tiende a su valor par (decimos valor par cuando el precio de mercado es igual al importe que se va a recibir como principal), y en la medida que su vencimiento se acerque a su fecha de vencimiento, cada vez su precio se acercará a 100 (100% del valor queremos decir), y por ende la volatilidad de dicho instrumento se hará aparentemente menos volátil, lo cual es un error, pues esa aparente reducción de la volatilidad solo se debe a que el instrumento se va acercando a su vencimiento. Por todo ello es que medimos el rendimiento de un instrumento de renta fija a partir del precio de mercado actual respecto a todos los flujos traídos a valor presente, calculando lo que se viene a denominar el Yield (rendimiento). Este Yield, no mide la diferencia de precios de un bono. Ante esto se toma ayuda de una característica que solo los bonos tienen: la Duración. Tal y como plantea la teoría:

Ecuación 6-6

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

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_M \cdot \Delta r$$

Dm: Duración modificada

Dicho de otro modo, para calcular el rendimiento de un instrumento de renta fija no se debe de realizar por el método tradicional, sino por calcular el Yield del bono, multiplicar las diferencias de estas con la Duración modificada, explicada en capítulos precedentes, y se obtendrá la variación del precio, que es lo que finalmente se deseaba para posteriormente elaborar la matriz de varianzas y covarianzas.

- **Duración Modificada**

El cálculo de esta duración se realiza calculando la duración de cada bono, dividida entre la última tasa vigente. Se realizó para cada nodo, Ver Ilustración 6.5.

Ilustración 6.5 Diferencias de tasas de interés curvas cupón cero - duración

Nombre instru	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPVSO.25	CCPVSO.5	C0823M
Duración Mod	-0.2442718	-0.48825287	-0.97244463	-1.9338105	-0.249456	-0.499777	-0.24510333
Obs. Última	0.0234501	0.02405951	0.02833619	0.0342275	0.0021821	0.0004453	0.019978
Media	-0.0059%	-0.0057%	0.0078%	0.0078%	-0.0119%	-0.0059%	0.0036%
Obs.	3101	3101	3101	3101	280	280	3099
Des. Estandar	0.00040	0.00039	0.00041	0.00045	0.00173	0.00093	0.00012
Indice	38	39	60	61	87	88	114
Fecha	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPVSO.25	CCPVSO.5	C0823M
14/06/2018	0.017925%	0.031359%	-0.037373%	-0.045998%	0.018620%	0.027910%	-0.015700%
15/06/2018	-0.188075%	-0.230739%	-0.000717%	0.044275%	-0.195757%	-0.211538%	0.015000%
18/06/2018	0.010744%	0.013708%	0.009572%	0.010777%	-0.005852%	-0.009044%	-0.006500%
19/06/2018	0.010073%	0.008993%	0.039092%	0.039250%	0.014636%	0.017586%	-0.008700%
20/06/2018	-0.000767%	-0.002220%	-0.010597%	-0.015549%	-0.005684%	-0.008549%	0.000700%
21/06/2018	-0.012544%	-0.023311%	0.085543%	0.022454%	0.005274%	0.008089%	0.000500%
22/06/2018	0.014903%	0.018704%	-0.013021%	-0.019522%	-0.021151%	-0.040746%	0.005900%
25/06/2018	-0.001310%	-0.002469%	-0.010232%	-0.002181%	0.010622%	0.015233%	-0.006600%
26/06/2018	-0.001724%	-0.002923%	-0.016112%	-0.028619%	0.019367%	0.018763%	-0.006000%
27/06/2018	-0.010273%	-0.011183%	-0.007964%	0.008492%	-0.010092%	-0.010536%	-0.004300%
28/06/2018	-0.001188%	-0.002313%	-0.108789%	-0.094711%	-0.001423%	-0.002576%	0.011900%
29/06/2018	0.000000%	0.000000%	0.029812%	-0.089294%	0.000000%	0.000000%	-0.000700%

Elaboración propia.

Segundo paso: Una vez obtenido los rendimientos para cada factor de riesgo se procede a estimar la matriz de correlación y matriz de varianza y covarianza entre los factores de riesgo.

- **Matriz de correlación 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 (Ver Ilustración 6.6). Esta función implica el cálculo definido como:

$$\rho_{1,2} = \frac{\text{Cov}_{1,2}}{\sigma_1 \sigma_2}$$

Ilustración 6.6 Matriz de correlaciones factores de riesgo

Nombre del instrumento	1	2	3	20	21	38	39	60	61	87	88	114	115
Factor de riesgo	USD	FM001	FM002	AC001	AC002	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPVSO.25	CCPVSO.5	C0823M	C0826M
USD	1.0000	0.0228	-0.2057	-0.2853	-0.0923	-0.1177	-0.1093	0.1473	0.1767	0.0455	0.0600	-0.1140	-0.1276
FM001	0.0228	1.0000	0.4644	-0.0369	-0.0355	0.0732	0.0730	0.0212	-0.0695	-0.0416	-0.1018	0.0641	0.0898
FM002	-0.2057	0.4644	1.0000	-0.0302	-0.0012	0.0200	-0.0011	-0.0422	-0.1477	-0.0416	-0.0866	0.1452	0.0416
AC001	-0.2853	-0.0369	-0.0302	1.0000	0.1403	0.1223	0.1255	-0.0742	-0.0162	-0.0025	0.0596	0.0052	0.0271
AC002	-0.0923	-0.0355	-0.0012	0.1403	1.0000	0.1079	0.1012	-0.1380	-0.1235	-0.0231	0.0238	-0.0583	-0.0421
CCPSS0.25	-0.1177	0.0732	0.0200	0.1223	0.1079	1.0000	0.9928	0.0724	0.0492	0.1787	0.3479	-0.0031	0.0028
CCPSS0.5	-0.1093	0.0730	-0.0011	0.1255	0.1012	0.9928	1.0000	0.0748	0.0519	0.1803	0.3543	-0.0109	-0.0026
CCPEDS1	0.1473	0.0212	-0.0422	-0.0742	-0.1380	0.0724	0.0748	1.0000	0.8326	0.1661	0.1855	0.0337	0.0554
CCPEDS2	0.1767	-0.0695	-0.1477	-0.0162	-0.1235	0.0492	0.0519	0.8326	1.0000	0.1659	0.1936	0.0650	0.1005
CCPVSO.25	0.0455	-0.0416	-0.0416	-0.0025	-0.0231	0.1787	0.1803	0.1661	0.1659	1.0000	0.8193	0.0234	0.0365
CCPVSO.5	0.0600	-0.1018	-0.0866	0.0596	0.0238	0.3479	0.3543	0.1855	0.1936	0.8193	1.0000	-0.0012	0.0025
C0823M	-0.1140	0.0641	0.1452	0.0052	-0.0583	-0.0031	-0.0109	0.0337	0.0650	0.0234	-0.0012	1.0000	0.8359
C0826M	-0.1276	0.0898	0.0416	0.0271	-0.0421	0.0028	-0.0026	0.0554	0.1005	0.0365	0.0025	0.8359	1.0000

Elaboración propia.

- **Matriz de varianza y covarianza, para portafolios mixtos: renta fija y renta variable**

Cuando construimos una matriz de varianzas y covarianzas, para un portafolio donde además de acciones y fondos mutuos se tiene inversiones en renta fija, calculamos la matriz de varianza y covarianza con una importante consideración: añadirle la Duración modificada para la renta fija. Esta añadidura se debe a que, como dijimos en el cálculo del rendimiento de los bonos, ésta no puede calcularse de manera directa, sino que se calculó por diferencias de rendimientos que el instrumento tuvo de un día respecto al anterior. Entonces cuando construimos una matriz de varianzas y covarianzas sin la previa modificación solo estaríamos calculando, respecto a esta diferencia de rendimientos, la varianza y covarianza de las diferencias de los tasas.

Por ello multiplicamos en esta matriz con la Duración modificada, que mide la sensibilidad del precio del bono ante variaciones de la tasa de interés (Yield). De este modo nuestra matriz de varianza y covarianza se constituye como sigue:

Ecuación 6-7

$$\text{Cov}_P = \rho_{ij} * D_i * \sigma_i * D_j * \sigma_j$$

Tabla 6.28. Matriz de Varianza y Covarianza entre los rendimientos de la curva cupón cero

	60	61	62	63	64	65	66	67
Nombre del instrumento	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7	CCPEDS8
Factor de riesgo	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPEDS3	CCPEDS4	CCPEDS5	CCPEDS6	CCPEDS7	CCPEDS8
CCPEDS1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
CCPEDS2	0.000000	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
CCPEDS3	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002
CCPEDS4	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002
CCPEDS5	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003
CCPEDS6	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000003	0.000004	0.000004
CCPEDS7	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000004	0.000004	0.000005
CCPEDS8	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000003	0.000004	0.000005	0.000006
CCPEDS9	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000004	0.000005	0.000006
CCPEDS10	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000006	0.000007
CCPEDS11	0.000000	0.000001	0.000001	0.000002	0.000003	0.000005	0.000006	0.000008
CCPEDS12	0.000000	0.000001	0.000002	0.000002	0.000004	0.000005	0.000006	0.000008

Elaboración propia

Tercer paso: Una vez obtenida las matrices de correlaciones y la matriz de varianzas y covarianzas procederemos a estimar el VaR.

En principio estimamos el VaR Individual por cada factor de riesgo. Esto se estima con la siguiente fórmula:

Ecuación 6-8¹⁵

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

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

Nota: Para los instrumentos de renta fija, a la desviación estándar se multiplica por la duración modificada. Así obtenemos (Ver Ilustración 6.7):

Ilustración 6.7 Estimación VaR Individual

Cálculo del VaR - Modelo Paramétrico		Total												
Portafolio Compañías de Seguro Rama Vida - Perú		Unitario												
Fecha	29/06/2018													
Posición Total	34,325,900.43													
Nombre Instrumento	USD	FM001	FM002	AC001	AC002	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPVS0.25	CCPVS0.5	C0823M	C0826M	
Factor de Riesgo	USD	FM001	FM002	AC001	AC002	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPEDS1	CCPEDS2	CCPVS0.25	CCPVS0.5	C0823M	C0826M	
Posición	10,349,212	51,045.18	51,045.18	51,045.18	51,045.18	2,370,530	1,943,091	546,597	670,422	5,488.37	12,234.71	968441.64	711161.76	
Peso	23.1654999%	0.114259%	0.114259%	0.114259%	0.114259%	5.306153%	4.349381%	1.223494%	1.500660%	0.012285%	0.027386%	2.167745%	1.591852%	
Desvest	0.221617%	0.004843%	0.012884%	1.364839%	1.066312%	0.039783%	0.039095%	0.040826%	0.044536%	0.173005%	0.092772%	0.012132%	0.010090%	
Duración Modificada	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-0.2443	-0.4883	-0.9724	-1.9338	-0.2495	-0.4998	-0.2451	-0.4895	
DS*DM	0.221617%	0.004843%	0.012884%	1.364839%	1.066312%	-0.009718%	-0.019088%	-0.039701%	-0.086124%	-0.043157%	-0.046366%	-0.002974%	-0.004939%	
VaR 99%	846,876.37	91.29	242.85	25,724.46	20,097.83	(8,506.08)	(13,695.23)	(8,012.63)	(21,319.85)	(87.46)	(209.46)	(1,063.36)	(1,297.04)	

Elaboración propia

Consideraciones:

- F: El factor que determina el nivel de confianza del cálculo (99%) es 2.326.
- Se ha escalado a un año multiplicando por Raíz (252).
- Se presenta de manera visual la estimación del VaR Individual de 2 acciones, 2 fondos mutuos, 2 nodos por cada tipo de curva y por efecto del Tipo de cambio.

Para observar el VaR individual estimado para cada factor de riesgo ver Anexo 6.

¹⁵ En esta etapa las posiciones por cada factor de riesgo son referenciales pues lo que estamos buscando en adelante es estimar las ponderaciones que debemos asignar al portafolio mediante una optimización.

Una vez obtenido la matriz de VaR por instrumento/factor de riesgo, y disponible la matriz de correlaciones, se estima el **VaR del portafolio** mediante (Ver

Ilustración 6.8).

Ecuación 6-9

$$VaR_P = \sqrt{(VaR_1 \quad \dots \quad VaR_N) \begin{bmatrix} \text{Matriz de} \\ \text{Correlación} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} VaR_1 \\ \vdots \\ VaR_N \end{pmatrix}}$$

Ilustración 6.8 Estimación de VaR Portafolio

Cálculo del VaR - Modelo Paramétrico		Total Unitario												
Portafolio Compañías de Seguro Rama Vida - Peru														
Fecha	29/06/2018													
Posición Total	34,325,900.43													
Nombre Instrumento	USD	FM001	FM002	AC001	AC002	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPDS1	CCPDS2	CCPVS0.25	CCPVS0.5	C0823M	C0826M	
Factor de Riesgo	USD	FM001	FM002	AC001	AC002	CCPSS0.25	CCPSS0.5	CCPDS1	CCPDS2	CCPVS0.25	CCPVS0.5	C0823M	C0826M	
Posición	10,349,212	51,045.18	51,045.18	51,045.18	51,045.18	2,370,530	1,943,091	546,597	670,422	5,488.37	12,234.71	968441.64	711161.76	
Peso	29.2654999%	0.114259%	0.114259%	0.114259%	0.114259%	5.306153%	4.3493981%	1.223494%	1.500660%	0.012285%	0.027386%	2.167743%	1.591852%	
Desvest	0.221617%	0.004843%	0.012884%	1.364839%	1.066312%	0.039783%	0.039095%	0.040026%	0.044536%	0.173005%	0.052772%	0.012132%	0.010090%	
Duración Modificada	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-0.2443	-0.4583	-0.9724	-1.9338	-0.2495	-0.4998	-0.2451	-0.4895	
DS*DM	0.221617%	0.004843%	0.012884%	1.364839%	1.066312%	-0.009718%	-0.019088%	-0.039701%	-0.086124%	-0.043157%	-0.046366%	-0.002974%	-0.004939%	
VaR 99%	846,876.37	91.29	242.85	25,724.46	20,097.83	(8,506.08)	(13,695.23)	(8,012.63)	(21,319.85)	(87.46)	(209.46)	(1,063.36)	(1,297.04)	
VaR 95%	598,930.19	64.56	171.75	18,192.92	14,213.64	(6,015.70)	(9,685.58)	(5,666.72)	(15,077.88)	(61.85)	(148.13)	(752.03)	(917.30)	
VaR 99% (%)	8.183003%	0.178834%	0.475746%	50.395472%	39.372634%	-0.358826%	-0.704817%	-1.465912%	-3.180066%	-1.593536%	-1.712006%	-0.109801%	-0.182383%	
VaR 95% (%)	5.787206%	0.126475%	0.336458%	35.640822%	27.845221%	-0.253770%	-0.498462%	-1.036726%	-2.249015%	-1.126985%	-1.210769%	-0.077654%	-0.128966%	
Cov 99%	16.898	-223	2,645	-90.883	22.170	585	1,525	2,680	9,802	843	2,227	25	244	
VaR Delta 99%	0.011457%	-0.000151	0.001794	-0.020941	0.015033	0.000397	0.001034	0.001817	0.005647	0.000572	0.001510	0.000017	0.000165	
Cov 95%	8.452	-111	1,323	-15,447	11,089	292	763	1,340	4,903	422	1,114	13	122	
VaR Delta 95%	0.008103	-0.000107	0.001268	-0.014810	0.010631	0.000280	0.000731	0.001285	0.004701	0.000404	0.001068	0.000012	0.000117	
VaR Beta	8.04025%	-0.00052%	0.00621%	-0.07248%	0.05203%	0.06374%	0.13623%	0.06734%	0.30214%	0.00021%	0.00125%	0.00114%	0.00797%	
VaR Total 99% (a 1 año)	1,474,800													
VaR Total 95% (a 1 año)	1,043,012													
VaR 99%/VM Portafolio	4.30%													
VaR 95%/VM Portafolio	3.04%													
VaR marginal 99%	118,577.59	(7.71)	91.55	(1,068.92)	767.35	939.98	2,009.18	993.19	4,455.98	3.14	18.47	16.81	117.50	
VaR Marginal 95%	83,860.77	(5.45)	64.75	(755.97)	542.68	664.77	1,420.94	702.41	3,151.37	2.22	13.06	11.89	83.10	

6.2.3 Etapa 3: Determinación de la descomposición del riesgo

Esta etapa, a partir de la estimación del VaR del portafolio y de las matrices de varianzas 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 esta forma, el resultado estimado para cada instrumento está en función al riesgo (volatilidad del mismo) y cómo éste covaría con el resto del portafolio.

En esta etapa estimaremos el beta para cada instrumento/factor de riesgo a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 6-10

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

Considerando lo anterior se obtuvo (Ver Tabla 6.29):

Tabla 6.29 Resultados betas estimados

Factor	Beta	Factor	Beta	Factor	Beta
USD	8.04%	CCPSS2	1.12%	CCPEDS22	0.00%
FM001	0.00%	CCPSS3	1.94%	CCPEDS23	0.00%
FM002	0.01%	CCPSS4	1.11%	CCPEDS24	0.00%
FM003	0.01%	CCPSS5	4.48%	CCPEDS25	0.00%
FM004	0.02%	CCPSS6	6.53%	CCPEDS26	0.00%
FM005	0.01%	CCPSS7	3.57%	CCPEDS27	0.00%
FM006	0.01%	CCPSS8	4.71%	CCPVS0.25	0.00%
FM007	0.14%	CCPSS9	5.09%	CCPVS0.5	0.00%
FM008	-0.04%	CCPSS10	7.10%	CCPVS1	0.01%
FM009	-0.03%	CCPSS11	6.20%	CCPVS2	0.02%
FM010	0.00%	CCPSS12	3.41%	CCPVS3	0.04%
FM011	0.01%	CCPSS13	4.26%	CCPVS4	0.02%
FM012	0.00%	CCPSS14	3.15%	CCPVS5	0.09%
FM013	0.01%	CCPSS15	2.38%	CCPVS6	0.08%
FM014	0.01%	CCPSS16	2.33%	CCPVS7	0.09%
FM015	0.00%	CCPSS17	2.12%	CCPVS8	0.12%
FM016	0.04%	CCPSS18	1.73%	CCPVS9	0.14%
FM017	0.00%	CCPSS19	2.91%	CCPVS10	0.23%
FM018	0.00%	CCPSS20	10.81%	CCPVS11	0.10%
AC001	-0.07%	CCPEDS1	0.07%	CCPVS12	0.19%
AC002	0.05%	CCPEDS2	0.30%	CCPVS13	0.20%
AC003	-0.01%	CCPEDS3	0.11%	CCPVS14	0.20%
AC004	0.00%	CCPEDS4	0.19%	CCPVS15	0.17%
AC005	0.01%	CCPEDS5	0.22%	CCPVS16	0.23%
AC006	0.01%	CCPEDS6	0.24%	CCPVS17	0.22%
AC007	0.04%	CCPEDS7	1.06%	CCPVS18	0.21%
AC008	-0.08%	CCPEDS8	0.10%	CCPVS19	0.22%
AC009	-0.02%	CCPEDS9	0.19%	CCPVS20	0.22%
AC010	-0.05%	CCPEDS10	0.69%	CCPVS21	0.21%
AC011	0.39%	CCPEDS11	0.12%	CCPVS22	0.27%
AC012	-0.06%	CCPEDS12	0.07%	CCPVS23	0.16%
AC013	-0.16%	CCPEDS13	0.07%	CCPVS24	0.15%
AC014	-0.21%	CCPEDS14	0.07%	CCPVS25	2.14%
AC015	-0.02%	CCPEDS15	0.15%	C0823M	0.00%
AC016	0.06%	CCPEDS16	0.25%	C0826M	0.01%
AC017	0.05%	CCPEDS17	0.25%	C0821Y	0.04%
AC018	0.04%	CCPEDS18	0.39%	C0822Y	0.29%
CCPSS0.25	0.06%	CCPEDS19	0.05%	C0823Y	0.08%
CCPSS0.5	0.14%	CCPEDS20	0.00%	C0824Y	0.06%
CCPSS1	0.83%	CCPEDS21	0.00%	C0825Y	0.11%
				C0827Y	0.14%
				C0828Y	0.18%
				C0829Y	0.07%
				C08210Y	0.36%
				C08215Y	1.46%
				C08220Y	1.23%
				C08225Y	0.50%
				C08230Y	0.97%

Elaboración propia

Cabe resaltar que la sumatoria de todos los betas resulta igual a 1.

Continuando, una vez obtenido los betas, estimamos el VaR Marginal a través de la siguiente fórmula:

Ecuación 6-11

$$\Delta \text{VAR}_i = \frac{\partial \text{VAR}}{\partial x_i} = \alpha(\beta_i \times \sigma_p) = \frac{\text{VAR}}{W} \times \beta_i$$

Lo que resulta en: (Ver Tabla 6.30)

Tabla 6.30 Estimación VaR Marginal

Factor	VaR Marginal	Factor	VaR Marginal	Factor	VaR Marginal
USD	118,578	CCPSS2	16,555	CCPEDS22	-
FM001	- 8	CCPSS3	28,567	CCPEDS23	-
FM002	92	CCPSS4	16,429	CCPEDS24	-
FM003	137	CCPSS5	66,051	CCPEDS25	-
FM004	246	CCPSS6	96,290	CCPEDS26	-
FM005	215	CCPSS7	52,606	CCPEDS27	-
FM006	188	CCPSS8	69,434	CCPVS0.25	3
FM007	2,098	CCPSS9	75,132	CCPVS0.5	18
FM008	- 628	CCPSS10	104,684	CCPVS1	114
FM009	- 467	CCPSS11	91,378	CCPVS2	226
FM010	18	CCPSS12	50,326	CCPVS3	589
FM011	175	CCPSS13	62,859	CCPVS4	356
FM012	- 20	CCPSS14	46,513	CCPVS5	1,312
FM013	185	CCPSS15	35,081	CCPVS6	1,217
FM014	191	CCPSS16	34,360	CCPVS7	1,317
FM015	- 2	CCPSS17	31,334	CCPVS8	1,712
FM016	604	CCPSS18	25,541	CCPVS9	2,027
FM017	30	CCPSS19	42,867	CCPVS10	3,440
FM018	- 6	CCPSS20	159,356	CCPVS11	1,518
AC001	- 1,069	CCPEDS1	993	CCPVS12	2,809
AC002	767	CCPEDS2	4,456	CCPVS13	2,906
AC003	- 148	CCPEDS3	1,676	CCPVS14	3,007
AC004	- 66	CCPEDS4	2,856	CCPVS15	2,523
AC005	138	CCPEDS5	3,236	CCPVS16	3,429
AC006	78	CCPEDS6	3,466	CCPVS17	3,175
AC007	570	CCPEDS7	15,572	CCPVS18	3,170
AC008	- 1,151	CCPEDS8	1,450	CCPVS19	3,175
AC009	- 252	CCPEDS9	2,841	CCPVS20	3,179
AC010	- 778	CCPEDS10	10,151	CCPVS21	3,161
AC011	5,690	CCPEDS11	1,812	CCPVS22	3,917
AC012	- 823	CCPEDS12	1,017	CCPVS23	2,368
AC013	- 2,309	CCPEDS13	1,005	CCPVS24	2,190
AC014	- 3,076	CCPEDS14	987	CCPVS25	31,567
AC015	- 297	CCPEDS15	2,223	C0823M	17
AC016	914	CCPEDS16	3,632	C0826M	118
AC017	668	CCPEDS17	3,629	C0821Y	660
AC018	550	CCPEDS18	5,823	C0822Y	4,349
CCPSS0.25	940	CCPEDS19	744	C0823Y	1,239
CCPSS0.5	2,009	CCPEDS20	-	C0824Y	889
CCPSS1	12,255	CCPEDS21	-	C0825Y	1,560
				C0827Y	2,099
				C0828Y	2,717
				C0829Y	977
				C08210Y	5,240
				C08215Y	21,518
				C08220Y	18,159
				C08225Y	7,382
				C08230Y	14,283

Elaboración propia

Estos valores finalmente se interpretan 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 cartera¹⁶.

Hasta este punto, tenemos la medida de riesgo por instrumento para las acciones y fondos mutuos cuyos factores de riesgo fueron sus propios precios/cotizaciones. El tratamiento para los bonos implica una transformación adicional.

6.2.4 Etapa 4: Cálculo de la relación riesgo/inversión

Estimamos la relación riesgo/inversión para cada instrumento de inversión (ver Tabla 6.31)

En esta etapa consideramos el VaR Marginal estimado anteriormente para cada instrumento y la estandarizamos por la cantidad de unidades monetarias que se tiene invertido en el portafolio.

De esta forma, el resultado estimado para cada instrumento está en función al riesgo (volatilidad del mismo) y cómo éste covaría con el resto del portafolio.

Tabla 6.31 Relación riesgo /inversión – Extracto Renta variable

Nombre del Fondo	Nombre Corto	ISIN	Moneda	N° de Unidades	Valor Razonable	Valor Razonable (Equiv PEN)	Component VaR (PEN)	Rentabilidad	Riesgo	Un
sombre_instrumento	sombre_corto	ISIN	moneda	unid_instrem	vrazonable_equit	vrazonable_equit	marginal_var			
POSICIONES PROPIAS						34,325,900	1,474,800.18			
Equities						561,496.97				
FERREYCORP SAA	AC001	FERREYCIPE Equ	PEN	21,721.95	2.35	51,045.18	-1,068.32	47.50%	=+SI(G20=0.0;H20;G20)	
ENGIE ENERGIA PERU SA	AC002	ENGIECIPE Equit	PEN	7,733.16	6.55	51,045.18	767.35	-23.43%		1.50%
LUZ DEL SUR SAA-COMUN	AC005	LUSURCIPE Equ	PEN	4,260.87	11.98	51,045.18	138.47	0.96%		0.27%
VOLCAN CIA MINERA SAA-CMN B	AC008	VOLCABC1PE Ec	PEN	63,018.74	0.81	51,045.18	-1,751.44	0.00%		-2.26%
CEMENTOS PACASHAYO SAA-CMN	AC009	CPACASC1PE Ec	PEN	6,527.52	7.82	51,045.18	-252.49	9.26%		-0.49%
UNION ANDINA DE CEMENTOS SAA	AC010	UNACMC1PE Ec	PEN	17,310.59	2.85	51,045.18	-777.94	29.35%		-1.52%
GRANAY MONTERO SAA	AC011	GRAMONCIPE E	PEN	24,540.95	2.08	51,045.18	5,630.21	0.00%		11.85%
INRETCAL PERU CORP	AC013	INRETCIPE Equit	PEN	2,041.81	25.00	51,045.18	-2,308.70	68.86%		-4.52%
INTERCORP FINANCIAL SERINC	AC015	IFSPPE Equity	PEN	1,277.73	33.95	51,045.18	-236.61	26.36%		-0.58%
MINSUR SA-INVERSIONES	AC016	MINSURH1PE Equi	PEN	32,332.37	1.55	51,045.18	914.02	24.44%		1.73%
BEVA BANCO CONTINENTAL SA-CO	AC018	CONTINCIPE Equi	PEN	12,241.05	4.17	51,045.18	550.26	26.71%		1.08%

Elaboración propia

6.2.5 Etapa 5: Estimación de la rentabilidad esperada de cada instrumento

Estimamos los rendimientos esperados para cada activo. Dichas tasas se expresan en términos anuales. Para las acciones y fondos mutuos se estimó la variación de precios por

¹⁶ Traducción de Marginal VaR. Fuente: Investopedia <https://www.investopedia.com/terms/m/marginal-var.asp>

un periodo de un año (252 observaciones) y se estimó un promedio aritmético. Para los bonos se estimó el promedio anual de las Tasas de Interés de Retorno por un periodo de un año (252 observaciones) (ver Tabla 6.32). No obstante, se debe considerar que los rendimientos también pueden ser modelados (teoría de Black- Litterman lo plantea) o puede estar sujeta a la opinión de analistas de mercado. Para fines prácticos asumimos que la historia reflejará el futuro y utilizamos promedio aritmético.

Tabla 6.32 Estimación de rendimientos

	US715638AU64	PEP75460M048	PEP80050F259	PEP70051M263
a				
31/05/2018	4.450%	4.98%	6.240%	5.727%
01/06/2018	4.439%	4.96%	6.268%	5.735%
04/06/2018	4.436%	5.04%	6.247%	5.711%
05/06/2018	4.456%	4.91%	6.246%	5.738%
06/06/2018	4.504%	5.03%	6.232%	5.768%
07/06/2018	4.515%	4.93%	6.243%	5.776%
08/06/2018	4.528%	4.97%	6.239%	5.777%
11/06/2018	4.549%	4.94%	6.245%	5.778%
12/06/2018	4.535%	5.03%	5.955%	5.785%
13/06/2018	4.526%	5.06%	5.955%	5.760%
14/06/2018	4.527%	5.06%	5.955%	5.754%
15/06/2018	4.501%	4.99%	5.955%	5.734%
18/06/2018	4.510%	5.03%	5.955%	5.750%
19/06/2018	4.522%	5.21%	6.050%	5.771%
20/06/2018	4.525%	5.01%	6.032%	5.748%
21/06/2018	4.491%	5.10%	6.010%	5.712%
22/06/2018	4.479%	5.17%	5.985%	5.683%
25/06/2018	4.485%	4.95%	5.975%	5.705%
26/06/2018	4.475%	4.99%	5.951%	5.697%
27/06/2018	4.483%	4.96%	5.924%	5.704%
28/06/2018	4.460%	5.00%	5.908%	5.692%
29/06/2018	4.456%	4.96%	5.907%	5.686%
	=+PROMEDIO(B4:B255)		6.035%	5.272%
	PROMEDIO(número1, [número2], ...)			

Elaboración propia

6.2.6 Etapa 6: Ratio de Sharpe

Una vez definida la rentabilidad de los instrumentos y el riesgo de cada uno de ellos, se estima el Ratio de Sharpe del portafolio. Este ratio se define 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 propósitos del presente trabajo se ha considerado las letras del tesoro peruano como activo libre de riesgo, las cuales publica el Ministerio de Economía y Finanzas – MEF (2018). Este resultado se divide respecto al riesgo sujeto del portafolio (ver Tabla 6.33).

Tabla 6.33 Ratio Sharpe

=+(L5-J2)/L6					
G	H	I	J	K	L
		Rf: Letra del Tesoro	0.01%	Solver	Vm* tipo de cambio
				Controles:	Actual
				Valor de Mercado	34,325,900
				Negativos	0
				Rentabilidad	2.305%
				Riesgo	2.1482%
				Ratio Sharpe (Rendimiento/Rie	=+(L5-J2)/L6
	VaR Component	1,474,800.19			
	VaR Component Opt	1,474,800.19			

Elaboración propia

6.2.7 Etapa 7: Definir las restricciones

Se define las restricciones de inversión en base a la estructura de los portafolios reales de las empresas de seguros de ramo vida, se plantea también considerar las restricciones regulatorias de inversión (ver Tabla 6.34).

Tabla 6.34 Estimación de rendimientos

	P	Q	R
Restricciones			Estructura del portafolio
DPV	9,473,306.68		9,473,306.68
Instrumentos de deuda	7,635,880.23		7,635,880.23
Instrumentos de capital	1,837,626.44		1,837,626.44
Total Portafolio	34,325,900		34,325,900
Límites regulatorios		Máximo	
Con restricción de ventas	100		0
Sin restricción de ventas	-		0

Elaboración propia

6.2.8 Etapa 8: Optimizar el portafolio

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

6.3 Limitaciones

6.3.1 Instrumentos ilíquidos y medida de volatilidad de los precios de las acciones

Los precios de las acciones en el Perú no cotizan con mucha frecuencia, es decir son ilíquidos; por lo que medir la volatilidad por medio de una desviación estándar podría

subestimar o sobreestimar dicha medida. Por lo que es conveniente asumir una postura conservadora registrando la volatilidad más alta. Ahora bien una manera de hallar dicha volatilidad es asumir un modelo CAPM, cuyo propósito no es del presente trabajo y es ampliamente conocida, ya que en dicho modelo se busca obtener los betas apalancados del mercado (cuya fuente pública pudiera ser Damodarán), luego se busca desapalancarla; y finalmente se vuelve a apalancar según la compañía que se desea analizar. Calculada dicha medida de volatilidad (beta), aquella reemplazaría la medida de volatilidad hallada como desviación estándar, pues ésta carece de suficiente cotización diaria del mercado.

6.3.2 Normalidad de las series de rendimiento

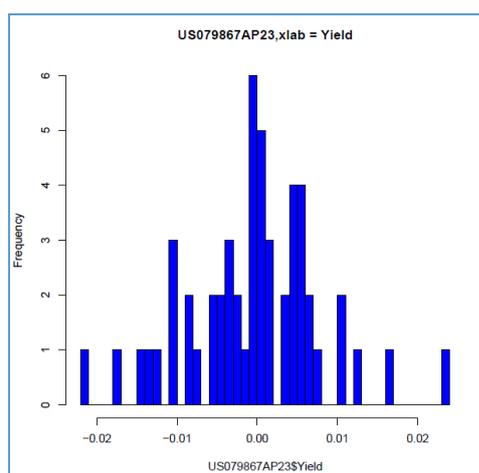
El cálculo del VaR requiere que los rendimientos de los precios tenga una distribución Normal, ello a fin de que el cálculo del VaR cumpla con los principios ya mencionados en el capítulo del marco teórico, referente a la convexidad y subaditividad. Además evita que el cálculo de las pérdidas se sobreestime o lo que es peor se subestime.

Par ello es que inicialmente se ha hecho un Test de Jarque Bera, o Pearson en caso no se pudiera por el primero, analizando la Normalidad de cada instrumento de manera individual.

Los resultados nos indican que las series no son Normales, pero ello era de esperarse en una serie de rendimientos de activos financieros cuya cola de la izquierda tienda a ser más ancha (para ver los resultados completos ver Anexo 7).

A continuación la Ilustración 6.9 muestra la distribución de probabilidad de un instrumento de renta fija en USD, analizando su test de Jarque Bera (JB). El resultado indica que si el JB es mayor a 5.99 se dice que la distribución no tiene distribución Normal, o dicho de otro modo si su P-value es menor al 5% se dice que no es Normal. En este caso, peculiar, se observa que el instrumento sí tiene una distribución de sus rendimientos de manera Normal: $JB < 5.99$ y $P\text{-value} > 5\%$.

Ilustración 6.9 Distribución de rendimientos



ISIN	JB	PVALUE
US079867AP23\$Yield	1.24	53.73%

Elaboración propia

6.3.3 Limitaciones propias del Solver como herramienta de optimización

El Solver® para Microsoft Excel resuelve el modelo de optimización mediante el método de GRG (Generalized Reduced Gradient) ya que el método Simplex LP (método lineal) no puede encontrar solución al problema de optimización.

Sin embargo, un problema de optimización no lineal puede tener más de una región factible o conjunto de valores similares para las variables de decisión (Número Óptimo de Instrumentos), en las que todas las restricciones se cumplen. Dentro de cada región factible, puede haber más de un óptimo de la variable objetivo (Ratio Rentabilidad / Riesgo) y no hay manera de determinar cuál es el número óptimo de instrumentos que generen el Ratio Rentabilidad / Riesgo más alto. También puede haber falsos óptimos conocidos como "puntos de silla." Debido a esto, los métodos de optimización no lineales no garantizan al 100% una solución global óptima.

Una estrategia de solución, es partir ingresando valores iniciales en las variables de decisión (Número Óptimo de Instrumentos) y dado que el Solver seguirá una trayectoria a partir de estos valores iniciales (guiada por la dirección de la función objetivo), encontrará un óptimo cercano a los valores iniciales ingresados, aumentando las posibilidades de que sea una "solución óptima".

Por ello y teniendo en cuenta que el conocimiento del mercado y las características propias del mercado de capitales local y la regulación vigente, que no permite reducir discrecionalmente las posiciones clasificadas como mantenidas a vencimiento, es

recomendable que los valores iniciales ingresados del “Número Óptimo de Instrumentos” coincida inicialmente con la estructura vigente de la cartera y a partir de ahí, ejecutar la herramienta y analizar los resultados dependiendo del tipo de escenario evaluado.

6.3.4 Aplicación de backtesting

Está pendiente la aplicación de una prueba de backtesting para la estimación del Valor en Riesgo (VaR), se recomienda realizarlo periódicamente para evaluar la pertinencia de estimar un VaR Paramétrico o cambiar a otras alternativas como el histórico o el modelo EWMA.

6.4 Simulación de Investigación

El objetivo de la investigación es poder obtener los portafolios de inversión óptimos, que lograría maximizar el ratio de Sharpe.

- Escenario: Portafolio Óptimo con composición real de inversiones con restricciones de venta en corto.

6.5 Resultados de simulación

Se ha aplicado la optimización de portafolio de inversiones considerando la actual estructura del portafolio de las empresas de seguros ramo vida, considerando las restricciones regulatorias y sin permitir ventas en corto.

<u>Controles:</u>	<u>Actual</u>	<u>Óptimo</u>
Valor de Mercado	S/10,013,828	S/ 10,013,828
Rentabilidad	5.939%	5.873%
Riesgo	5.1205%	4.7070%
Ratio Sharpe (Rendimiento/Riesgo)	0.70	0.74

Elaboración propia

Al maximizar el ratio de Sharpe, éste pasó de 0.7 a 0.74 con nuevas asignaciones a cada activo.

En este escenario se observa que de un total de S/. 8,730 millones, la renta fija prevalece su participación respecto a los demás instrumentos del portafolio acumulando

el 81% de las inversiones, por su parte las inversiones en acciones y fondos mutuos quedan rezagadas con un 19% aproximadamente (Ver Tabla 6.35)

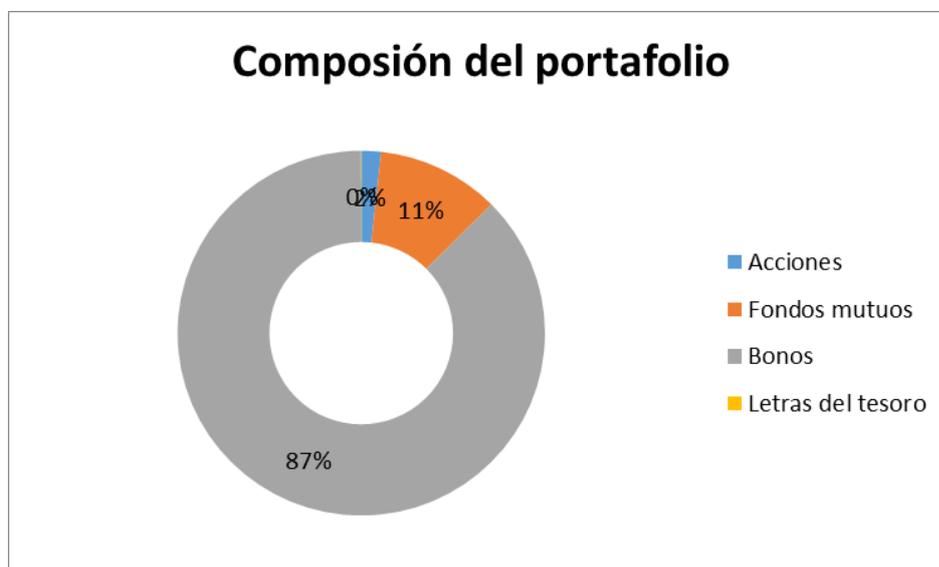
Tabla 6.35 Escenario 1

Instrumentos	Monto 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%

Elaboración propia

De acuerdo a los resultados, la distribución óptima de activos sería los expuestos en el Ilustración 2.1. Cabe resaltar que todos los activos están sujetos a riesgo de mercado y pueden ser negociados ya que estaría clasificado como inversiones disponibles para la venta.

Ilustración 6.10 Distribución óptima – Portafolio de Inversiones

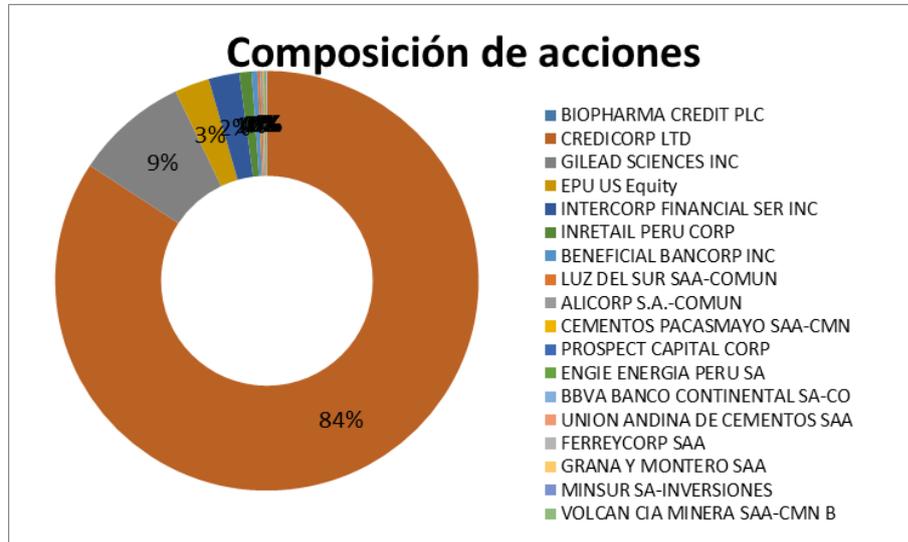


Elaboración propia

Se ha evaluado la cartera de inversiones en acciones, de acuerdo a los resultados de la optimización en esta cartera se distribuiría únicamente S/. 151 millones y dentro de ella

serían las acciones de Credicorp Ltd. la que mejor desempeño tiene abarcando el 84% del total, seguido por las acciones de Gilead Science Inc (ver Ilustración 6.11).

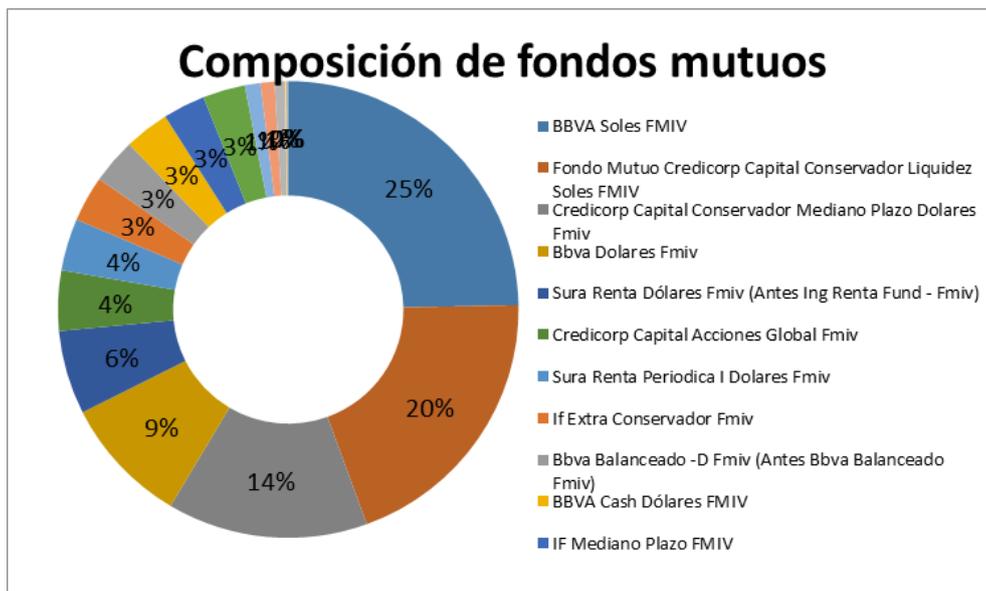
Ilustración 6.11 Distribución óptima – acciones a vencimiento



Elaboración propia

Con relación a la cartera de fondos mutuos que asciende a S/. 900 millones, se observa que la optimización nos dirige a invertir en los fondos BBVA Soles FMIV (25%), Fondo Mutuo Credicorp Capital Conservador Liquidez Soles FMIV (20%) principalmente. (Ver Ilustración 6.12)

Ilustración 6.12 Composición de fondos mutuos



Elaboración propia

Tabla 6.36 Cartera de Bonos

POSICIONES PROPIAS			
Fixed Income		7,635,680.23	100%
República del Perú	SB12AGO37	438,564.82	5.74%
República del Perú	SB12AGO28	424,086.10	5.55%
República del Perú	SB12FEB42	417,647.93	5.47%
Ecopetrol 2020	US279158AB56	411,117.28	5.38%
República del Perú	SB12AGO24	409,999.79	5.37%
Southern Copper Corporation 2020	US84265VAD73	404,903.80	5.30%
Interbank	USP1342SAC00	399,929.59	5.24%
República del Perú	SB12SEP23	399,133.23	5.23%
República del Perú	SB12FEB55	397,799.71	5.21%
América Movil	US02364WAV72	396,530.28	5.19%
Ecopetrol	US279158AD13	381,637.45	5.00%
Ferreycorp 2020	USP39238AA11	379,462.92	4.97%
AT&T	US00206RCA86	376,269.25	4.93%
Petróleos Mexicanos 2020	US71654QBU58	370,176.47	4.85%
Corpbanca	USP3143KEZ95	368,971.52	4.83%
Bancoestado Chile	US05968AAB26	366,572.85	4.80%
COFIDE	USP3R94GAF68	366,411.25	4.80%
Citigroup	US172967KE00	366,220.32	4.80%
República del Perú	715638AU6	314,401.39	4.12%
República del Perú	SB12AGO31	140,581.28	1.84%
Scotia Titulizadora IPSA PEN VAC	SCOT1TIP2U	21,530.68	0.28%
Gloria	GLOR1BC4A	19,669.07	0.26%
Banco Interamericano de Finanzas	BIFSUB5A	19,593.35	0.26%
Luz del Sur S.A.A.	LUSUR3BC2A	6,504.71	0.09%
Edelnor	EDEL5BC8A	5,803.56	0.08%
Luz del Sur S.A.A.	LUSUR2BC2U	5,610.87	0.07%
Luz del Sur S.A.A.	LUSUR3BC1A	5,390.48	0.07%
Conelsur LT S.A.C	CONEL1BC1A	5,044.88	0.07%
UNACEM	UNAC2DBC2A	4,479.77	0.06%
República del Perú	715638AP7	405.37	0.01%
HSBC	404280AF6	301.62	0.00%
República del Perú	715638AU6	294.98	0.00%
Jockey	JPLAZ1BC2A	264.54	0.00%
Bellsouth Telecommunications, Inc.	079867AP2	261.33	0.00%
Southern Copper Corporation	84265VAE5	250.35	0.00%
Bellsouth Capital Funding Corporation	079857AF5	243.88	0.00%
Falabella Perú S.A.A.	FALAB1BC1A	235.23	0.00%
Enersur	ENER1BC3U	230.17	0.00%
Red de Energía del Perú	REP2BC20A	230.16	0.00%
Yura S.A.	YURA4BC2A	226.59	0.00%
Enersur	ENER1BC6A	225.91	0.00%
República del Perú	SB12AGO31	225.44	0.00%
Falabella Perú S.A.A.	FALAB2BC1A	222.77	0.00%
República del Perú	SB12AGO37	219.30	0.00%
Jockey2	JPLAZ1BC3A	219.12	0.00%
Fondo Mi Vivienda	FMV0BC1U	219.06	0.00%
Falabella Perú S.A.A.	FALAB1BC3A	216.97	0.00%
Rutas de Lima SAC	USP82169AA48	215.32	0.00%
Hermes Transportes Blindados S.A	HERME1BC2A	213.85	0.00%
República del Perú	SB12AGO28	211.42	0.00%
Cosapi	COSAP1BC1A	208.26	0.00%
República del Perú	SB12FEB42	208.02	0.00%
Corporación Primax	PEP73125M031	208.01	0.00%
Edegel	EDEGE3BC8A	206.48	0.00%
República del Perú	SB12AGO24	204.68	0.00%
Alicorp	ALICO3BC2A	202.96	0.00%
República del Perú	SB12FEB29	202.07	0.00%
República del Perú	SB12FEB55	198.92	0.00%
Banco Internacional del Perú	INTER1BS6A	197.90	0.00%
Luz del Sur S.A.A.	LUSUR3BC3A	197.65	0.00%
Pacífico EPS	PAEPS1BC1A	192.70	0.00%
Pemex Project FDG Master	706451BG5	178.22	0.00%
ICCGSA INVERSIONES	ICGIN1BC2A	171.05	0.00%
República del Perú	SB12FEB54	153.13	0.00%
Perú LNG	PLNG1BC4A	64.47	0.00%
Norvial S.A.	NORV1BC2U	5.64	0.00%
Inmuebles Panamericana S.A. (IPSA)	CRE2TIP1U	1.28	0.00%
CrediScotia Financiera	CSCOT1BS1A	0.00	0.00%
COFIDE	COF4DBC11A	0.00	0.00%
BBVA Banco Continental	CONTI4BC1U	0.00	0.00%
BBVA Banco Continental	CONTI5BC2A	0.00	0.00%
Banco Financiero	BFINA1BS1A	0.00	0.00%
Banco Financiero	BFINA1BS1A	0.00	0.00%
Banco Financiero	BFIN1BC1A	-	0.00%
Banco Internacional del Perú	INTER2BS2A	-	0.00%
Scotia Titulizadora IPSA PEN	SCOT1TIP1U	-	0.00%
Certificado de depósito BCRP	CD08AGO19	-	0.00%
Certificado de depósito BCRP	CD08NOV18	-	0.00%
Letras del Tesoro Público Perú (LTP20MAR19)	PEP01000T673	-	0.00%
Odebrecht Finance LTD	EJ2538415	-	0.00%
República del Perú	US715638AS19	-	0.00%
República de Colombia	US195325AU91	-	0.00%

Elaboración propia

Como se puede observar, el solver brinda por resultado que no permite ventas en corto para llegar a la optimización del portafolio en renta fija. Lo mismo resulta para la cartera de acciones y la cartera de fondos mutuos (ver Tabla 6.37 y Tabla 6.38).

Tabla 6.37 Posiciones óptimas acciones.

Equities		151,600.87	100.00%
BIOPHARMA CREDIT PLC	AC003	2.83	0.00%
CREDICORP LTD	AC017	127,715.94	84.24%
GILEAD SCIENCES INC	AC006	13,122.53	8.66%
EPU US Equity	AC004	4,028.47	2.66%
INTERCORP FINANCIAL SER INC	AC015	3,571.83	2.36%
INRETAIL PERU CORP	AC013	1,398.74	0.92%
BENEFICIAL BANCORP INC	AC014	683.87	0.45%
LUZ DEL SUR SAA-COMUN	AC005	321.20	0.21%
ALICORP S.A.-COMUN	AC007	319.29	0.21%
CEMENTOS PACASMAYO SAA-CMN	AC009	136.86	0.09%
PROSPECT CAPITAL CORP	AC012	117.32	0.08%
ENGIE ENERGIA PERU SA	AC002	96.01	0.06%
BBVA BANCO CONTINENTAL SA-CO	AC018	38.92	0.03%
UNION ANDINA DE CEMENTOS SAA	AC010	18.18	0.01%
FERREYCORP SAA	AC001	12.36	0.01%
GRANA Y MONTERO SAA	AC011	9.68	0.01%
MINSUR SA-INVERSIONES	AC016	5.38	0.00%
VOLCAN CIA MINERA SAA-CMN B	AC008	1.47	0.00%

Elaboración propia

Tabla 6.38 Posiciones óptimas Fondos Mútuos

Funds		943,382.88	
BBVA Soles FMIV	FM016	232,932.41	24.69%
Fondo Mutuo Credicorp Capital Conservador Liquidez Soles FMIV	FM015	186,478.17	19.77%
Credicorp Capital Conservador Mediano Plazo Dolares Fmiv	FM005	132,807.94	14.08%
Bbva Dolares Fmiv	FM004	85,195.79	9.03%
Sura Renta Dólares Fmiv (Antes Ing Renta Fund - Fmiv)	FM011	55,959.05	5.93%
Credicorp Capital Acciones Global Fmiv	FM008	40,197.16	4.26%
Sura Renta Periodica I Dolares Fmiv	FM010	34,820.08	3.69%
If Extra Conservador Fmiv	FM012	30,509.84	3.23%
Bbva Balanceado -D Fmiv (Antes Bbva Balanceado Fmiv)	FM003	30,186.64	3.20%
BBVA Cash Dólares FMIV	FM018	29,686.39	3.15%
IF Mediano Plazo FMIV	FM014	28,061.64	2.97%
Adcap Extraconservador Dolares FMIV en dolares	FM001	27,955.62	2.96%
If Mixto Balanceado Fmiv	FM013	10,329.01	1.09%
Fondo De Fondos Credicorp Capital Acciones Latam - Pacifico Fmiv	FM007	9,381.64	0.99%
Credicorp Capital Moderado Fmiv (Antes Bcp Moderado Fmiv)	FM006	6,813.84	0.72%
Scotia Fondo Cash Soles FMIV	FM002	1,058.02	0.11%
Scotia Fondo Cash \$ FMIV	FM017	635.53	0.07%
Sura Acciones Fmiv (Antes Ing Renta Acciones Fmiv)	FM009	374.12	0.04%

Elaboración propia

Finalmente, los resultados expuestos corresponden a un universo acotado de instrumentos, el gestor de portafolio debe considerar aquellos que mantiene en posición e incorporar aquellos con posible buen desempeño que considere oportuno, asimismo conforme la teoría de estimación de VaR lo indica debe de 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).

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo al análisis desarrollado con relación a la coyuntura y perspectivas del mercado de seguros ramo vida junto con el marco legal regulatorio para la gestión de inversiones se evidencia que el impacto de la Ley N° 30425¹⁷ ha modificado la estrategia de inversión de las compañías de seguros de ramo vida en el Perú al exigir crecientes montos en 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 la presente tesis como herramienta de análisis para la toma de decisión de inversión.
2. Sobre la base de lo desarrollado por las distintas Teorías Post Modernas de Portafolio¹⁸ se considera 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.
3. Para el tratamiento de los instrumentos de renta fija se optó por aplicar la metodología de Cash Flow Mapping (CFM)¹⁹ ya que como herramienta de proyección 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 se ha evidenciado que la cartera de inversión de las compañías de seguros de ramo vida en el Perú está compuesto primordialmente por activos de renta fija (87% del total de inversiones disponibles para la venta).
4. Se ha estimado el riesgo de mercado considerando la metodología del Value at Risk (VaR) factorial paramétrico, definiendo como factores de riesgo, las tasas de interés, tipo de cambio y precios. No obstante, se recomienda que previo a la

¹⁷ Ley que permite el retiro del 95.5% de sus fondos disponibles de la AFP a los afiliados .

¹⁸ Teorías que observan debilidades en el Modelo Media –Varianza (Modelo de Markowitz) y plantean formas alternativas de estimar la rentabilidad y sobretodo el riesgo del portafolio.

¹⁹ Metodología publicada por el banco de inversión JP Morgan a través de RiskMetrics .

determinación de la metodología de optimización propuesta se realicen comparaciones/pruebas con modelos VaR no paramétrico (Histórico o Montecarlo), Conditional VaR (CVaR), o un modelo Exponentially Weighted Moving Average (EWMA), y evaluar mediante técnicas de backtesting la significancia del modelo estos.

5. 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.
6. Finalmente, una vez definida la metodología de optimización del portafolio se ha evidenciado su aplicación de acuerdo a cada etapa planteada que incluye aspectos normativos regulatorios propios del sector de seguros ramo vida en el Perú. Los resultados indican que fue posible obtener un 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, Bonos emitidos por República del Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: Tipos de empresas de seguros Ley N° 26702 - SBS

De acuerdo con la Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, Ley N° 26702, las empresas de seguros pueden organizarse como:

- Empresas de seguro de ramo vida: Comprenden los riesgos asociados a la existencia y edad del asegurado, cuando éstos constituyen la cobertura principal de una póliza de seguros. Pueden incluirse los riesgos de accidentes y enfermedades siempre que se trate de coberturas adicionales/complementarias.
Los seguros de ramos vida a su vez se sub dividen en categorías:
 - Seguros de Vida: Considera todos los seguros relacionados con la existencia y bienestar de las personas aseguradas.
 - Seguros del Sistema Privado de Pensiones. Incluye los planes de pensión.
- Empresas de seguro de ramo generales: Comprenden los riesgos asociados a los daños/pérdidas ocurridos en el patrimonio del contratante/tomador del seguro.
- Empresas de seguro de ramo mixto: La Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), considerando que los ramos de vida y generales son distintos, ha establecido que las empresas de seguro de ramo mixto remitan información separa por cada ramo (estados financieros, inversiones, requerimientos patrimoniales), con el objetivo que éstas administren adecuadamente los riesgos inherentes a cada ramo.

Adicionalmente, las empresas de seguros también realizan operaciones de coaseguros y reaseguros con la finalidad de compartir/transferir riesgos. De acuerdo a las definiciones dadas por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (2017)²⁰:

- El coaseguro es la operación de seguros en la que concurren dos o más empresas de seguros, con el consentimiento del asegurado, para cubrir el riesgo de manera proporcional a su participación en el contrato, pudiendo luego celebrarse contratos de reaseguros para transferir el riesgo asumido.
- El reaseguro es el contrato en virtud del cual una empresa de seguros, llamada cedente, transfiere total o parcialmente los riesgos que asume, en su calidad de asegurador de un contrato de seguro, a otra empresa denominada reasegurador

²⁰ Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2017). Resolución S.B.S. N° 4706 -2017. 19/08/2018, de Superintendencia de Banca, Seguros y AFP Sitio web: http://www.sbs.gob.pe/app/pp/INT_CN/Paginas/Busqueda/BusquedaPortal.aspx

ANEXO 2: Cambios en la estructura del mercado

En el 2017 la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), aprobó el ingreso al sistema de seguros a Liberty Seguros para competir en el ramo generales (abril 2017) y autorizó la fusión por absorción de El Pacífico Vida con El Pacífico Peruano Suiza, pasándose a denominar Pacífico Empresa de seguros y Reaseguros (julio 2017).

Por otro lado, en marzo de 2018, La Positiva Seguros y Reaseguros anunció la firma de un acuerdo con la empresa portuguesa Fidelidade-Companhia de Seguros S.A. (Fidelidade), para la venta de 51% de sus acciones a través de una Oferta Pública de Acciones (OPA). La operación está a la espera de autorización por parte de la SBS.

Finalmente, el último cambio en la estructura del mercado responde a una fusión por absorción. El 27 marzo 2018, mediante Resolución SBS N° 1170-2018, la Superintendencia autorizó la fusión de las empresas Interseguro Empresa de seguros (Interseguro) y Seguros Sura S.A. (Sura). El 31 de mayo 2018 se anuncia el acuerdo de compra venta por US\$ 268 millones. De acuerdo a lo declarado por el Grupo Intercorp (2017)²¹, accionista de Interseguro, la fusión permitirá fortalecer sus unidades de negocios de rentas vitalicias y seguros de vida individual".

Al cierre del segundo trimestre 2018, de acuerdo a lo indicado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros - APESEG (2018)²² el sector asegurador está compuesto por 20 empresas de seguros que tienen autorización de funcionamiento otorgado por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) y dos adicionales estarían en proceso de licenciamiento, las cuales han solicitado operar en el Ramo Vida.

²¹ Redacción EC. (2017). Seguros SURA pasa a manos de Intercorp. 19/08/2018, de Diario El Comercio Sitio web: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/sura-seguros-pasa-manos-intercorp-427591>

²² APESEG - Asociación Peruana de Empresas de Seguros. (2018). Informe Trimestral del Sistema Asegurador - Segundo Trimestre 2018. 19/08/2018, de APESEG Sitio web: https://www.apeseg.org.pe/wp-content/uploads/2018/08/Resultados_Sistema_Asegurador_2T18.pdf

ANEXO 3: Empresas de Seguros – Ramo Vida y líneas de negocios activas

COMPAÑÍAS DE SEGUROS/LÍNEAS DE NEGOCIO	Desgravamen	Pensiones de invalidez	Pensiones de sobrevivencia	Renta de Jubilación	Renta Particular	Seguro complementario de trabajo de riesgo	Sepelio de corto plazo	Sepelio de largo plazo	Vida individual de corto plazo	Vida individual de largo plazo	Vida grupo particular	Vida ley trabajadores Vida Ley ex-trabajadores
BNP PARIBAS CARDIF S A COMPAÑIA DE SEGUROS Y REASEGUROS	X						X		X		X	X
CHUBB PERÚ S.A. COMPAÑIA DE SEGUROS Y REASEGUROS	X						X		X	X	X	X
COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA CAMARA S A.		X	X	X								
CRECER SEGUROS S.A. EMPRESA DE SEGUROS	X						X				X	X
INTERSEGURO COMPAÑIA DE SEGUROS S A	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
LA POSITIVA VIDA SEGUROS Y REASEGUROS	X				X	X	X		X	X	X	X
MAPFRE PERU VIDA COMPAÑIA DE SEGUROS Y REASEGUROS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OHIO NATIONAL SEGUROS DE VIDA S.A.										X		
PACIFICO COMPAÑIA DE SEGUROS Y REASEGUROS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PROTECTA S A COMPAÑIA DE SEGUROS	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
RIGEL PERU S.A. COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA	X					X					X	X
RIMAC SEGUROS Y REASEGUROS	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS)

Elaboración propia.

ANEXO 4: Instrumentos considerados en Portafolio

ISIN/CUSIP	Contraparte	Tipo de Bono	Valor Nominal	Moneda	Curva Base
US715638AU64	REPÚBLICA DEL PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP75460M048	PERÚ LNG	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP80050F259	INMUEBLES PANAMERICANA S.A. (IPSA)	Bono Corporativo	100.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70051M263	EDEGEL	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
US404280AF65	HSBC	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
PEP70210M034	ENERSUR	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
US715638AP79	REPÚBLICA DEL PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP12100D169	BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS	Bono de Gobierno	10,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP14800D139	BANCO INTERNACIONAL DEL PERÚ	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
US079857AF50	Bellsouth Capital Funding Corporation	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US079867AP23	Bellsouth Telecommunications, Inc.	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US84265VAE56	Southern Copper Corporation	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
PEP70210M067	Enersur	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP70310M123	Red de Energía del Perú	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
PEP01000C4L7	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP11600M145	Banco Continental	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
US706451BG56	Pemex Project FDG Master	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
PEP01000C2Z1	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70252M168	Luz del Sur S.A.A.	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP11600M186	Banco Continental	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP16920D018	CrediScotia Financiera	Bono Corporativo	10,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP13000M088	Banco Financiero	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4G7	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4Q6	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP14800D154	BANCO INTERNACIONAL DEL PERÚ	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70101M571	EDELNOR	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP23900M103	UNACEM	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP13000D012	Banco Financiero	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
USP82169AA48	Rutas de Lima SAC	Bono Senior	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4S2	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70252M259	Luz del Sur S.A.A.	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP73720M021	ICCGSA INVERSIONES	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP21400M064	Alicorp	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4W4	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP13000D012	Banco Financiero	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP58501M065	YURA S.A.	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP74850M025	BONO NORVIAL	Bono Corporativo	10,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP74100M017	BONO FALABELLA PERU S.A.A.	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70252M275	Luz del Sur S.A.A.	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP73140M014	COSAPI	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP36100M147	GLORIA	Bono Corporativo	10,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP74100M025	Falabella SAA	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP71320M022	Jockey	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP71320M030	Jockey 2	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP11100M328	COFIDE	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP73125M031	Corporación Primax	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP80200F268	IPSA - Scotia Titulizadora Soles	Bono Corporativo	10,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP80200F276	IPSA - Scotia Titulizadora Soles VAC	Bono Corporativo VAC	10,001.78	PEN	IRPEN_PENVAC_Soberana_Zero
PEP01000C4T0	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno VAC	1,000.18	PEN	IRPEN_PENVAC_Soberana_Zero
PEP01000C5D1	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP73668M022	Hermes Transportes Blindados S.A	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP74100M041	Falabella Perú S.A.A	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP69450M013	Conelsur LT S.A.C	Bono Corporativo	5,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP70252M267	Luz del Sur S.A.A	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP75455M014	Pacífico EPS	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP16880M031	Fondo Mi Vivienda	Bono Corporativo	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero

ISIN/CUSIP	Contraparte	Tipo de Bono	Valor Nominal	Moneda	Curva Base
PEP01000C4N3_DPV	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C2Z1_DPV	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4G7_DPV	REPUBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4W4_DPV	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4L7_DPV	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C4S2_DPV	REPÚBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000C5D1_DPV	REPUBLICA DE PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
US715638AU64_DPV	REPÚBLICA DEL PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
USG6710EAL41_DPV	Odebrecht Finance LTD	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US279158AD13_DPV	Ecopetrol	Bonos Senior Unsecured	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US715638AS19_DPV	REPÚBLICA DEL PERÚ	Bono de Gobierno	1,000.00	USD	IRPEN_USD_Soberana_Zero
US195325AU91_DPV	REPÚBLICA DE COLOMBIA	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US02364WAV72_DPV	América Móvil	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
USP1342SAC00_DPV	Interbank	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US279158AB56_DPV	Ecopetrol 2020	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
USP3R94GAF68_DPV	Cofide	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US71654QBU58_DPV	Petróleos Mexicanos 2020	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US84265VAD73_DPV	Southern Copper Corporation 2020	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
USP39238AA11_DPV	Ferreycorp 2020	Bono Corporativo	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US172967KE00_DPV	Citigroup Inc	Bonos Senior Unsecured	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US00206RCA86_DPV	AT&T	Bonos Senior Unsecured	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
US05968AAB26_DPV	Bancoestado Chile	Bonos Senior Unsecured	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
USP3143KEZ95_DPV	Corpbanca	Bonos Senior Unsecured	1,000.00	USD	IRUSD_USD_Soberana_Zero
CD08AGO19	Banco Central de Reserva	Certificado de depósito	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
CD08NOV18	Banco Central de Reserva	Certificado de depósito	1,000.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000T673	Gobierno Central Perú	Letras del Tesoro	100.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero
PEP01000T632	Gobierno Central Perú	Letras del Tesoro	100.00	PEN	IRPEN_PEN_Soberana_Zero

FM001	Adcap Extraconservador Dolares FMIV en dolares
FM002	Scotia Fondo Cash Soles FMIV
FM003	Bbva Balanceado -D Fmiv (Antes Bbva Balanceado Fmiv)
FM004	Bbva Dolares Fmiv
FM005	Credicorp Capital Conservador Mediano Plazo Dolares Fmiv
FM006	Credicorp Capital Moderado Fmiv (Antes Bcp Moderado Fmiv)
FM007	Fondo De Fondos Credicorp Capital Acciones Latam - Pacifico Fmiv
FM008	Credicorp Capital Acciones Global Fmiv
FM009	Sura Acciones Fmiv (Antes Ing Renta Acciones Fmiv)
FM010	Sura Renta Periodica I Dolares Fmiv
FM011	Sura Renta Dólares Fmiv (Antes Ing Renta Fund - Fmiv)
FM012	If Extra Conservador Fmiv
FM013	If Mixto Balanceado Fmiv
FM014	IF Mediano Plazo FMIV
FM015	Fondo Mutuo Credicorp Capital Conservador Liquidez Soles FMIV
FM016	BBVA Soles FMIV
FM017	Scotia Fondo Cash \$ FMIV
FM018	BBVA Cash Dólares FMIV
AC001	FERREYCORP SAA
AC002	ENGIE ENERGIA PERU SA
AC003	BIOPHARMA CREDIT PLC
AC004	EPU US Equity
AC005	LUZ DEL SUR SAA-COMUN
AC006	GILEAD SCIENCES INC
AC007	ALICORP S.A.-COMUN
AC008	VOLCAN CIA MINERA SAA-CMN B
AC009	CEMENTOS PACASMAYO SAA-CMN
AC010	UNION ANDINA DE CEMENTOS SAA
AC011	GRANA Y MONTERO SAA
AC012	PROSPECT CAPITAL CORP
AC013	INRETAIL PERU CORP
AC014	BENEFICIAL BANCORP INC
AC015	INTERCORP FINANCIAL SER INC
AC016	MINSUR SA-INVERSIONES
AC017	CREDICORP LTD
AC018	BBVA BANCO CONTINENTAL SA-CO

ANEXO 5: Factores de riesgo – tasas de interés

Curva Soberana de Perú en USD							
Curva Identificador	IRPEN_USD_Soberana_Zero						
Fecha de Proceso	Tipo de Curva	Plazo (DIAS)	Tasas (%)		Nodo	Plazo	Tasa
29/06/2018	CCPEDS	0	0.1817655	1	CCPEDS0	0	0.00181766
29/06/2018	CCPEDS	90	1.2196174	2	CCPEDS0.25	90	0.01219617
29/06/2018	CCPEDS	180	1.9568479	3	CCPEDS0.5	180	0.01956848
29/06/2018	CCPEDS	270	2.4745745	4	CCPEDS0.75	270	0.02474575
29/06/2018	CCPEDS	360	2.8336188	5	CCPEDS1	360	0.02833619
29/06/2018	CCPEDS	450	3.0790793	6	CCPEDS1.25	450	0.03079079
29/06/2018	CCPEDS	540	3.2440941	7	CCPEDS1.5	540	0.03244094
29/06/2018	CCPEDS	630	3.3528226	8	CCPEDS1.75	630	0.03352823
29/06/2018	CCPEDS	720	3.4227503	9	CCPEDS2	720	0.0342275
29/06/2018	CCPEDS	810	3.4664397	10	CCPEDS2.25	810	0.0346644
29/06/2018	CCPEDS	900	3.4928457	11	CCPEDS2.5	900	0.03492846
29/06/2018	CCPEDS	990	3.5082937	12	CCPEDS2.75	990	0.03508294
29/06/2018	CCPEDS	1080	3.5172031	13	CCPEDS3	1080	0.03517203
29/06/2018	CCPEDS	1170	3.5226192	14	CCPEDS3.25	1170	0.03522619
29/06/2018	CCPEDS	1260	3.5266021	15	CCPEDS3.5	1260	0.03526602
29/06/2018	CCPEDS	1350	3.5305107	16	CCPEDS3.75	1350	0.03530511
29/06/2018	CCPEDS	1440	3.5352082	17	CCPEDS4	1440	0.03535208
29/06/2018	CCPEDS	1530	3.5412113	18	CCPEDS4.25	1530	0.03541211
29/06/2018	CCPEDS	1620	3.5487972	19	CCPEDS4.5	1620	0.03548797
29/06/2018	CCPEDS	1710	3.5580805	20	CCPEDS4.75	1710	0.03558081
29/06/2018	CCPEDS	1800	3.5690674	21	CCPEDS5	1800	0.03569067
29/06/2018	CCPEDS	1890	3.5816949	22	CCPEDS5.25	1890	0.03581695
29/06/2018	CCPEDS	1980	3.5958575	23	CCPEDS5.5	1980	0.03595858
29/06/2018	CCPEDS	2070	3.6114257	24	CCPEDS5.75	2070	0.03611426
29/06/2018	CCPEDS	2160	3.6282593	25	CCPEDS6	2160	0.03628259
29/06/2018	CCPEDS	2250	3.6462154	26	CCPEDS6.25	2250	0.03646215
29/06/2018	CCPEDS	2340	3.6651543	27	CCPEDS6.5	2340	0.03665154
29/06/2018	CCPEDS	2430	3.6849427	28	CCPEDS6.75	2430	0.03684943
29/06/2018	CCPEDS	2520	3.7054558	29	CCPEDS7	2520	0.03705456
29/06/2018	CCPEDS	2610	3.7265782	30	CCPEDS7.25	2610	0.03726578
29/06/2018	CCPEDS	2700	3.7482042	31	CCPEDS7.5	2700	0.03748204
29/06/2018	CCPEDS	2790	3.7702377	32	CCPEDS7.75	2790	0.03770238
29/06/2018	CCPEDS	2880	3.7925921	33	CCPEDS8	2880	0.03792592
29/06/2018	CCPEDS	2970	3.8151892	34	CCPEDS8.25	2970	0.03815189
29/06/2018	CCPEDS	3060	3.8379589	35	CCPEDS8.5	3060	0.03837959
29/06/2018	CCPEDS	3150	3.8608385	36	CCPEDS8.75	3150	0.03860839
29/06/2018	CCPEDS	3240	3.8837721	37	CCPEDS9	3240	0.03883772
29/06/2018	CCPEDS	3330	3.9067099	38	CCPEDS9.25	3330	0.0390671
29/06/2018	CCPEDS	3420	3.9296073	39	CCPEDS9.5	3420	0.03929607
29/06/2018	CCPEDS	3510	3.9524251	40	CCPEDS9.75	3510	0.03952425
29/06/2018	CCPEDS	3600	3.9751282	41	CCPEDS10	3600	0.03975128
29/06/2018	CCPEDS	3690	3.9976856	42	CCPEDS10.25	3690	0.03997686
29/06/2018	CCPEDS	3780	4.0200699	43	CCPEDS10.5	3780	0.0402007
29/06/2018	CCPEDS	3870	4.0422567	44	CCPEDS10.75	3870	0.04042257
29/06/2018	CCPEDS	3960	4.0642248	45	CCPEDS11	3960	0.04064225
29/06/2018	CCPEDS	4050	4.0859552	46	CCPEDS11.25	4050	0.04085955
29/06/2018	CCPEDS	4140	4.1074313	47	CCPEDS11.5	4140	0.04107431
29/06/2018	CCPEDS	4230	4.1286387	48	CCPEDS11.75	4230	0.04128639
29/06/2018	CCPEDS	4320	4.1495646	49	CCPEDS12	4320	0.04149565
29/06/2018	CCPEDS	4410	4.170198	50	CCPEDS12.25	4410	0.04170198
29/06/2018	CCPEDS	4500	4.1905293	51	CCPEDS12.5	4500	0.04190529
29/06/2018	CCPEDS	4590	4.2105503	52	CCPEDS12.75	4590	0.0421055
29/06/2018	CCPEDS	4680	4.2302539	53	CCPEDS13	4680	0.04230254
29/06/2018	CCPEDS	4770	4.2496342	54	CCPEDS13.25	4770	0.04249634
29/06/2018	CCPEDS	4860	4.2686862	55	CCPEDS13.5	4860	0.04268686
29/06/2018	CCPEDS	4950	4.2874058	56	CCPEDS13.75	4950	0.04287406
29/06/2018	CCPEDS	5040	4.3057895	57	CCPEDS14	5040	0.0430579
29/06/2018	CCPEDS	5130	4.3238348	58	CCPEDS14.25	5130	0.04323835
29/06/2018	CCPEDS	5220	4.3415288	59	CCPEDS14.5	5220	0.04341529

Curva		Curva Soberana Soles VAC					
Identificador	IRPEN_PENVAC_Soberana_Zero						
Fecha de Proceso	Tipo de Curva	Plazo (DIAS)	Tasas (%)		Nodo	Plazo	Tasa
29/06/2018	CCPVS	0	0.9261621	1	CCPVS0	0	0.00926162
29/06/2018	CCPVS	90	0.2182094	2	CCPVS0.25	90	0.00218209
29/06/2018	CCPVS	180	0.0445328	3	CCPVS0.5	180	0.00044533
29/06/2018	CCPVS	270	0.0967013	4	CCPVS0.75	270	0.00096701
29/06/2018	CCPVS	360	0.2344668	5	CCPVS1	360	0.00234467
29/06/2018	CCPVS	450	0.3958489	6	CCPVS1.25	450	0.00395849
29/06/2018	CCPVS	540	0.5551168	7	CCPVS1.5	540	0.00555117
29/06/2018	CCPVS	630	0.7029641	8	CCPVS1.75	630	0.00702964
29/06/2018	CCPVS	720	0.8372086	9	CCPVS2	720	0.00837209
29/06/2018	CCPVS	810	0.9585082	10	CCPVS2.25	810	0.00958508
29/06/2018	CCPVS	900	1.0684519	11	CCPVS2.5	900	0.01068452
29/06/2018	CCPVS	990	1.168758	12	CCPVS2.75	990	0.01168758
29/06/2018	CCPVS	1080	1.2609747	13	CCPVS3	1080	0.01260975
29/06/2018	CCPVS	1170	1.3463983	14	CCPVS3.25	1170	0.01346398
29/06/2018	CCPVS	1260	1.4260801	15	CCPVS3.5	1260	0.0142608
29/06/2018	CCPVS	1350	1.5008606	16	CCPVS3.75	1350	0.01500861
29/06/2018	CCPVS	1440	1.571411	17	CCPVS4	1440	0.01571411
29/06/2018	CCPVS	1530	1.6382687	18	CCPVS4.25	1530	0.01638269
29/06/2018	CCPVS	1620	1.7018671	19	CCPVS4.5	1620	0.01701867
29/06/2018	CCPVS	1710	1.7625593	20	CCPVS4.75	1710	0.01762559
29/06/2018	CCPVS	1800	1.820636	21	CCPVS5	1800	0.01820636
29/06/2018	CCPVS	1890	1.8763388	22	CCPVS5.25	1890	0.01876339
29/06/2018	CCPVS	1980	1.929871	23	CCPVS5.5	1980	0.01929871
29/06/2018	CCPVS	2070	1.9814054	24	CCPVS5.75	2070	0.01981405
29/06/2018	CCPVS	2160	2.03109	25	CCPVS6	2160	0.0203109
29/06/2018	CCPVS	2250	2.0790534	26	CCPVS6.25	2250	0.02079053
29/06/2018	CCPVS	2340	2.1254078	27	CCPVS6.5	2340	0.02125408
29/06/2018	CCPVS	2430	2.1702519	28	CCPVS6.75	2430	0.02170252
29/06/2018	CCPVS	2520	2.2136738	29	CCPVS7	2520	0.02213674
29/06/2018	CCPVS	2610	2.2557517	30	CCPVS7.25	2610	0.02255752
29/06/2018	CCPVS	2700	2.2965564	31	CCPVS7.5	2700	0.02296556
29/06/2018	CCPVS	2790	2.3361519	32	CCPVS7.75	2790	0.02336152
29/06/2018	CCPVS	2880	2.3745964	33	CCPVS8	2880	0.02374596
29/06/2018	CCPVS	2970	2.4119432	34	CCPVS8.25	2970	0.02411943
29/06/2018	CCPVS	3060	2.4482412	35	CCPVS8.5	3060	0.02448241
29/06/2018	CCPVS	3150	2.4835358	36	CCPVS8.75	3150	0.02483536
29/06/2018	CCPVS	3240	2.5178688	37	CCPVS9	3240	0.02517869
29/06/2018	CCPVS	3330	2.5512792	38	CCPVS9.25	3330	0.02551279
29/06/2018	CCPVS	3420	2.5838034	39	CCPVS9.5	3420	0.02583803
29/06/2018	CCPVS	3510	2.6154756	40	CCPVS9.75	3510	0.02615476
29/06/2018	CCPVS	3600	2.6463276	41	CCPVS10	3600	0.02646328
29/06/2018	CCPVS	3690	2.6763895	42	CCPVS10.25	3690	0.0267639
29/06/2018	CCPVS	3780	2.7056899	43	CCPVS10.5	3780	0.0270569
29/06/2018	CCPVS	3870	2.7342554	44	CCPVS10.75	3870	0.02734255
29/06/2018	CCPVS	3960	2.7621116	45	CCPVS11	3960	0.02762112
29/06/2018	CCPVS	4050	2.7892825	46	CCPVS11.25	4050	0.02789283
29/06/2018	CCPVS	4140	2.8157911	47	CCPVS11.5	4140	0.02815791
29/06/2018	CCPVS	4230	2.8416592	48	CCPVS11.75	4230	0.02841659
29/06/2018	CCPVS	4320	2.8669077	49	CCPVS12	4320	0.02866908
29/06/2018	CCPVS	4410	2.8915563	50	CCPVS12.25	4410	0.02891556
29/06/2018	CCPVS	4500	2.915624	51	CCPVS12.5	4500	0.02915624
29/06/2018	CCPVS	4590	2.9391291	52	CCPVS12.75	4590	0.02939129
29/06/2018	CCPVS	4680	2.9620888	53	CCPVS13	4680	0.02962089
29/06/2018	CCPVS	4770	2.9845199	54	CCPVS13.25	4770	0.0298452
29/06/2018	CCPVS	4860	3.0064384	55	CCPVS13.5	4860	0.03006438
29/06/2018	CCPVS	4950	3.0278595	56	CCPVS13.75	4950	0.0302786
29/06/2018	CCPVS	5040	3.0487982	57	CCPVS14	5040	0.03048798
29/06/2018	CCPVS	5130	3.0692684	58	CCPVS14.25	5130	0.03069268
29/06/2018	CCPVS	5220	3.089284	59	CCPVS14.5	5220	0.03089284
29/06/2018	CCPVS	5310	3.1088579	60	CCPVS14.75	5310	0.03108858
29/06/2018	CCPVS	5400	3.128003	61	CCPVS15	5400	0.03128003
29/06/2018	CCPVS	5490	3.1467314	62	CCPVS15.25	5490	0.03146731
29/06/2018	CCPVS	5580	3.1650548	63	CCPVS15.5	5580	0.03165055
29/06/2018	CCPVS	5670	3.1829846	64	CCPVS15.75	5670	0.03182985
29/06/2018	CCPVS	5760	3.2005318	65	CCPVS16	5760	0.03200532
29/06/2018	CCPVS	5850	3.2177069	66	CCPVS16.25	5850	0.03217707
29/06/2018	CCPVS	5940	3.2345202	67	CCPVS16.5	5940	0.0323452
29/06/2018	CCPVS	6030	3.2509815	68	CCPVS16.75	6030	0.03250982
29/06/2018	CCPVS	6120	3.2671004	69	CCPVS17	6120	0.032671
29/06/2018	CCPVS	6210	3.2828861	70	CCPVS17.25	6210	0.03282886

Curva		Curva UST Strips					
Identificador	IRUSD_USD_Soberana_Zero						
Fecha de Proceso	Tipo de Curva	Plazo (DIAS)	Tasas (%)		Nodo	Plazo	Tasa
29/06/2018	C082	0	0	1	C0820	0	0.00000
29/06/2018	C082	90	0.019978	2	C0823M	90	0.00019978
29/06/2018	C082	180	0.021398	3	C0826M	180	0.00021398
29/06/2018	C082	360	0.022933	4	C0821Y	360	0.00022933
29/06/2018	C082	720	0.025547	5	C0822Y	720	0.00025547
29/06/2018	C082	1080	0.026431	6	C0823Y	1080	0.00026431
29/06/2018	C082	1440	0.026871	7	C0824Y	1440	0.00026871
29/06/2018	C082	1800	0.027366	8	C0825Y	1800	0.00027366
29/06/2018	C082	2520	0.028161	9	C0827Y	2520	0.00028161
29/06/2018	C082	2880	0.028339	10	C0828Y	2880	0.00028339
29/06/2018	C082	3240	0.028473	11	C0829Y	3240	0.00028473
29/06/2018	C082	3600	0.028615	12	C08210Y	3600	0.00028615
29/06/2018	C082	5400	0.028905	13	C08215Y	5400	0.00028905
29/06/2018	C082	7200	0.029224	14	C08220Y	7200	0.00029224
29/06/2018	C082	9000	0.029865	15	C08225Y	9000	0.00029865
29/06/2018	C082	10800	0.029895	16	C08230Y	10800	0.00029895

ANEXO 6: Estimación VaR Individual

Factor de Riesgo	Posición	DS*DM	VaR 99%	Factor de Riesgo	Posición	DS*DM	VaR 99%
USD	3,955,041	0.00222	323,641	CCPEDS6	40,754	- 0.00184	- 2,766
FM001	84,150	0.00005	150	CCPEDS7	166,966	- 0.00208	- 12,828
FM002	84,150	0.00013	400	CCPEDS8	14,461	- 0.00237	- 1,266
FM003	84,150	0.00387	12,010	CCPEDS9	26,683	- 0.00269	- 2,653
FM004	84,150	0.00054	1,665	CCPEDS10	90,458	- 0.00303	- 10,129
FM005	84,150	0.00039	1,201	CCPEDS11	15,398	- 0.00338	- 1,924
FM006	84,150	0.00208	6,474	CCPEDS12	8,264	- 0.00374	- 1,143
FM007	84,150	0.00774	24,060	CCPEDS13	7,824	- 0.00411	- 1,187
FM008	84,150	0.00627	19,494	CCPEDS14	7,371	- 0.00447	- 1,217
FM009	84,150	0.00751	23,326	CCPEDS15	15,939	- 0.00483	- 2,843
FM010	84,150	0.00013	414	CCPEDS16	24,999	- 0.00518	- 4,785
FM011	84,150	0.00045	1,407	CCPEDS17	23,974	- 0.00553	- 4,892
FM012	84,150	0.00006	171	CCPEDS18	36,920	- 0.00586	- 7,986
FM013	84,150	0.00378	11,734	CCPEDS19	4,526	- 0.00618	- 1,033
FM014	84,150	0.00052	1,625	CCPEDS20	-	- 0.00649	-
FM015	84,150	0.00008	236	CCPEDS21	-	- 0.00679	-
FM016	84,150	0.00059	1,821	CCPEDS22	-	- 0.00709	-
FM017	84,150	0.00011	357	CCPEDS23	-	- 0.00739	-
FM018	84,150	0.00003	93	CCPEDS24	-	- 0.00769	-
AC001	84,150	0.01365	42,408	CCPEDS25	-	- 0.00799	-
AC002	84,150	0.01066	33,132	CCPEDS26	-	- 0.00832	-
AC003	84,150	0.00568	17,649	CCPEDS27	-	- 0.00866	-
AC004	84,150	0.00929	28,866	CCPVS0.25	1,421	- 0.00043	- 23
AC005	336,599	0.00890	110,673	CCPVS0.5	3,168	- 0.00046	- 54
AC006	84,150	0.01594	49,519	CCPVS1	7,155	- 0.00063	- 167
AC007	84,150	0.01178	36,590	CCPVS2	4,865	- 0.00118	- 212
AC008	84,150	0.02285	70,989	CCPVS3	7,097	- 0.00140	- 368
AC009	84,150	0.00968	30,062	CCPVS4	2,950	- 0.00161	- 175
AC010	84,150	0.01253	38,936	CCPVS5	8,258	- 0.00205	- 624
AC011	84,150	0.03423	106,359	CCPVS6	6,185	- 0.00262	- 598
AC012	84,150	0.01382	42,956	CCPVS7	5,615	- 0.00318	- 660
AC013	84,150	0.00956	29,695	CCPVS8	6,282	- 0.00368	- 854
AC014	84,150	0.01302	40,467	CCPVS9	6,528	- 0.00411	- 990
AC015	84,150	0.00997	30,964	CCPVS10	9,863	- 0.00447	- 1,627
AC016	84,150	0.02190	68,053	CCPVS11	3,920	- 0.00479	- 693
AC017	84,150	0.01321	41,046	CCPVS12	6,592	- 0.00509	- 1,239
AC018	84,150	0.01240	38,525	CCPVS13	6,245	- 0.00540	- 1,245
CCPSS0.25	84,356	- 0.00010	- 303	CCPVS14	5,957	- 0.00573	- 1,259
CCPSS0.5	143,561	- 0.00019	- 1,012	CCPVS15	4,633	- 0.00609	- 1,041
CCPSS1	221,508	- 0.00035	- 2,840	CCPVS16	5,866	- 0.00649	- 1,405
CCPSS2	355,097	- 0.00060	- 7,911	CCPVS17	5,083	- 0.00693	- 1,301
CCPSS3	386,805	- 0.00086	- 12,292	CCPVS18	4,767	- 0.00742	- 1,306
CCPSS4	143,458	- 0.00114	- 6,018	CCPVS19	4,499	- 0.00795	- 1,321
CCPSS5	416,020	- 0.00144	- 22,101	CCPVS20	4,260	- 0.00852	- 1,340
CCPSS6	468,814	- 0.00177	- 30,702	CCPVS21	4,017	- 0.00912	- 1,352
CCPSS7	207,472	- 0.00214	- 16,396	CCPVS22	4,732	- 0.00975	- 1,703
CCPSS8	229,419	- 0.00254	- 21,478	CCPVS23	2,726	- 0.01041	- 1,047
CCPSS9	213,312	- 0.00295	- 23,272	CCPVS24	2,408	- 0.01109	- 986
CCPSS10	260,473	- 0.00339	- 32,636	CCPVS25	33,209	- 0.01178	- 14,450
CCPSS11	202,417	- 0.00385	- 28,755	C0823M	265,506	- 0.00003	- 292
CCPSS12	100,526	- 0.00431	- 16,010	C0826M	189,123	- 0.00005	- 345
CCPSS13	114,430	- 0.00479	- 20,234	C0821Y	260,173	- 0.00013	- 1,233
CCPSS14	77,854	- 0.00527	- 15,154	C0822Y	427,163	- 0.00043	- 6,825
CCPSS15	54,397	- 0.00576	- 11,570	C0823Y	64,011	- 0.00079	- 1,874
CCPSS16	49,674	- 0.00625	- 11,470	C0824Y	28,220	- 0.00118	- 1,228
CCPSS17	42,469	- 0.00675	- 10,586	C0825Y	35,552	- 0.00155	- 2,031
CCPSS18	32,611	- 0.00725	- 8,732	C0827Y	27,456	- 0.00229	- 2,319
CCPSS19	51,775	- 0.00776	- 14,826	C0828Y	29,489	- 0.00262	- 2,847
CCPSS20	182,739	- 0.00826	- 55,743	C0829Y	8,876	- 0.00293	- 961
CCPEDS1	141,541	- 0.00040	- 2,075	C08210Y	40,903	- 0.00326	- 4,922
CCPEDS2	173,605	- 0.00086	- 5,521	C08215Y	104,227	- 0.00493	- 18,972
CCPEDS3	36,795	- 0.00125	- 1,703	C08220Y	63,160	- 0.00664	- 15,493
CCPEDS4	46,000	- 0.00149	- 2,532	C08225Y	21,664	- 0.00815	- 6,521
CCPEDS5	43,170	- 0.00165	- 2,635	C08230Y	33,323	- 0.00966	- 11,880

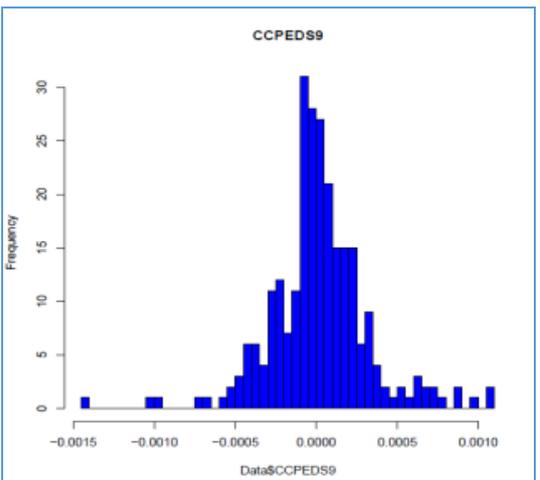
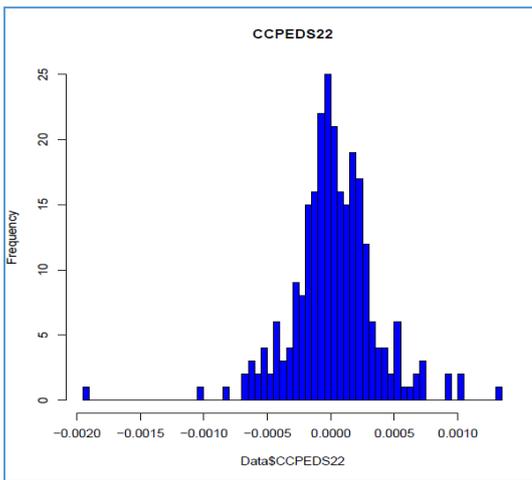
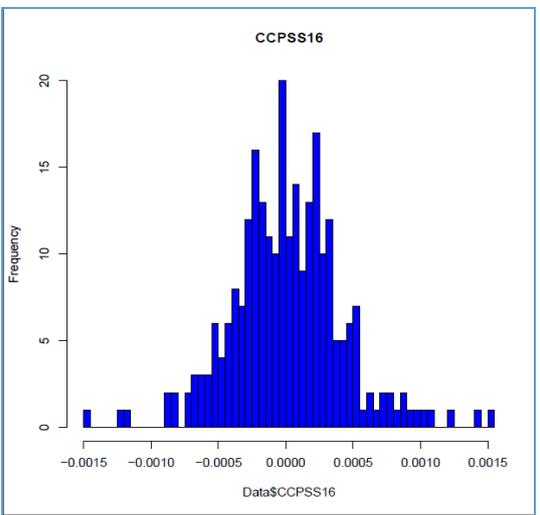
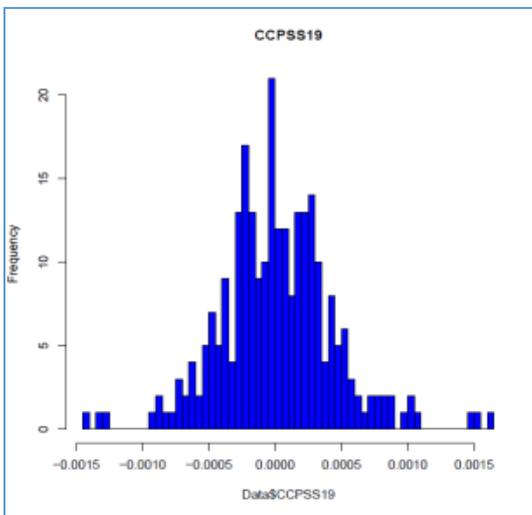
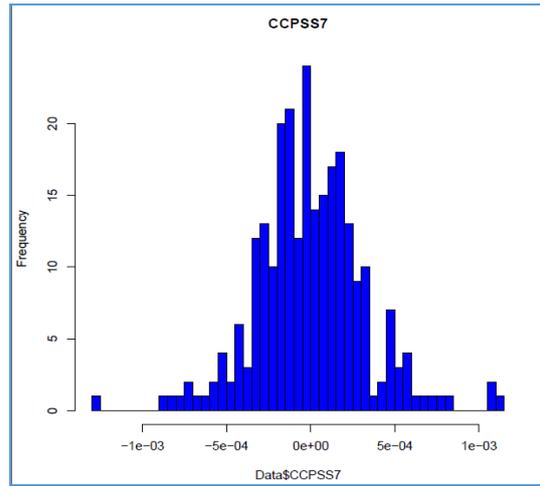
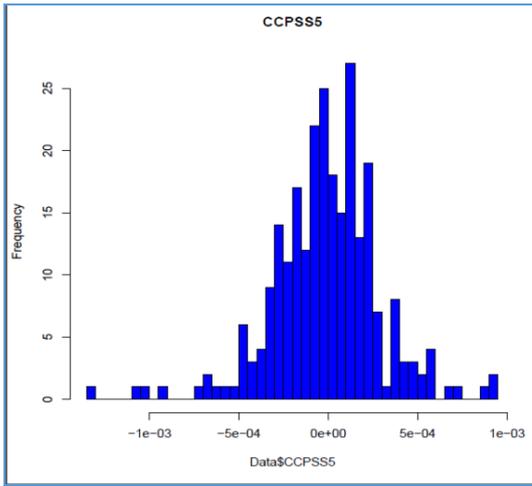
ANEXO 7: Análisis de Normalidad para Instrumentos del portafolio

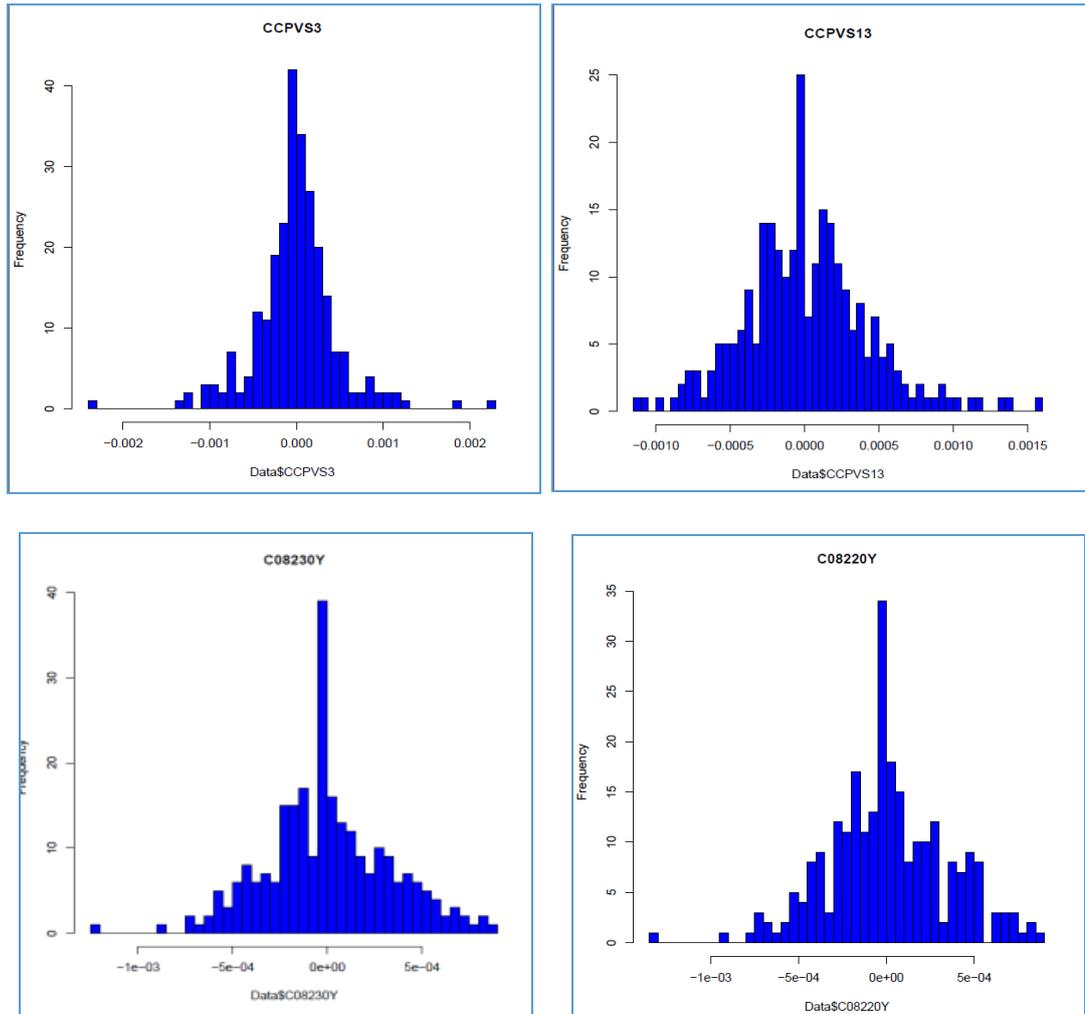
A fin de conocer la Normalidad de la distribución de los precios de los instrumentos analizados es que se realizó la Prueba de Jarque Bera , que analiza los residuos y asume en la hipótesis nula que aquellas no tienen una distribución normal .Lo que se busca tanto en este análisis como en el de renta variable o fondos mutuos es que la distribución sea Normal con: simetría igual a cero y con curtosis igual a 3 (mesokúrtica).

El siguiente cuadro se interpreta de la siguiente forma: Si el JB es mayor a 5.99 se dice que la serie no tiene una distribución Normal, u otra forma de identificar es con el p-value, donde si el valor de p-value es mayor al 5% o 0.05, entonces decimos que la serie tiene una distribución Normal. Como se puede observar salvo en algunos instrumentos el p-value no supera el 0.05, por lo que no se distribuyen Normalmente.

La Prueba Jaquer Bera Instrumentos Renta Fija

BONOS	JB	P_Value	BONOS	JB	P_Value	BONOS	JB	P_Value
CCPSS0.25	24,081.45	0.00%	CCPEDS10	105.35	0.00%	CCPVS11	143.09	0.00%
CCPSS0.5	21,487.32	0.00%	CCPEDS11	82.16	0.00%	CCPVS12	52.45	0.00%
CCPSS1	18,645.56	0.00%	CCPEDS12	65.7	0.00%	CCPVS13	19.81	0.01%
CCPSS2	9,713.19	0.00%	CCPEDS13	59.1	0.00%	CCPVS14	12.64	0.18%
CCPSS3	2,413.44	0.00%	CCPEDS14	61.42	0.00%	CCPVS15	16.68	0.02%
CCPSS4	404.68	0.00%	CCPEDS15	71.31	0.00%	CCPVS16	31.44	0.00%
CCPSS5	73.73	0.00%	CCPEDS16	87.72	0.00%	CCPVS17	59.32	0.00%
CCPSS6	34.09	0.00%	CCPEDS17	109.8	0.00%	CCPVS18	101.29	0.00%
CCPSS7	36.39	0.00%	CCPEDS18	136.87	0.00%	CCPVS19	157.47	0.00%
CCPSS8	41.88	0.00%	CCPEDS19	168.37	0.00%	CCPVS20	228.27	0.00%
CCPSS9	43.23	0.00%	CCPEDS20	203.69	0.00%	CCPVS21	314.59	0.00%
CCPSS10	40.95	0.00%	CCPEDS21	242.07	0.00%	CCPVS22	417.4	0.00%
CCPSS11	37.14	0.00%	CCPEDS22	282.27	0.00%	CCPVS23	537.24	0.00%
CCPSS12	33.35	0.00%	CCPEDS23	322.51	0.00%	CCPVS24	673.95	0.00%
CCPSS13	30.34	0.00%	CCPEDS24	360.39	0.00%	CCPVS25	826.58	0.00%
CCPSS14	28.33	0.00%	CCPEDS25	393.11	0.00%	C0823M	14,351.52	0.00%
CCPSS15	27.31	0.00%	CCPEDS26	417.8	0.00%	C0826M	3,919.74	0.00%
CCPSS16	27.17	0.00%	CCPEDS27	432.07	0.00%	C0821Y	984.72	0.00%
CCPSS17	27.79	0.00%	CCPVS0.25	28,158.09	0.00%	C0822Y	722.12	0.00%
CCPSS18	29.05	0.00%	CCPVS0.5	31,857.53	0.00%	C0823Y	415.61	0.00%
CCPSS19	30.85	0.00%	CCPVS1	1,477.34	0.00%	C0824Y	247.85	0.00%
CCPSS20	33.08	0.00%	CCPVS2	2,865.61	0.00%	C0825Y	129.58	0.00%
CCPEDS1	327.93	0.00%	CCPVS3	238.79	0.00%	C0827Y	53.76	0.00%
CCPEDS2	412.27	0.00%	CCPVS4	61.54	0.00%	C0828Y	38.8	0.00%
CCPEDS3	574.42	0.00%	CCPVS5	25.6	0.00%	C0829Y	28.13	0.00%
CCPEDS4	683.82	0.00%	CCPVS6	196.91	0.00%	C08210Y	23.32	0.00%
CCPEDS5	584.11	0.00%	CCPVS7	538.2	0.00%	C08215Y	8.32	1.56%
CCPEDS6	311.63	0.00%	CCPVS8	667.34	0.00%	C08220Y	4.51	10.47%
CCPEDS7	162.88	0.00%	CCPVS9	537.15	0.00%	C08225Y	3.01	22.24%
CCPEDS8	132.12	0.00%	CCPVS10	317.02	0.00%	C08230Y	1.96	37.47%
CCPEDS9	124.29	0.00%						

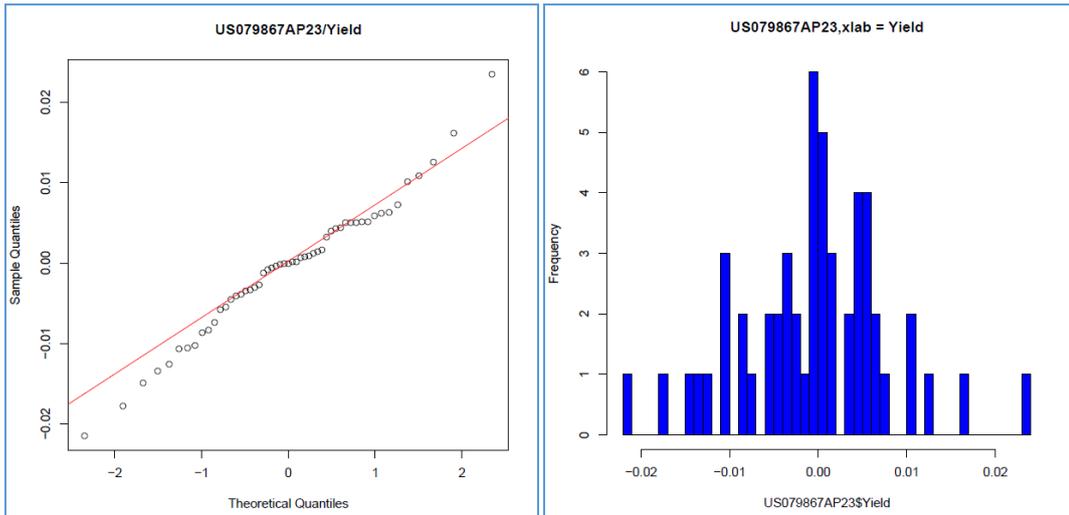




La Prueba Jaquer Bera Instrumentos Renta Variable

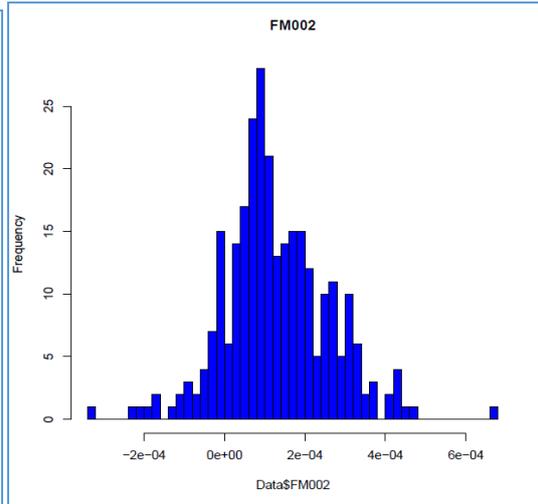
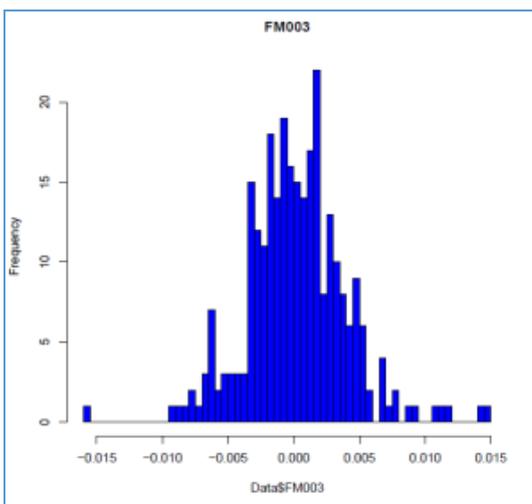
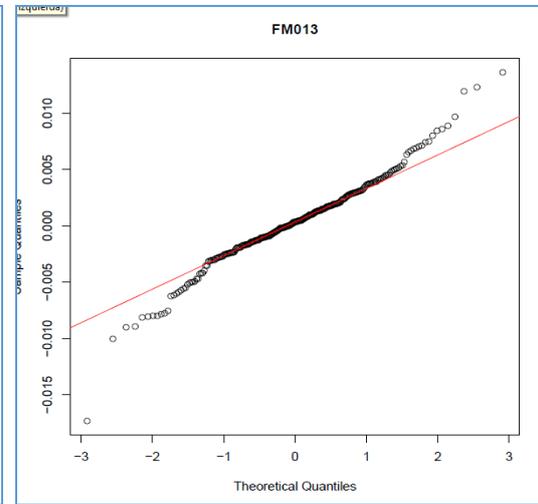
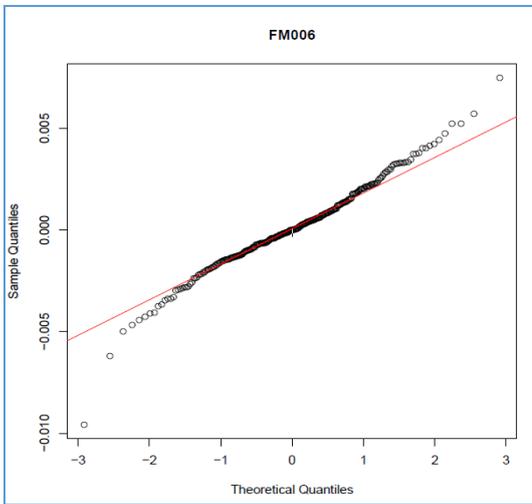
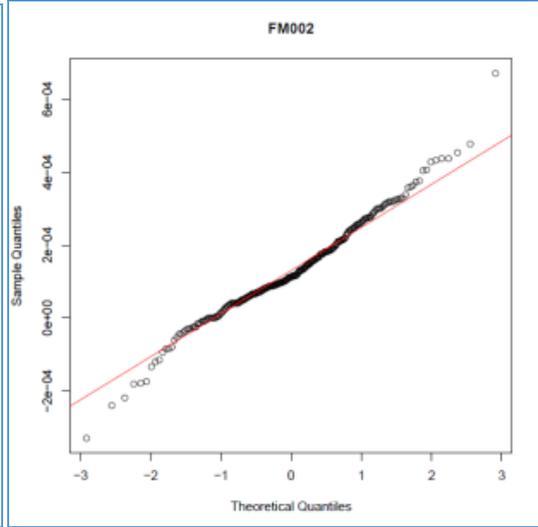
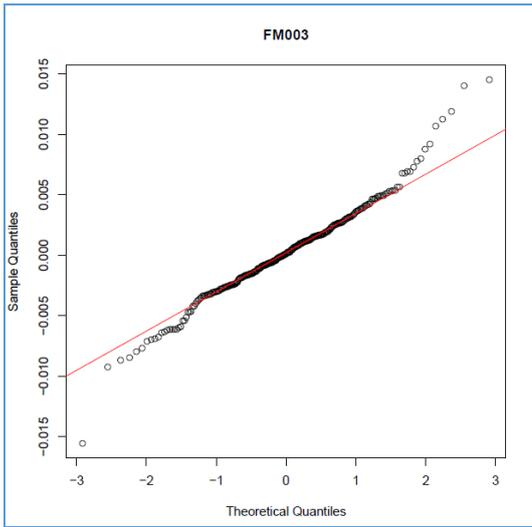
BONOS	JB	P_Value
US715638AU64\$Yield	26.07	0.00%
PEP75460M048\$Yield	5,631.21	0.00%
US404280AF65\$Yield	16.27	0.03%
US715638AP79\$Yield	33.68	0.00%
PEP14800D139\$Yield	713.81	0.00%
US079857AF50\$Yield	347.13	0.00%
US079867AP23\$Yield	1.24	53.73%
US84265VAE56\$Yield	68.03	0.00%
PEP70210M067\$Yield	492.13	0.00%
PEP70310M123\$Yield	14.49	0.07%
PEP01000C4L7\$Yield	209.94	0.00%
US706451BG56\$Yield	27.97	0.00%
PEP01000C2Z1\$Yield	468.15	0.00%
PEP01000C4G7\$Yield	507.41	0.00%
PEP01000C4Q6\$Yield	220.63	0.00%
PEP01000C4S2\$Yield	1,258.97	0.00%
PEP01000C4W4\$Yield	411.1	0.00%

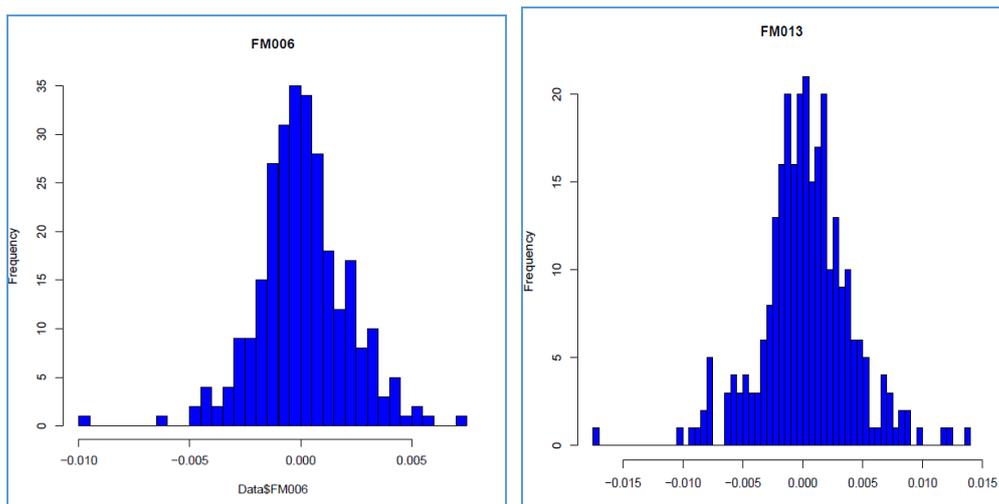
Un análisis gráfico adicional es que la serie se asemeje a la recta roja. Si lo hace entonces la serie tiene distribución normal, en caso contrario se asume que no lo es.



De la prueba Pearson para las Acciones cuyos resultados se detallan, además de graficar solo los que en la prueba se obtuvo un P-value mayor a 5%

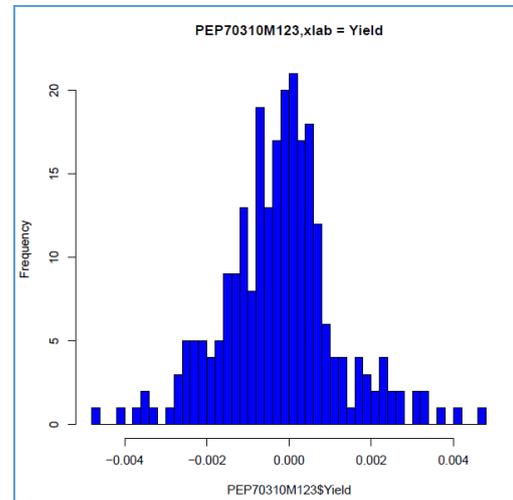
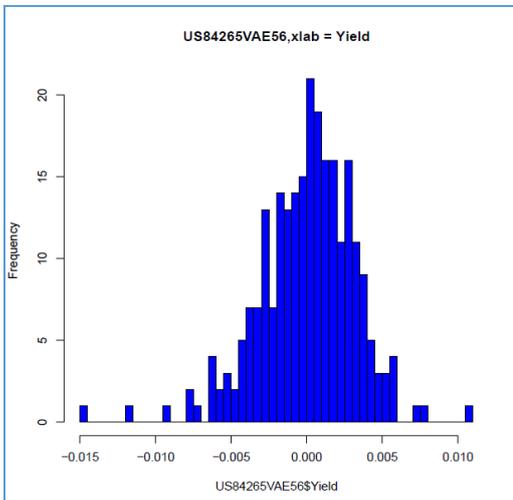
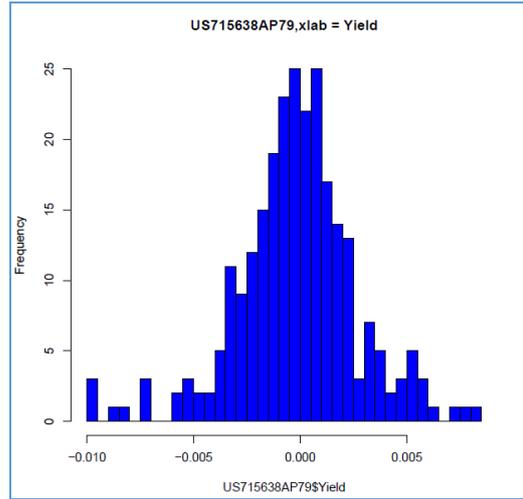
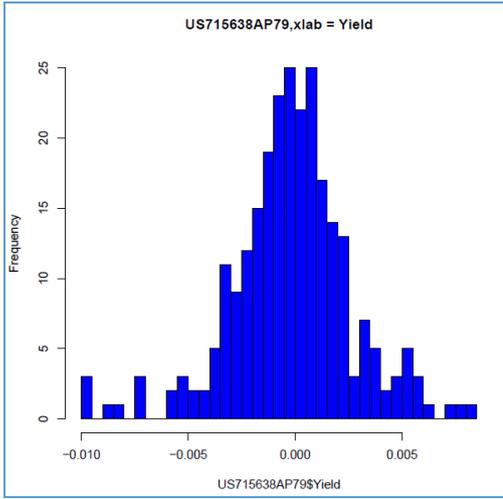
ACCIONES	Pearson	p-value	ACCIONES	Pearson	p-value
FM001	373	0.00%	AC001	2,723	0.00%
FM002	23	14.47%	AC002	1,603	0.00%
FM003	26	7.19%	AC003	4,081	0.00%
FM004	40	0.15%	AC004	1,774	0.00%
FM005	51	0.00%	AC005	2,951	0.00%
FM006	19	32.04%	AC006	228	0.00%
FM007	55	0.00%	AC007	2,551	0.00%
FM008	49	0.01%	AC008	2,831	0.00%
FM009	37	0.32%	AC009	2,680	0.00%
FM010	63	0.00%	AC010	2,789	0.00%
FM011	30	2.96%	AC011	1,717	0.00%
FM012	198	0.00%	AC012	163	0.00%
FM013	27	5.21%	AC013	2,582	0.00%
FM014	45	0.02%	AC014	1,460	0.00%
FM015	567	0.00%	AC015	1,173	0.00%
FM016	30	2.94%	AC016	2,294	0.00%
FM017	32	1.68%	AC017	2,311	0.00%
FM018	404	0.00%	AC018	1,295	0.00%





Por otro lado a fin de analizar a los instrumentos que no pudieron analizarse con la prueba de Jarque Bera, se pasó a analizarlos con la Prueba de Pearson. Obteniéndose los siguientes resultados.

ISIN	Pearson	P-Value
US715638AU64\$Yield	46.69	0%
PEP75460M048\$Yield	164.19	0%
US404280AF65\$Yield	14.79	54%
US715638AP79\$Yield	24.83	7%
PEP14800D139\$Yield	138.55	0%
US079857AF50\$Yield	19.8	0%
US079867AP23\$Yield	20.4	0%
US84265VAE56\$Yield	20.89	18%
PEP70210M067\$Yield	39.51	0%
PEP70310M123\$Yield	25.01	7%
PEP01000C4L7\$Yield	48.22	0%
US706451BG56\$Yield	12.04	74%
PEP01000C2Z1\$Yield	60	0%
PEP01000C4G7\$Yield	71.28	0%
PEP01000C4Q6\$Yield	252.13	0%
PEP01000C4S2\$Yield	99.18	0%
PEP01000C4W4\$Yield	53.65	0%



BIBLIOGRAFÍA

- Arbeláez, L. C. F., & Ceballos, L. E. F. (2005). El valor en riesgo condicional CVaR como medida coherente de riesgo. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(6), 43-54.
- Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG) (2018). *Informe Trimestral del Sistema Asegurador - Segundo Trimestre 2018*. APESEG Recuperado 19 agosto 2018, de https://www.apeseg.org.pe/wp-content/uploads/2018/08/Resultados_Sistema_Asegurador_2T18.pdf
- Bajo, A. G.; Plazaola, I. I. & Esteban, J Iñaki D.L.P. (2012). “Evolución del capital de Solvencia requerido en las aseguradoras españolas hasta Solvencia II”, In *Anales del Instituto de Actuarios Españoles No. 18*, pp. 111-150). Instituto de Actuarios Españoles
- Bedoya, D. D. G. (2009). Gestión de portafolios. Una mirada crítica más allá de Markowitz. *AD-minister*, (15), 154-162.
- Best's Special Report. (2013) “Los Entes Reguladores de Seguros de Latinoamérica evolucionan en un Contexto de Mercados Cambiantes y en Crecimiento”.
- Bolton F, Santana C. (2007). Información Contendida En La Estructura Temporal De Tasas De Interés. 10/08/2018, de Facultad Economía y Negocios - Universidad de Chile Sitio web: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/bolton_f/sources/bolton_f.pdf
- Borge Vergara, J., & Cervantes Luna, M. N. Portafolios de inversión: una alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- Camacho, A. (2009). Solvencia II: Supervisión Basada en riesgo de entidades aseguradoras en el marco de la Unión Europea.
- Choudhry M. (2005). Understanding the Z-Spread. 20/08/2018, de Learning Curve. Recuperado 20 agosto 2018, de: http://www.yieldcurve.com/mktresearch/learningcurve/choudhry_zspread_aug2005_logo.pdf
- De Lara, A. (2015) *Medición y control de riesgos financieros* (3a ed.). México D.F., México: Limusa
- De Soto, Jesús Huerta. “EL ERROR FATAL DE SOLVENCIA II”. *Partida Doble*, 2008, no 199, p 92-97.
- Diario Gestión (2018). *Crecer Seguros: “No hay seguros para cubrir las necesidades de los segmentos C, D y E”*. Recuperado 19 agosto 2018, de: <https://gestion.pe/tu-dinero/crecer-seguros-hay-seguros-cubrir-necesidades-segmentos-c-d-e-236656>
- Diario Gestión (2018). *Se acentuará preferencia por renta privada ante mayor esperanza de vida de afiliados a AFP*. Recuperado 20 agosto 2018 de: <https://gestion.pe/economia/acentuara-preferencia-renta-privada-mayor-esperanza-vida-afiliados-afp-230461>
- Diario Gestión. (2017). Penetración de seguros en Lima es 45%, pero en provincias 'chicas' no llega ni al 1.5%. Recuperado 19 agosto 2018, de: <https://gestion.pe/economia/mercados/penetracion-seguros-lima-45-provincias-chicas-llega-1-5-137677>
- Echemendía Tocabens E. (2011). Definitions on the risk and its implications. 20/08/2018, de Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana, Cuba. Recuperado 20 agosto 2018, de:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014

- Delgado, H. M. (2011). Gestión integral de riesgos y seguros: Para empresas de servicios, comercio e industria. Ecoe Ediciones.
- Dumrauf, Guillermo L. (2003). Bonos – Valuación y rendimiento. Buenos Aires. Recuperado en sitio web: https://ucema.edu.ar/~gl24/Slides/Bonos_valuacion_y_rendimiento.pdf
- Financial institutions, government securities broker-dealers. Fuente: Bloomberg
- Franco Arbelaez, Luis C. (NN). El valor en riesgo condicional CVaR como medida coherente de riesgo. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, I, 43-54.
- Frank J. Fabozzi. (2004). Fixed Income Analysis. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- García C; Gutiérrez S. (s.f.) Comparación de metodologías de Valor en Riesgo para portafolios con derivados de cobertura de monedas. Recuperado de: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8123/Carolina_GarciaArango_SandraSusana_GutierrezGuzman_2015.pdf;sequence=2
- García Mazo, C. M., Martínez, M., & Arley, J. (2011). Optimization of the pension portfolio in Colombia: The multifund scheme, 2003-2010. Ecos de Economía, 15(33), 139-183.
- Gonzales, P.A.; Albarrán, I. (2008). “Análisis del riesgo en Seguros en el Marco de Solvencia II: Técnicas de Estadísticas Avanzadas Montecarlo y Bootstrapping”, Fundación Mapfre.
- Guillermo López Dumrauf. (2003). Bonos – Valuación y rendimiento. Recuperado 20 agosto 2018, de: https://ucema.edu.ar/~gl24/Slides/Bonos_valuacion_y_rendimiento.pdf
- Gil Mena, Fiorella (2018). Crecer Seguros: “No hay seguros para cubrir las necesidades de los segmentos C, D y E”. 19/08/2018, de Diario Gestión Sitio web: <https://gestion.pe/tu-dinero/crecer-seguros-hay-seguros-cubrir-necesidades-segmentos-c-d-e-236656>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). Comportamiento de la Economía Peruana en el Primer Trimestre de 2018. 19/08/2018, de INEI. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_pbi-trimestral_1trim2018.PDF
- J.P.Morgan/Reuters. (1996). RiskMetrics™—Technical Document. Recuperado 20 agosto 2018, de: <https://www.msci.com/documents/10199/5915b101-4206-4ba0-ae2-3449d5c7e95a>
- Jaffe, Ross y Westerfiel (2012). Finanzas Corporativas 9a Edición. México: Mc Graw Hill.
- Juan Manuel Julio, Silvia Juliana Mera, Alejandro Revéiz Héroult. (2002). La curva Spot (Cero Cupón) Estimación con splines cúbicos suavizados, usos y ejemplos. Banco de la República de Colombia. Recuperado 20 agosto 2018, de: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra213.pdf>
- Juan Mascareñas. (2008). Introducción al VaR. Madrid - España: Universidad Complutense de Madrid.
- Juan Mascareñas. (2013). Mercado Financiero Mercado Financiero de Renta Variable de Renta Variable. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 20 agosto 2018, de <https://webs.ucm.es/info/jmas/mon/41.pdf>
- Kaplan Schweser. (2018). Ethical and Professional Standards and Quantitative Methods. United States of America: Kaplan University - School of Professional and Continuing Education:

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8123/Carolina_GarciaArango_SandraSusana_GutierrezGuzman_2015.pdf;sequence=2

- Krzysztof Ostaszewski, F. S. A., & MAAA, C. (2009). Some comments about inadequacy of mathematical modeling revealed by the current credit crisis.
- Ley N° 30425 - Ley Que Modifica El Texto Único Ordenado De La Ley Del Sistema Privado de Administración De Fondos De Pensiones, Aprobado Por El Decreto Supremo 054-97-Ef, y que amplía la vigencia del régimen especial de Jubilación Anticipada.
- Litterman, B. (2003). *Modern Investment Management. An Equilibrium Approach*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Mapfre Servicio de Estudios (2016). *El Mercado Asegurador Latinoamericano en 2016*. Recuperado 19 agosto 2018, de: https://www.mapfre.com/corporativo-es/images/el-mercado-asegurador-latinoamericano-2016_tcm884-422956.pdf
- MEF (2018). Dirección de Análisis y Estrategia, Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público. PERU: REPORTE DIARIO - 27 de junio de 2018. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS DEL PERÚ. Recuperado 18 agosto 2018, de: <https://www.mef.gob.pe/es/reporte-diario>. https://www.mef.gob.pe/contenidos/english/report/2018/Daily_06_28_18.pdf
- Morón Pastor, E. (2017). *Capacitación Online para Periodistas APESEG 2017*. de Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG). Recuperado de: <https://www.apeseg.org.pe/sala-de-prensa/videos/>
- Novales, A. (2014). *Cuestiones básicas sobre renta fija*. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Novales, A. (2016). *Valor en Riesgo*. Universidad Complutense, Madrid, España.
- Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34(1).
- Pimienta Prieto, J., & De la Orden, A. (2017). *Metodología de la Investigación*. México: Pearson Educación.
- Pino Gotuzzo, R. (2007). *Metodología de la Investigación*.
- Rojas Vélez, S. I. (2014). *Optimización del portafolio de líneas de seguros bajo el criterio del Conditional Value at Risk (CVaR)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- Sáez Madrid, José B. (2017). "Gestión de Carteras y Bolsa de Valores" [Material de la clase Master en Gerencia Bancaria y Financiera].
- Schweser, K. (2018). *Ethical and Professional Standards and Quantitative Methods*. United States of America: Kaplan University - School of Professional and Continuing Education.
- Semana Económica (2016). *Rímac Seguros lanza nuevos productos tras la reforma de AFP*. 20/08/2018, de Semana Económica. Recuperado 19 agosto 2018, de: <http://semanaeconomica.com/article/mercados-y-finanzas/seguros/204162-rimac-seguros-lanza-nuevos-productos-tras-la-reforma-de-afp/>
- Superintendencia de Banca y Seguros y AFP. (2018). *Normas SBS aplicables a los sistemas regulados y supervisados*. de Superintendencia de Banca y Seguros y AFP. Recuperado 20 junio 2018, de: http://www.sbs.gob.pe/app/pp/INT_CN/Paginas/Busqueda/BusquedaPortal.aspx
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) (2006). *Resolución SBS N° 1041-2016 Art. 14, inciso n*. Lima, Perú.
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) (2009). *Resolución SBS N° 8243-2008*. Lima, Perú.

- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). (2018). Boletín Estadístico de Seguros. Recuperado 18 agosto 2018, de: http://www.sbs.gob.pe/app/stats_net/stats/EstadisticaBoletinEstadistico.aspx?p=25#
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). *Curvas Cupón Cero - Información Histórica*. Recuperado 10 agosto 2018, de: http://www.sbs.gob.pe/app/pp/CurvaSoberana/Curvas_Consulta_Historica.asp
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). Métodos de Estimación de Curvas Cupón Cero (2018). Recuperado 20 agosto 2018, de: <http://www.sbs.gob.pe/sistema-privado-de-pensiones/valorizacion-de-instrumentos/indice/conceptos-fundamentales/curvas-cupon-cero/metodos-de-estimacion-de-curvas-cupon-cero>
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2018). Información de seguros - Glosario de Términos. 19/08/2018, de Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. Recuperado de: <http://www.sbs.gob.pe/usuarios/informacion-de-seguros/glosario-de-terminos>
- Vector de Precios SBS. Superintendencia de Banca y Seguros y AFP. Recuperado 19 agosto 2018, de: http://www.sbs.gob.pe/app/pu/CCID/Paginas/vp_rentafija.aspx