



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
(ICADE)**

**ANÁLISIS Y METODOLOGÍA PARA
EL CÁLCULO DEL
REQUERIMIENTO DE CAPITAL POR
RIESGO DE TIPO DE INTERÉS EN
EL MARCO DE SOLVENCIA II PARA
LAS EMPRESAS DE SEGUROS DE
LA REPÚBLICA DE PERÚ**

Autor: Claudia Angélica Lara Torres

Directora: Profa. Dra. D^a Susana Carabias López

MADRID

Septiembre 2011

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE CUADROS	3
ÍNDICE DE GRÁFICOS	4
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	6
CAPÍTULO I	
Introducción	7
1.1 Objetivo.....	8
1.2 Justificación.....	8
1.3 Metodología y Organización del Documento.....	10
1.4 Conceptos Previos: El Riesgo de Tipo de Interés.....	11
CAPÍTULO II	
Estándares Internacionales y Regulación Actual	12
2.1 Área Económica Europea: Solvencia II.....	13
2.1.1 Contexto General.....	13
2.1.2 Principios establecidos en la Directiva de Solvencia II y especificaciones técnicas presentadas en el QIS5.....	14
2.1.2.1 Solvencia II y la valoración de activos y pasivos.....	14
2.1.2.2 Capital de Solvencia Obligatorio (SCR).....	16
2.1.2.3 Capital Mínimo Obligatorio (MCR).....	24
2.1.2.4 Inversiones.....	26
2.1.3 Módulo de Riesgo de Mercado.....	26
2.1.4 Sub-módulo de Riesgo de Tipo de Interés.....	30
2.1.4.1 Calibración de <i>Shocks</i> en QIS4.....	35
2.1.4.2 Calibración de <i>Shocks</i> en QIS5.....	39
2.2 Regulación Peruana.....	46
2.2.1 Requerimientos Patrimoniales.....	46
2.2.2 Elegibilidad de las Inversiones.....	48
2.2.3 Calce entre Activos y Pasivos.....	51

CAPÍTULO III

Propuesta de Metodología para el Cálculo del Requerimiento de Capital por Riesgo de Tipo de Interés para las Empresas de Seguros de Perú	55
3.1 Consideraciones Generales	55
3.1.1 Medición del Riesgo dentro de Solvencia II: <i>VaR</i>	56
3.1.1.1 <i>VaR</i> – Definición y Tipos de Metodología.....	56
3.1.1.2 <i>VaR</i> Paramétrico aplicado en Solvencia II	64
3.1.2 Cartera de Inversiones de las Empresas de Seguros Peruanas	69
3.2 Propuesta de Metodología.....	71
3.2.1 Metodología.....	71
3.2.2 Instrucciones	72
3.3 Aplicación Práctica de la Metodología Propuesta	76
3.3.1 Pasos	76

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación	80
4.1 Conclusiones.....	81
4.2 Futuras Líneas de Investigación.....	83

BIBLIOGRAFÍA	85
---------------------------	-----------

ANEXOS.....	88
--------------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Matriz de Correlación para el cálculo del BSCR.....	22
Cuadro N° 2: Matriz de Correlación para el cálculo del <i>SCRmkt</i>	29
Cuadro N° 3: Variaciones relativas en la Estructura Temporal de Tipos de Interés – QIS4	32
Cuadro N° 4: Variaciones relativas en la Estructura Temporal de Tipos de Interés – QIS5	33
Cuadro N° 5: Desviaciones típicas de las variaciones relativas de los tipos de interés	38
Cuadro N° 6: Varianza explicada por los Componentes Principales - QIS5	43
Cuadro N° 7: <i>Shocks</i> derivados de cada base de datos y <i>Shocks</i> resultantes QIS5.....	44
Cuadro N° 8: Diferencias entre metodologías VaR.....	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Estructura Modular del SCR	18
Gráfico N° 2: Composición de la Cartera de Inversiones por Ramo – Sistema de Seguros de Perú.....	70

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme bendecido con esta oportunidad en España.

A mi familia por su apoyo y compañía en cada momento importante de mi vida.

A mi directora por su apoyo, orientación y consejos para el éxito del presente trabajo.

A la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones de Perú por su ayuda para la realización de este Máster.

A mis amigos de Perú y de España por su amistad, alegría y muestras de cariño.

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo realizar un estudio analítico sobre los principios y metodologías propuestas por el Proyecto Solvencia II con respecto al cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés para las empresas de seguros. En base a dicho estudio, se establecerá una propuesta de metodología ajustada dentro del marco de Solvencia II y aplicable a la realidad de las empresas de seguros de la República de Perú.

Luego del análisis Para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés en las empresas de seguros de Perú proponemos aplicar la metodología establecida por Solvencia II en el QIS4, sustentado en las bondades del VaR paramétrico propuesto (asume distribución teórica log-normal en base a características empíricas del tipo de interés, aplica valoración completa sin uso de aproximaciones lineales), las cuales son superiores con relación al VaR de Varianzas-Covarianzas, tal como se concluye en el análisis comparativo presentado en el apartado 3.1.1.2.

De la aplicación práctica realizada se obtuvo un VaR que ascendió a S/. 1.179 miles, lo cual representó un porcentaje de 0,72% del valor de la cartera bajo análisis (renta fija, riesgo Perú, Nuevos Soles nominales). La aplicación realizada muestra la viabilidad práctica de la metodología propuesta en el presente estudio. Recomendamos seguir realizando evaluaciones que comprendan carteras de mayor volumen, a fin de verificar la consistencia de los resultados con la realidad (backtesting) y seguir afinando la implementación de la metodología.

CAPÍTULO I

Introducción

I. Introducción

1.1. Objetivo

Realizar un estudio analítico sobre los principios y metodologías propuestas por el Proyecto Solvencia II con respecto al cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés para las empresas de seguros. En base a dicho estudio, proponer una metodología ajustada dentro del marco de Solvencia II y aplicable a la realidad de las empresas de seguros de la República de Perú.

1.2. Justificación

La Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, en adelante la SBS, contempla en su Plan Estratégico¹ como uno de sus objetivos estratégicos el mantener un marco regulatorio acorde con las mejores prácticas internacionales y principios de supervisión. Para tal efecto, la SBS viene orientando sus esfuerzos para investigar, adaptar e implementar dichos estándares internacionales. Al respecto, en materia de seguros se viene evaluando el Proyecto Solvencia II.

En la actualidad, uno de los temas de importancia en el sistema de seguros es la sensibilización de los requerimientos de capital al riesgo asumido por las empresas, específicamente con relación a los riesgos distintos de los riesgos técnicos. Al respecto, dentro de la normativa vigente de los requerimientos patrimoniales a los que se encuentran sujetas las empresas de seguros peruanas², se establece el denominado Fondo de Garantía, el cual constituye el respaldo patrimonial que deben poseer las empresas para hacer frente a los riesgos que no son cubiertos por el patrimonio de solvencia³, como los riesgos de inversión y otros riesgos; el cálculo de dicho fondo se establece como el 35% del patrimonio de solvencia.

Dicho en otras palabras, la normativa actual dispone que la base de cálculo del requerimiento patrimonial para cubrir los riesgos de inversión y otros riesgos, distintos de los riesgos

¹ Última versión: Plan Estratégico 2010-2013 (versión 2).

² Reglamento de Requerimientos Patrimoniales de las Empresas de Seguros y Reaseguros (Resolución SBS N° 1124-2006), aprobado el 29 de agosto de 2006.

³ El patrimonio de solvencia es el requerimiento patrimonial destinado a cubrir los riesgos técnicos que afectan a las empresas de seguros.

técnicos, sea específicamente un componente de naturaleza técnica como lo es el patrimonio de solvencia.

Dado que el Fondo de Garantía tiene actualmente una base de cálculo que no está alineada con la naturaleza de los riesgos que pretende cubrir, la SBS viene trabajando en la elaboración de normativa adecuada para la medición de los riesgos de mercado a los que se encuentra expuesta una empresa de seguros, tomando como base de referencia los principios y metodologías presentados por el Proyecto Solvencia II. A la fecha del presente estudio, se han aprobado las normativas relacionadas a la medición del riesgo cambiario⁴ y del riesgo de renta variable⁵.

Como ya se indicó en el numeral precedente, el presente estudio analizará los principios y metodologías propuestas por el Proyecto Solvencia II con respecto al cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés. El referido riesgo es uno de los más importantes del conjunto de riesgos de mercado a los que se encuentra expuesta una empresa de seguros. El análisis que se realizará en la presente investigación culminará con una propuesta de metodología ajustada para el cálculo del requerimiento patrimonial por riesgo de tipo de interés, de acuerdo a la realidad de las empresas de seguros peruanas.

Por lo tanto, el presente estudio servirá de base para la elaboración de una normativa de medición del riesgo de tipo de interés en las empresas de seguros peruanas, regulación que la SBS tiene programado desarrollar y que contribuirá con el objetivo de sensibilizar los requerimientos de capital al riesgo asumido por las empresas, promoviendo así una supervisión basada en riesgos. Asimismo, esta investigación contribuirá al actual proceso de evaluación del Proyecto Solvencia II y su futura implementación dentro del mercado asegurador peruano, uno de los objetivos estratégicos de la SBS.

⁴ Reglamento de Medición del Riesgo Cambiario en Empresas de Seguros (Resolución SBS N° 2507-2010), aprobado el 17 de marzo de 2010.

⁵ Reglamento de Medición del Riesgo de Renta Variable en las Empresas de Seguros (Resolución N° 6885-2010), aprobado el 02 de julio de 2010.

1.3. Metodología y Organización del Documento

El presente trabajo de investigación se encuentra dividido en tres secciones, cada una de las cuales, y en su conjunto, siguen una metodología de presentación de lo más general a lo más específico (*top down*):

- i. En el Capítulo 2 se presenta la revisión y análisis de los estándares internacionales y regulación actual en materia de seguros. En primer lugar, se analiza el Proyecto Solvencia II, su contexto general y los principios establecidos en su Directiva, así como las especificaciones técnicas dispuestas en su último estudio de impacto cuantitativo (QIS5). Se pone especial énfasis en los riesgos de mercado, específicamente en el detalle de las metodologías dispuestas para el cálculo del requerimiento de capital por el riesgo de tipo de interés. En segundo lugar, se analiza la regulación peruana vigente, con respecto a los requerimientos patrimoniales establecidos para dicho mercado asegurador.
- ii. En el Capítulo 3 se desarrolla la propuesta de metodología para el cálculo de requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés, aplicable a las empresas de seguros de Perú. Para ello, se toma como base lo desarrollado en el capítulo anterior, y adicionalmente, se hace una revisión de la metodología de medición del riesgo *Value at Risk (VaR)*, presentando las ventajas e inconvenientes de sus diferentes tipos, así como una revisión de la composición y características de la cartera de inversiones de las empresas de seguros peruanas. La presentación de la propuesta de metodología está reforzada por la aplicación práctica de la misma en el caso de la cartera de inversiones de una determinada empresa de seguros peruana.
- iii. Finalmente, en el Capítulo 4 se presentan las conclusiones de la investigación, así como una mención de las aportaciones logradas y las limitaciones encontradas durante su desarrollo. Adicionalmente, en base a los resultados del estudio y a la revisión de bibliografía diversa en la materia, se presenta un apartado de futuras líneas de investigación, el cual detalla temas de relevancia para su posterior estudio.

1.4. Conceptos Previos: El Riesgo de Tipo de Interés

Cuesta (2011) define el riesgo de tipo de interés como el riesgo de incurrir en pérdidas por fluctuaciones en el tipo de interés. De acuerdo al autor, una alteración en los tipos de interés genera variaciones en determinados activos y pasivos. El riesgo de tipo de interés aparece cuando el resultado de la compensación de las variaciones de activos y pasivos genera pérdidas en la entidad.

Cuando se produce un incremento de los tipos de interés se genera un doble efecto en el valor de las inversiones (neto de los pasivos): Por un lado aparece una reducción inmediata del valor, y por otro lado, indirectamente, por el efecto de la reinversión se genera un mayor crecimiento del valor. Ambos efectos, que deberán acumularse para apreciar la valoración final, reflejan la clasificación tradicional del riesgo de tipo de interés:

Riesgo de precio: Es el riesgo derivado de la variación de un activo (o pasivo) financiero de renta fija causado por las variaciones de los tipos de interés. Existe una relación inversa entre el precio y el interés. Cuando se incrementa el tipo de interés el valor actual de los flujos de caja generados por el instrumento financiero disminuye. Otra característica relevante de la función que vincula ambas variables es su convexidad.

Riesgo de reinversión: Es el riesgo derivado de la posibilidad de no obtener, durante un período de tiempo, como rentabilidad de un activo de renta fija el interés previsto en la curva de interés para dicho periodo. Es decir, si la rentabilidad obtenida en el proceso de reinversión de los cupones periódicos de un activo de renta fija, a causa de una caída de los tipos de interés de mercado, es inferior a la rentabilidad inicialmente esperada, el rendimiento final obtenido disminuye y aparece una pérdida. Considerando activos y pasivos, el riesgo de reinversión puede definirse como la posibilidad de que la rentabilidad obtenida en la reinversión de los flujos de cobro generados por los activos sea insuficiente para sufragar los compromisos de pago asumidos.

CAPÍTULO II

Estándares Internacionales y Regulación Actual

II. Estándares Internacionales y Regulación Actual

2.1 Área Económica Europea: Solvencia II

2.1.1 Contexto General

El 25 de noviembre de 2009 fue aprobada la Directiva 2009/138/CE por el Parlamento y el Consejo Europeo, documento que establece los principios y lineamientos generales del Proyecto Solvencia II. En esta investigación se le denominará Directiva de Solvencia II.

Solvencia II es un proyecto que tiene como objetivo introducir y desarrollar un marco de supervisión orientado al riesgo para el sector de seguros del Área Económica Europea (AEE)⁶, en virtud del cual las empresas deberán mantener un capital en base a los riesgos que enfrentan y la forma en que esos riesgos son gestionados por la entidad. En ese marco, el tratamiento adecuado de los riesgos se convierte en una cuestión fundamental para la solidez y la eficacia de todo el sistema.⁷

Solvencia II se basa en un enfoque de tres pilares, de forma similar a Basilea II⁸: El primer pilar contiene los requerimientos cuantitativos relacionados al capital, entre ellos, el Capital de Solvencia Obligatorio (SCR) y el Capital Mínimo Obligatorio (MCR). El SCR se define como el nivel de capital necesario para asegurar que la compañía de seguros o de reaseguros sea capaz de cumplir con sus obligaciones en los próximos 12 meses, con una probabilidad de al menos el 99,5%. El MCR representa el nivel mínimo de capital cuyo incumplimiento da lugar a la acción interventora del supervisor.

El segundo pilar de Solvencia II establece los requerimientos cualitativos relacionados a la gestión de riesgos, así como a las actividades de supervisión, mientras que el tercer pilar cubre el proceso de reporte al supervisor y divulgación de la información.

La presente investigación estará enfocada en el primer pilar, es decir, nos centraremos en los requerimientos cuantitativos de Solvencia II, específicamente en el cálculo del requerimiento patrimonial por riesgo de tipo de interés, tal como lo definimos en el numeral que detalla el objetivo de estudio. Para ello, con el fin de lograr un mejor entendimiento sobre lo que

⁶ El Área Económica Europea está conformado por los 27 países de la Unión Europea (UE), Islandia, Liechtenstein y Noruega. En total, 30 países.

⁷ Extraído de CEIOPS-SEC-107/08 (2009), Lessons learned from the crisis (Solvency II and beyond).

⁸ Estándar internacional de regulación aplicado al sector bancario.

engloba Solvencia II, presentamos en el apartado siguiente el desarrollo sobre los principios generales establecidos en su Directiva, específicamente los relacionados al objetivo de estudio, la estructura de módulos de riesgo que componen el SCR, su metodología general de cálculo, así como las especificaciones para el caso del MCR.

Es importante indicar que, de acuerdo a lo previsto por el *European Insurance and Occupational Pensions Authority* (EIOPA)⁹, la Autoridad Supervisora Europea en materia de seguros y pensiones, el Proyecto Solvencia II entrará en vigor el 01 de enero de 2013.

Cabe señalar que, con el fin de evaluar el impacto de la aplicación de las medidas establecidas por el Proyecto Solvencia II y recogidas en la Directiva de Solvencia II, la EIOPA (y antes el CEIOPS) ha venido elaborando estudios de impacto cuantitativo, denominados *Quantitative Impact Study* (QIS). El 14 de marzo de 2011 la EIOPA publicó los resultados del quinto estudio, QIS5.

2.1.2 Principios establecidos en la Directiva de Solvencia II y especificaciones técnicas presentadas en el QIS5

El Capítulo VI de la Directiva de Solvencia II establece las normas relativas a la valoración de activos y pasivos, las provisiones técnicas, los fondos propios, el capital de solvencia obligatorio, el capital mínimo obligatorio y las inversiones. Como ya lo indicamos en el apartado precedente, a fin de lograr un mejor entendimiento del Proyecto Solvencia II, en esta sección presentamos un resumen de los principios generales establecidos en el capítulo antes mencionado de la Directiva de Solvencia II, particularmente en los puntos relacionados con el objetivo de la presente investigación, así como las especificaciones técnicas del QIS5 que le corresponden:

2.1.2.1 Solvencia II y la valoración de activos y pasivos

El Artículo 75 de la Directiva de Solvencia II establece que los activos serán valorados por el importe por el cual podrían intercambiarse entre partes interesadas y debidamente informadas que realicen una transacción en condiciones de independencia mutua; asimismo, en el caso de los pasivos, estos serán valorados por el importe por el cual podrían transferirse,

⁹ A partir de 01 de enero de 2011 la EIOPA reemplazó al *Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors* (CEIOPS).

o liquidarse, entre partes interesadas y debidamente informadas que realicen una transacción en condiciones de independencia mutua.

Como se observa, tanto en la valoración de activos como de pasivos, Solvencia II ha tomado la definición de valor razonable (*fair value*) establecida por las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC)¹⁰, específicamente en la NIC 39. Esta forma de valoración obedece a la aplicación de un enfoque económico, consistente con el mercado. Ya que, de acuerdo al enfoque basado en riesgo de Solvencia II, al valorar las partidas de balance bajo una base económica, las empresas deben considerar los riesgos que surgen por tener dicha partida en el balance, utilizando supuestos que los participantes del mercado usarían en la valoración de activos o de pasivos.

Es importante mencionar que, de acuerdo al QIS5, la valoración de activos y pasivos, distintos de las provisiones técnicas, debe ser llevada a cabo, a menos que se indique lo contrario, de conformidad con las NIC/NIIF aprobadas por la Comisión Europea. Éstas son consideradas una aproximación adecuada en la medida en que reflejen los principios de valoración económica de Solvencia II.

Al respecto, en la Subsección V.1.4 del QIS5 se incluyen puntos de vista preliminares sobre los casos en los cuales las cifras IFRS (NIIF) podrían ser utilizadas como una aproximación razonable de las valoraciones económicas en Solvencia II, y los casos en los cuales es necesario realizar un ajuste para llevar el tratamiento contable IFRS cercano a una valoración económica.

Cabe señalar que, en línea con el enfoque económico, el QIS5 se elaboró aplicando la siguiente jerarquía de principios relacionados a la valoración de activos y pasivos:

- i) Las empresas deben usar un enfoque de precios de mercado (*mark to market approach*) a fin de medir el valor económico de los activos y pasivos, basado en precios disponibles de transacciones de fuentes independientes (precios de mercado en mercados activos).

¹⁰ También conocidas por sus siglas en inglés como *International Accounting Standards (IAS)*. Dichas normas contables fueron emitidas entre 1973 y 2001 por *el International Accounting Standards Committee (IASC)*, predecesor del *International Accounting Standards Board (IASB)*, el cual se constituyó en abril de 2001, adoptó todas las IAS y continuó su desarrollo, denominando a las nuevas normas contables como *International Financial Reporting Standards (IFRS)*, o Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF).

- ii) Cuando los precios de mercado no son disponibles, las técnicas de precios según modelo (*mark to model techniques*)¹¹ deben ser usadas. Las empresas maximizarán el uso de datos observables relevantes y minimizarán el uso de datos no observables.

Adicionalmente, el QIS5 especifica que, tanto para el enfoque de precios de mercado como para el enfoque de precios según modelo, las empresas de seguros verificarán la precisión y relevancia de los precios de mercado o de los datos del modelo, según sea el caso, asimismo, contarán con procesos adecuados de recogida de información, tratamiento de la misma y aplicación de ajustes de valoración de ser necesarios. Cuando un valor de mercado actual no se considera adecuado para el propósito de una valoración económica, entonces con el resultado de la aplicación de los modelos de valoración, las empresas deben proporcionar una comparación de los efectos de ambas valoraciones.

2.1.2.2 Capital de Solvencia Obligatorio (SCR)

Tal como se indicó en el apartado 2.1.1, el SCR es el nivel de capital necesario para asegurar que la compañía de seguros o de reaseguros sea capaz de cumplir con sus obligaciones en los próximos 12 meses, con una probabilidad de al menos el 99,5%. Por tanto, en el Artículo 100 de la Directiva de Solvencia II se dispone que las empresas de seguros y reaseguros posean fondos propios admisibles para cubrir dicho SCR.

De acuerdo a la Directiva de Solvencia II, el SCR se calculará bien con arreglo a la fórmula estándar o bien mediante un modelo interno, y su periodicidad de cálculo será como mínimo anual. Dicho requerimiento de capital se calculará partiendo del principio de continuidad del negocio de la empresa, y se calibrará de tal modo que se garantice que todos los riesgos cuantificables a los que una empresa de seguros o de reaseguros está expuesta se tengan en cuenta, cubrirá las actividades existentes¹² y las nuevas actividades que se espera realizar en los siguientes doce meses.

¹¹ De acuerdo al QIS5, *mark to model techniques* constituye cualquier técnica de valoración, la cual tiene que ser referenciada (*benchmarked*), extrapolada o de lo contrario calculada en la medida de lo posible a partir de datos de mercado.

¹² En relación con la actividad existente, el SCR deberá cubrir exclusivamente las pérdidas inesperadas.

Asimismo, al calcular el SCR, las empresas de seguros y de reaseguros podrán tener en cuenta el efecto de las técnicas de reducción del riesgo, siempre que el riesgo de crédito y otros riesgos derivados del uso de tales técnicas se reflejen debidamente en el SCR.

Con respecto a lo mencionado en el segundo párrafo de la presente sección, destacamos que el SCR estará compuesto por el importe de capital total requerido al tomar en consideración todos los riesgos cuantificables a los que una empresa de seguros o de reaseguros está expuesta. Al respecto, es importante volver a precisar que el presente estudio se encargará del requerimiento de capital por el riesgo de tipo de interés, requerimiento de capital que forma parte del SCR.

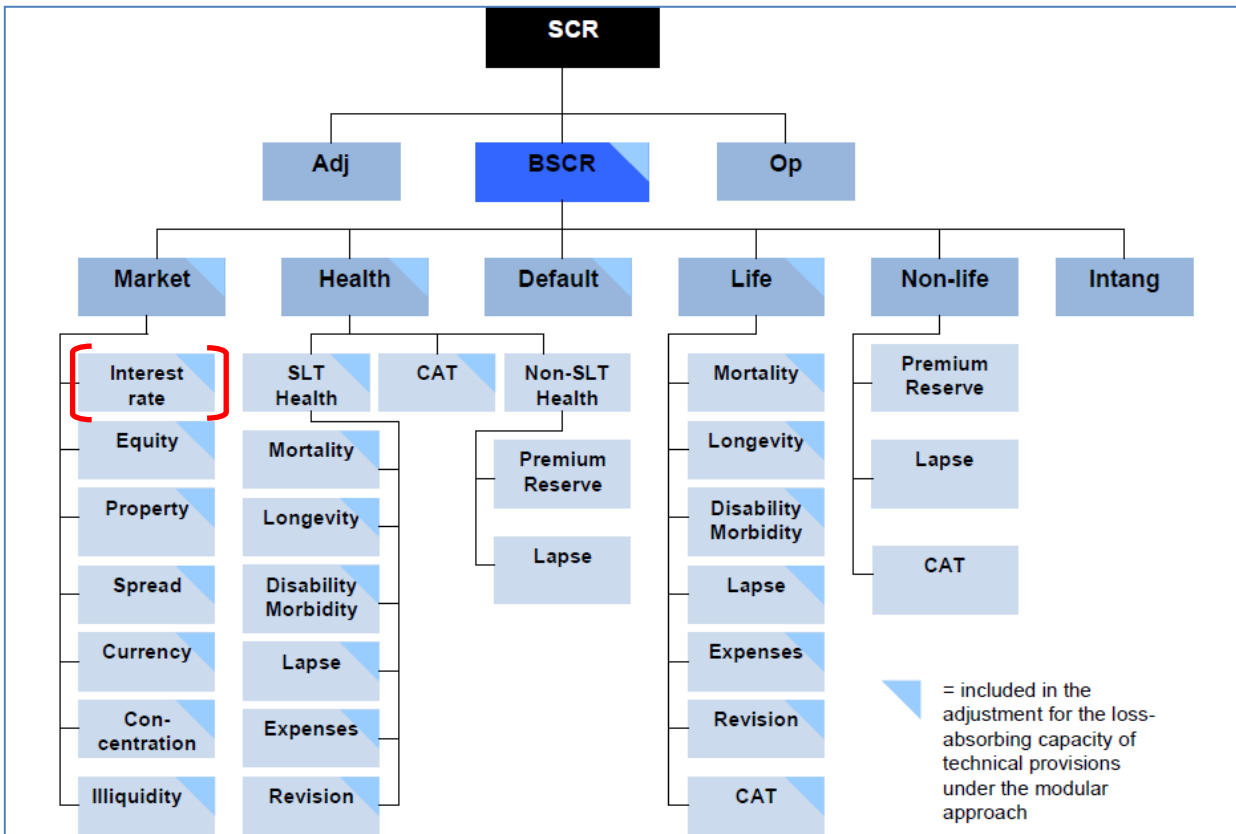
Con relación a los términos de cálculo del SCR, el apartado 3 del Artículo 101 de la Directiva de Solvencia II indica que el SCR será igual al valor en riesgo de los fondos propios básicos de una empresa de seguros o de reaseguros, con un nivel de confianza del 99,5 %, a un horizonte de un año. Al respecto, cabe resaltar que, lo antes expresado establece al *Value at Risk* (VaR) como método de cálculo del SCR.

Con respecto al SCR calculado con arreglo a la fórmula estándar, la Directiva de Solvencia II establece que éste será igual a la suma del capital de solvencia obligatorio básico (*BSCR*), el capital de solvencia obligatorio por riesgo operacional (*Op*) y el importe del ajuste destinado a tener en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas y los impuestos diferidos (*Adj*). Es importante destacar que, el SCR sigue un enfoque modular, es decir, consta de módulos y sub-módulos de riesgo individuales, a los cuales se les aplicará técnicas de agregación para obtener el resultado final. Uno de los sub-módulos de riesgo que compone el SCR lo constituye el riesgo de tipo de interés, tema central del presente estudio.

La estructura modular del SCR en la cual se basó el último estudio de impacto cuantitativo, QIS5, es la siguiente:

Gráfico N° 1¹³

Estructura Modular del SCR



Fuente: QIS5 Technical Specifications, European Commission (2010).

Donde:

SCR = Requerimiento de capital de solvencia obligatorio total, en base a la fórmula estándar

BSCR = Requerimiento de capital de solvencia obligatorio básico

Op = Requerimiento de capital por riesgo operacional

Adj = Importe de ajuste por el efecto de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas y los impuestos diferidos.

Se cumple que: $SCR = BSCR + Adj + Op$

¹³ El Gráfico N° 1 es una copia fiel de la fuente original. La estructura de módulos y sub-módulos se presentan con su denominación en inglés, no obstante, en el presente documento se da a conocer su respectiva traducción al español, a fin de lograr un mejor entendimiento del lector.

Módulos y sub-módulos de riesgo¹⁴:

- *Market* = Requerimiento de capital por riesgo de mercado (*SCRmkt*)
 - ✓ *Interest rate* = Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés (*Mktint*)
 - ✓ *Equity* = Requerimiento de capital por riesgo de renta variable (*Mkteq*)
 - ✓ *Property* = Requerimiento de capital por riesgo inmobiliario (*Mktprop*)
 - ✓ *Spread* = Requerimiento de capital por riesgo de diferencial (*Mktsp*)
 - ✓ *Currency* = Requerimiento de capital por riesgo de divisa (*Mktfx*)
 - ✓ *Concentration* = Requerimiento de capital por riesgo de concentración (*Mktconc*)
 - ✓ *Illiquidity* = Requerimiento de capital por riesgo de prima de iliquidez (*Mktip*)
- *Health* = Requerimiento de capital por riesgo de suscripción del seguro de enfermedad (*SCRhealth*)
 - ✓ *SLT Health* = Requerimiento de capital por riesgo suscripción del seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*HealthSLT*)
 - *Mortality* = Requerimiento de capital por riesgo de mortalidad en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*HealthSLT-mort*)
 - *Longevity* = Requerimiento de capital por riesgo de longevidad en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*HealthSLT-long*)
 - *Disability Morbidity* = Requerimiento de capital por riesgo de discapacidad y morbilidad en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*HealthSLT-dis*)

¹⁴ La denominación abreviada que figura entre paréntesis corresponde a la notación presentada en las Especificaciones Técnicas del QIS5 (*QIS5 Technical Specifications*). En el presente documento utilizaremos fielmente dichas notaciones, a fin de ser concordantes con las referidas especificaciones y evitar una posible confusión para el lector.

- *Lapse* = Requerimiento de capital por riesgo de caducidad en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*Health_{SLT-lapse}*)
- *Expenses* = Requerimiento de capital por riesgo de gastos en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*Health_{SLT-exp}*)
- *Revision* = Requerimiento de capital por riesgo de revisión en el seguro de enfermedad con base técnica similar al seguro de vida (*Health_{SLT-rev}*)
- ✓ *CAT* = Requerimiento de capital por riesgo de catástrofe en el seguro de enfermedad (*Health_{CAT}*)
- ✓ *Non-SLT Health* = Requerimiento de capital por riesgo suscripción del seguro de enfermedad con base técnica no similar al seguro de vida (*Health_{NonSLT}*)
 - *Premium Reserve* = Requerimiento de capital por riesgo de prima y de reserva en el seguro de enfermedad con base técnica no similar al seguro de vida (*Health_{NonSLT-pr}*)
 - *Lapse* = Requerimiento de capital por riesgo de caducidad en el seguro de enfermedad con base técnica no similar al seguro de vida (*Health_{NonSLT-lapse}*)
- *Default* = Requerimiento de capital por riesgo de incumplimiento de la contraparte (*SCR_{def}*)
- *Life* = Requerimiento de capital por riesgo de suscripción del seguro de vida (*SCR_{life}*)
 - ✓ *Mortality* = Requerimiento de capital por riesgo de mortalidad en el seguro de vida (*Life_{mort}*)
 - ✓ *Longevity* = Requerimiento de capital por riesgo de longevidad en el seguro de vida (*Life_{long}*)
 - ✓ *Disability Morbidity* = Requerimiento de capital por riesgo de discapacidad y morbilidad en el seguro de vida (*Life_{dis}*)

- ✓ *Lapse* = Requerimiento de capital por riesgo de caducidad en el seguro de vida (*Life_{lapse}*)
- ✓ *Expenses* = Requerimiento de capital por riesgo de gastos en el seguro de vida (*Life_{exp}*)
- ✓ *Revision* = Requerimiento de capital por riesgo de revisión en el seguro de vida (*Life_{rev}*)
- ✓ *CAT* = Requerimiento de capital por riesgo de catástrofe en el seguro de vida (*Life_{CAT}*)
- *Non-life* = Requerimiento de capital por riesgo de suscripción del seguro de no-vida (*SCR_{nl}*)
 - ✓ *Premium Reserve* = Requerimiento de capital por riesgo de prima y de reserva en el seguro de no-vida (*NL_{pr}*)
 - ✓ *Lapse* = Requerimiento de capital por riesgo de caducidad en el seguro de no-vida (*NL_{lapse}*)
 - ✓ *CAT* = Requerimiento de capital por riesgo de catástrofe en el seguro de no-vida (*NL_{CAT}*)
- *Intang* = Requerimiento de capital por riesgo de activos intangibles (*SCR_{intangibles}*)

Como se observa en el gráfico de la estructura del SCR, el principal componente de éste es el BSCR o capital de solvencia obligatorio básico; a su vez, uno de los módulos de riesgo que constituye el BSCR es el riesgo de mercado, el cual está compuesto de varios sub-módulos de riesgo. El sub-módulo de riesgo de tipo de interés (resaltado entre corchetes rojos) es el que analizaremos en la presente investigación.

Cabe comentar que la estructura modular SCR antes presentada (perteneciente al QIS5) contiene algunas modificaciones en comparación a la estructura considerada en el QIS4¹⁵. Entre los principales cambios se destacan: i) la agregación de un nuevo módulo de riesgo

¹⁵ Ver detalle de estructura en el *QIS4 Technical Specifications, European Commission (2008)*.

(Intang), el cual considera el riesgo de activos intangibles; ii) la agregación del sub-módulo de riesgo de prima de iliquidez dentro del módulo de riesgo de mercado.

Como ya se mencionó, el principal componente del SCR es el BSCR, el cual contiene el módulo de riesgo de mercado y éste a su vez el sub-módulo de riesgo de interés. A fin de coadyuvar a un mejor entendimiento del lector, y siguiendo la metodología de presentación y organización de este documento investigación¹⁶, en los siguientes párrafos presentaremos las metodologías de cálculo del SCR, poniendo especial atención a su componente BSCR. Cabe señalar que, dada su importancia, la descripción del módulo de riesgo de mercado, y el análisis correspondiente al sub-módulo de riesgo de interés se presentarán en apartados exclusivos, el 2.1.3 y el 2.1.4, respectivamente.

El BSCR o capital de solvencia obligatorio básico es calculado en el QIS5 bajo la siguiente fórmula:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{ij} Corr_{ij} \times SCR_i \times SCR_j} + SCR_{intangibles}$$

Donde:

$Corr_{ij}$ = Entradas de la matriz de correlación $Corr$

SCR_i, SCR_j = Requerimientos de capital por los riesgos individuales de acuerdo a las filas y columnas de la matriz de correlación.

$SCR_{intangibles}$ = Requerimiento de capital por el riesgo de activos intangibles

El factor $Corr_{ij}$ denota el coeficiente de correlación presentado en la fila i y columna j de la siguiente matriz de correlación $Corr$:

Cuadro N° 1

Matriz de Correlación para el cálculo del BSCR

$Corr_{ij}$	SCRmkt	SCRdef	SCRlife	SCRhealth	SCRnl
SCRmkt	1				
SCRdef	0.25	1			
SCRlife	0.25	0.25	1		
SCRhealth	0.25	0.25	0.25	1	
SCRnl	0.25	0.5	0	0	1

Fuente: European Commission (2010), QIS5 Technical Specifications.

¹⁶ Detallada en el apartado 1.3.

Es importante señalar que la Directiva de Solvencia II establece que, previa autorización de las autoridades de supervisión, en el cálculo de los módulos del riesgo de suscripción del seguro de vida (*SCRlife*), del seguro de no-vida (*SCRnl*) y del seguro de enfermedad (*SCRhealth*), las empresas de seguros y reaseguros podrán sustituir un subconjunto de parámetros de la fórmula estándar por parámetros específicos de la empresa de que se trate.

Asimismo, el Artículo 109 de la Directiva de Solvencia II dispone que, las empresas de seguros y de reaseguros puedan efectuar un cálculo simplificado en relación con un módulo o submódulo de riesgo específico, si la naturaleza, volumen y complejidad de los riesgos que asume así lo justifica.

De otro lado, tal como ya se mencionó, la Directiva de Solvencia II deja la posibilidad de que las empresas de seguros y de reaseguros calculen su SCR utilizando un modelo interno, el cual puede ser completo o parcial, que estará sujeto a aprobación previa de las autoridades supervisoras. Al respecto, se indica que, será de competencia de los órganos de administración, dirección o supervisión de la empresa velar porque el diseño y el funcionamiento del modelo interno sean siempre adecuados, y porque dicho modelo siga reflejando apropiadamente el perfil de riesgo de la empresa. Para ello, la Directiva de Solvencia II establece normas de calidad estadística, de calibración, de validación y de documentación que los modelos internos deberán cumplir¹⁷.

Por tanto, de acuerdo a lo especificado en el QIS5, Solvencia II ofrece una variedad de métodos para el cálculo del SCR, lo cual permite a las empresas de seguros elegir un método que sea proporcional a la naturaleza, volumen y complejidad de los riesgos que éstas asumen. Los referidos métodos son los siguientes:

- Modelo interno completo
- Fórmula estándar y modelo interno parcial
- Fórmula estándar con parámetros específicos de la empresa
- Fórmula estándar
- Simplificación

De otro lado, es importante destacar que, el QIS5 establece que el *Adj* refleja la compensación potencial de pérdidas no esperadas gracias a una reducción de las provisiones

¹⁷ Para mayor detalle ver European Commission (2009), Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009, Artículos 121-125.

técnicas o los impuestos diferidos de la empresa de seguros¹⁸. Con relación a las provisiones técnicas, el ajuste está basado en el efecto de mitigación del riesgo generado por la reducción de los beneficios futuros discrecionales de la empresa, la cual podría ser utilizada para cubrir las pérdidas no esperadas.

En tal sentido, el QIS5 define el $nBSCR$ como el requerimiento de capital de solvencia obligatorio básico neto (neto de la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas), el mismo que se obtiene bajo el escenario de que la empresa de seguros o de reaseguros es capaz de variar sus supuestos sobre las tasas de *bonus* futuras, en respuesta al shock que está siendo evaluado, basado en expectativas razonables y teniendo en cuenta acciones de gestión realistas.

Por lo tanto, bajo el enfoque modular, el $Adj_{TP} = -\min(BSCR - nBSCR; FDB)$

Donde: FDB = Importe de beneficios futuros discrecionales.

Como se puede observar en el Gráfico N° 1, los módulos que consideran los efectos de mitigación del riesgo, a través del Adj_{TP} son los siguientes: módulo de riesgo de mercado (SCR_{mkt}), módulo de riesgo del seguro de enfermedad (sub-módulos de $Health_{SLT}$ y $Health_{CAT}$), módulo de riesgo de incumplimiento de la contraparte (SCR_{def}), y, módulo de riesgo de suscripción del seguro de vida (SCR_{life}). Para el caso de los otros riesgos, sus correspondientes SCR_r y $nSCR_r$ coinciden¹⁹.

2.1.2.3 Capital Mínimo Obligatorio (MCR)

Los Artículos 128-131 de la Directiva de Solvencia II establecen los principios relacionados al MCR. Al respecto, se indica que las empresas de seguros y de reaseguros deben poseer fondos propios básicos admisibles para cubrir el MCR. Dicho capital se corresponderá con el importe de los fondos básicos admisibles por debajo del cual los tomadores y beneficiarios, en caso de continuar las empresas de seguros y de reaseguros su actividad, estarían expuestos a un nivel de riesgo inaceptable, por lo que el MCR representa el nivel mínimo de capital cuyo incumplimiento da lugar a la acción interventora del supervisor.

¹⁸ $Adj = Adj_{TP} + Adj_{DT}$, donde Adj_{TP} = Ajuste por absorción de pérdidas de las provisiones técnicas; y, Adj_{DT} = Ajuste por absorción de pérdidas de los impuestos diferidos.

¹⁹ SCR_r = Requerimiento de capital por el riesgo r ; y $nSCR_r$ = Requerimiento de capital por el riesgo r neto de la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas.

El MCR deberá ser calculado con una periodicidad mínima trimestral. Dicho cálculo se realizará de forma clara y simple, y de tal modo que pueda ser auditado. De acuerdo a la Directiva de Solvencia II, el MCR se calculará como una función lineal de un conjunto o subconjunto de las siguientes variables: las provisiones técnicas, las primas suscritas, los capitales de riesgo, los impuestos diferidos y los gastos de administración de la empresa, todas ellas netas de reaseguro. Dicha función lineal se calibrará en función del valor en riesgo (VaR) de los fondos propios básicos de la empresa de seguros o de reaseguros, con un nivel de confianza del 85%, a un horizonte de un año. Aquí es importante resaltar que, al igual que en el caso del SCR, el MCR es calculado mediante el método de *Value at Risk (VaR)*.

En el QIS5 se establecen las instrucciones específicas para el cálculo del MCR, éste combina una fórmula lineal con un piso de 25% y un tope de 45% del SCR (tanto si se calcula utilizando la fórmula estándar o un modelo interno); asimismo, el MCR está sujeto a un mínimo absoluto, expresado en euros, dependiendo de la naturaleza de la empresa. La fórmula de cálculo del MCR es la siguiente:

$$MCR = \max\{MCR_{combined}; AMCR\}$$

Donde:

MCR = Requerimiento de capital mínimo obligatorio

$AMCR$ = Piso absoluto del MCR, definido en el Artículo 129(1) de la Directiva de Solvencia II²⁰

$MCR_{combined}$ = MCR combinado de la empresa, considerando el piso de 25% y el tope de 45% del SCR.

$$MCR_{combined} = \{\min[\max(MCR_{linear}; 0.25 \cdot (SCR)); 0.45 \cdot (SCR)]\}$$

SCR = Requerimiento de capital de solvencia obligatorio total (en base a la fórmula estándar o a un modelo interno)

MCR_{linear} = Fórmula lineal del MCR²¹

$$MCR_{linear} = MCR_{NL} + MCR_L$$

²⁰ Actualizado en *QIS5 Technical Specifications*, European Commission (2010): i) EUR 2 200 000 para empresas de seguros de no-vida; ii) EUR 3 200 000 para empresas de seguros de vida; iii) EUR 3 200 000 para empresas de reaseguros; iv) suma de i) y ii) para empresas de seguros mencionadas en el Artículo 73(5) de la Directiva de Solvencia II; y v) suma de i) y ii) para empresas de seguros mencionadas en el Artículo 73(2) de la Directiva de Solvencia II.

²¹ Esta fórmula lineal es válida para empresas de seguros no mixtas (es decir, que no desarrollen actividades de vida y de no-vida simultáneamente). En el caso de las empresas mixtas la fórmula lineal es más compleja. Para mayor detalle ver *QIS5 Technical Specifications*, European Commission (2010).

MCR_{NL} = Componente de la fórmula lineal para seguros de no-vida

MCR_L = Componente de la fórmula lineal para seguros de vida

2.1.2.4 Inversiones

De acuerdo a lo señalado en el Artículo 132 de la Directiva de Solvencia II, las empresas de seguros y de reaseguros deberán invertir todos sus activos con arreglo al principio de prudencia. Es decir, las empresas invertirán sólo en activos e instrumentos cuyos riesgos puedan determinar, medir, vigilar, gestionar, controlar y notificar debidamente, así como, tenerlos en cuenta adecuadamente en la evaluación de sus necesidades globales de solvencia.

Asimismo, se establece que todos los activos, en particular los activos de cobertura del capital de solvencia obligatorio y del capital mínimo obligatorio, se inviertan de modo que queden garantizadas la seguridad, liquidez y rentabilidad del conjunto de la cartera, así como su disponibilidad. De otro lado, los activos de cobertura de las provisiones técnicas se invertirán también de forma que resulte coherente con la naturaleza y duración de las obligaciones de seguro y de reaseguro. Estos activos se invertirán buscando el interés general de todos los tomadores y beneficiarios.

Con respecto a los instrumentos derivados, la Directiva de Solvencia II establece que el uso de los mismos será posible en la medida que contribuyan a reducir los riesgos de inversión o a facilitar la gestión eficaz de la cartera. Asimismo, se dispone que la inversión y los activos cuya negociación no esté autorizada en un mercado financiero regulado deban mantenerse a niveles prudentes.

Con respecto a la diversificación de la cartera, se indica que los activos deben ser diversificados de manera adecuada a fin de evitar una dependencia excesiva de un único activo, emisor o grupo de empresas, o una determinada zona geográfica, así como un exceso de acumulación de riesgos en la cartera en su conjunto.

2.1.3 Módulo de Riesgo de Mercado

Tal como ya se presentó en el apartado 2.1.2.2 Capital de Solvencia Obligatorio (SCR), el BSCR está compuesto por seis módulos de riesgo (ver Gráfico N° 1), uno de los cuales es el módulo de riesgo de mercado. Al respecto, en el Artículo 104(4) de la Directiva de Solvencia II se

establece que, cada uno de los módulos de riesgo se calibrará en función del valor en riesgo, con un nivel de confianza de 99,5%, a un horizonte de un año. Nuevamente resaltamos que, al igual que en el cálculo del SCR y del MCR, el método de cálculo de los requerimientos de capital para cada uno de los módulos de riesgo que componen el BSCR es el *Value at Risk* (*VaR*).

Como ya hemos mencionado, el objetivo de estudio de la presente investigación está relacionado al módulo de riesgo de mercado, específicamente al sub-módulo de riesgo de tipo de interés, en tal sentido a continuación presentaremos los principios de la Directiva de Solvencia II asociados a dicho módulo, y las especificaciones que figuran al respecto en el QIS5. La información específica para el sub-módulo de riesgo de tipo de interés se presentará en el apartado siguiente.

De acuerdo al Artículo 105(5) de la Directiva de Solvencia II, el módulo de riesgo de mercado reflejará el riesgo derivado del nivel o de la volatilidad de los precios de mercado de los instrumentos financieros que influyan en el valor de los activos y pasivos de la empresa. Reflejará adecuadamente la falta de correspondencia estructural entre los activos y pasivos, en particular por lo que atañe a la duración.

Como se observa en el Gráfico N° 1, el módulo de riesgo de mercado está conformado a su vez por siete sub-módulos, los cuales definimos a continuación:

- a) Sub-módulo de riesgo de tipo de interés: refleja la sensibilidad del valor de los activos, los pasivos y los instrumentos financieros frente a las variaciones en la estructura temporal de los tipos de interés o la volatilidad de los tipos de interés.
- b) Sub-módulo de riesgo de renta variable: refleja la sensibilidad del valor de los activos, los pasivos y los instrumentos financieros frente a las variaciones en el nivel o la volatilidad de los precios de mercado de las acciones.
- c) Sub-módulo de riesgo inmobiliario: refleja la sensibilidad del valor de los activos, los pasivos y los instrumentos financieros frente a las variaciones en el nivel o la volatilidad de los precios de mercado de la propiedad inmobiliaria.
- d) Sub-módulo de riesgo de diferencial: refleja la sensibilidad del valor de los activos, los pasivos y los instrumentos financieros frente a las variaciones en el nivel o la volatilidad de los diferenciales de crédito en relación con la estructura temporal de tipos de interés sin riesgo.

- e) Sub-módulo de riesgo de divisa: refleja la sensibilidad del valor de los activos, los pasivos y los instrumentos financieros frente a las variaciones en el nivel o la volatilidad de los tipos de cambio de divisas.
- f) Sub-módulo de riesgo de concentración: refleja el riesgo a que está expuesta una empresa de seguros o de reaseguros como consecuencia bien de una falta de diversificación de la cartera de activos o bien de una importante exposición al riesgo de incumplimiento de un mismo emisor de valores o de un grupo de emisores vinculados.
- g) Sub-módulo de riesgo de prima de iliquidez²²: *Descripción*: Como la prima de iliquidez observada en los mercados financieros es reconocida en el cálculo de las provisiones técnicas, el módulo de riesgo de mercado deberá calcular el riesgo de la prima de iliquidez. Este riesgo proviene del riesgo de incremento del valor de las provisiones técnicas, debido a una disminución en la prima de iliquidez. El efecto de un incremento de la prima de iliquidez es capturado en la calibración del módulo de riesgo de diferencial.

En el QIS5²³ se indican las instrucciones para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de mercado (*SCR_{mkt}*). Dicho cálculo resulta de la agregación de los requerimientos de capital de todos los sub-módulos que componen el módulo de riesgo de mercado, a través de una matriz de correlación, y siguiendo la fórmula a continuación:

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{rxc} Corr_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

Donde:

CorrMkt_{r,c} = Entradas de la matriz de correlación *CorrMkt*

Mkt_r, *Mkt_c* = Requerimientos de capital por los sub-módulos individuales de riesgo de mercado, de acuerdo a las filas y columnas de la matriz de correlación *CorrMkt*.

El factor *CorrMkt_{r,c}* denota el coeficiente de correlación presentado en la fila r y columna c de la siguiente matriz de correlación *CorrMkt*:

²² Como se mencionó en el apartado 2.1.2.2 Capital de Solvencia Obligatorio (SCR), este sub-módulo es nuevo, ha sido agregado en el QIS5, por lo que su definición no figura en la Directiva de Solvencia II, no así en el caso de los otros sub-módulos. La descripción del sub-módulo de riesgo de prima de iliquidez que se presenta se obtuvo del QIS5.

²³ *QIS5 Technical Specifications y Errata to the QIS5 Technical Specifications* (versión del 10 de agosto de 2010).

Cuadro N° 2

Matriz de Correlación para el cálculo del SCR_{mkt}

$CorrMkt_{r,c}$	Mkt_{int}	Mkt_{eq}	Mkt_{prop}	Mkt_{sp}	Mkt_{fx}	Mkt_{conc}	Mkt_{ip}
Mkt_{int}	1						
Mkt_{eq}	A	1					
Mkt_{prop}	A	0.75	1				
Mkt_{sp}	A	0.75	0.5	1			
Mkt_{fx}	0.25	0.25	0.25	0.25	1		
Mkt_{conc}	0	0	0	0	0	1	
Mkt_{ip}	0	0	0	-0.5	0	0	1

Fuente: QIS5 Technical Specifications y Errata to the QIS5 Technical Specifications (versión del 10 de agosto de 2010), European Commission (2010).

Como se observa en la matriz del Cuadro N° 2, los coeficientes de correlación del sub-módulo de riesgo de tipo de interés (Mkt_{int}) con los sub-módulos de riesgo de renta variable (Mkt_{eq}), de riesgo inmobiliario (Mkt_{prop}), y de riesgo de diferencial (Mkt_{sp}) figuran como "A". El factor A será igual a 0 cuando el Mkt_{int} , cuyo cálculo se detalla en el apartado siguiente, es derivado del requerimiento de capital por el riesgo de un incremento en la estructura temporal de tipos de interés (Mkt_{int}^{Up}) incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas de provisiones técnicas. En caso contrario (Mkt_{int}^{Down}), el factor A será igual a 0,5.

De forma análoga, para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de mercado incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas ($nSCR_{mkt}$)²⁴, la fórmula que determina dicho resultado es la siguiente:

$$nSCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrMkt_{r,c} \cdot nMkt_r \cdot nMkt_c}$$

Donde:

$CorrMkt_{r,c}$ = Entradas de la matriz de correlación $CorrMkt$, la misma que fue utilizada para el cálculo del SCR_{mkt} (ver Cuadro N° 2).

$nMkt_r$, $nMkt_c$ = Requerimientos de capital por los sub-módulos individuales de riesgo de mercado incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas por las provisiones técnicas, de acuerdo a las filas y columnas de la matriz de correlación $CorrMkt$.

²⁴ El tema del ajuste por absorción de pérdidas de las provisiones técnicas fue presentado en el apartado 2.1.2.2 Capital de Solvencia Obligatorio (SCR).

2.1.4 Sub-módulo de Riesgo de Tipo de Interés

Tal como se indicó en el apartado 1.1 y a lo largo del presente documento, el riesgo bajo estudio es el riesgo de tipo de interés, sub-módulo que se encuentra dentro del módulo de riesgo de mercado (ver Gráfico N° 1). En el literal a) del apartado precedente, ya hemos presentado la definición del riesgo de tipo de interés de acuerdo a lo establecido en la Directiva de Solvencia II. Con respecto a las especificaciones técnicas para el cálculo del requerimiento de capital correspondiente a este riesgo se han presentado diferentes propuestas o modificaciones a las mismas a lo largo de los diferentes QIS. Nosotros analizaremos las especificaciones técnicas presentadas en QIS4²⁵ y QIS5.

Uno de los conceptos importantes que se utiliza tanto en QIS4 como en QIS5 es el denominado valor del activo neto (*net asset value o NAV*). Para varios sub-módulos de riesgo el cálculo del requerimiento de capital correspondiente está determinado como el impacto de un escenario específico en el valor del activo neto de la empresa de seguros. De acuerdo al QIS5, el NAV está definido como la diferencia entre activos y pasivos, estos últimos no deben incluir el margen de riesgo (*risk margin*) de las provisiones técnicas²⁶ ni los pasivos subordinados. El cambio de NAV resultante del escenario específico se denota como ΔNAV . ΔNAV está definido para ser positivo cuando la aplicación del escenario específico da como resultado una pérdida de NAV.

Con respecto al cálculo del Mkt_{int} , tanto QIS4 como QIS5 indican que existe el riesgo de tipo de interés para todos los activos y pasivos para los cuales el NAV es sensible a cambios en la estructura temporal de tipos de interés o en la volatilidad de los tipos de interés. QIS5 especifica que esto aplica para ambas estructuras temporales, real y nominal.

Con relación a los activos sensibles a movimientos de los tipos de interés, QIS4 y QIS5 coinciden en general en incluir las inversiones en renta fija, los instrumentos de financiación (por ejemplo préstamos de capital), los préstamos de pólizas, los derivados de tipos de interés y cualquier otro activo de seguros. Mientras que, por el lado de las provisiones técnicas, con relación a la valoración de las mismas, se indica que el valor descontado de los

²⁵ Es importante mencionar que las especificaciones técnicas con relación al riesgo de tipo de interés presentadas en QIS4 provienen en su mayor parte de las especificaciones técnicas desarrolladas en QIS3, dado que la lógica de la metodología de cálculo del Mkt_{int} es la misma.

²⁶ De acuerdo a la Directiva de Solvencia II y a las Especificaciones Técnicas del QIS5, las provisiones técnicas serán calculadas como la suma de la Mejor Estimación (*Best Estimate*) y el Margen de Riesgo (*Risk Margin*). Para mayor detalle se recomienda revisar los documentos antes mencionados. El margen de riesgo no será considerado como parte de los pasivos en el cálculo del NAV porque se asume que dicho componente no cambia materialmente bajo escenarios de estrés.

flujos de caja será sensible a un cambio en el tipo de interés al cual estos flujos de caja son descontados.

Tanto en QIS4 como en QIS5 se establece que el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés (Mkt_{int}) está determinado por el resultado de dos escenarios predefinidos:

$$Mkt_{int}^{Up} = \Delta NAV|_{up}$$

$$Mkt_{int}^{Down} = \Delta NAV|_{down}$$

Donde:

Mkt_{int}^{Up} = Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés después de un shock al alza.

Mkt_{int}^{Down} = Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés después de un shock a la baja.

NAV = Valor neto de activos menos pasivos.

$\Delta NAV|_{up}$ y $\Delta NAV|_{down}$ = son los cambios en el valor neto de activos y pasivos debido a la revaloración de todas las partidas sensibles al tipo de interés usando estructuras temporales alteradas por shocks al alza y a la baja, respectivamente.

Cabe señalar que en QIS5 se especifica que, cuando una empresa de seguros o reaseguros está expuesta a movimientos en los tipos de interés en más de una moneda, el Mkt_{int} deberá ser calculado sobre la base del cambio relativo combinado en todas las curvas de rendimiento relevantes.

Como se indicó, para el cálculo del Mkt_{int}^{Up} y Mkt_{int}^{Down} , tanto QIS4 como QIS5 establecen estructuras temporales alteradas, las cuales son derivadas de multiplicar la curva de tipos de interés actual por $(1+s^{up})$ y $(1+s^{down})$, respectivamente. Es importante indicar que, ambos factores de estrés o shocks, al alza $s^{up}(t)$ y a la baja $s^{down}(t)$ para vencimientos individuales t son específicos y diferentes en ambos QIS. Dicho en otras palabras, tanto en QIS4 como en QIS5 la estructura de cálculo del Mkt_{int} es la misma (aplicación de dos escenarios predefinidos sobre el NAV), pero los factores de estrés o shocks considerados son diferentes en cada QIS.

A continuación presentamos las variaciones relativas, factores de estrés o shocks aplicados en el QIS4²⁷ y los correspondientes al QIS5:

²⁷ Es importante indicar que los shocks de QIS4 son exactamente los mismos que figuran en QIS3.

Cuadro N° 3

Variaciones relativas en la Estructura Temporal de Tipos de Interés – QIS4

Vencimiento t (años)	Variación relativa $s^{up}(t)$	Variación relativa $s^{down}(t)$
1	94%	-51%
2	77%	-47%
3	69%	-44%
4	62%	-42%
5	56%	-40%
6	52%	-38%
7	49%	-37%
8	46%	-35%
9	44%	-34%
10	42%	-34%
11	42%	-34%
12	42%	-34%
13	42%	-34%
14	42%	-34%
15	42%	-34%
16	41%	-33%
17	40%	-33%
18	39%	-32%
19	38%	-31%
20+	37%	-31%

Fuente: QIS4 Technical Specifications, European Commission (2008).

Cuadro N° 4

Variaciones relativas en la Estructura Temporal de Tipos de Interés – QIS5

Vencimiento t (años)	Variación relativa $s^{up}(t)$	Variación relativa $s^{down}(t)$
0.25	70%	-75%
0.5	70%	-75%
1	70%	-75%
2	70%	-65%
3	64%	-56%
4	59%	-50%
5	55%	-46%
6	52%	-42%
7	49%	-39%
8	47%	-36%
9	44%	-33%
10	42%	-31%
11	39%	-30%
12	37%	-29%
13	35%	-28%
14	34%	-28%
15	33%	-27%
16	31%	-28%
17	30%	-28%
18	29%	-28%
19	27%	-29%
20	26%	-29%
21	26%	-29%
22	26%	-30%
23	26%	-30%
24	26%	-30%
25	26%	-30%
30	25%	-30%
+30	25%	-30%

Fuente: QIS5 Technical Specifications, European Commission (2010).

Para un mayor entendimiento de la aplicación de los shocks, presentamos un ejemplo: Para el caso del QIS4, el tipo de interés a 15 años luego de aplicar el escenario de shock a la alza $R_1(15)$ es calculado como: $R_1(15) = R_0(15) \cdot (1+0.42)$. El mismo ejemplo, pero ahora para el caso del QIS5 sería: $R_1(15) = R_0(15) \cdot (1+0.33)$. Donde $R_0(15)$ es el tipo de interés a 15 años basado en la estructura temporal actual.

Es importante indicar que en QIS5 se especifica que, independientemente de las variaciones relativas o shocks antes mencionados, el cambio absoluto de los tipos de interés en el escenario a la baja debe ser al menos un punto porcentual, y cuando el tipo de interés actual (antes del shock) sea inferior al 1%, el shock en el escenario a la baja se asume que es 0%.

Finalmente, tanto en QIS4 como en QIS5, el Mkt_{int} es derivado del tipo de shock que da lugar a la exigencia de capital más alta incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas. La expresión de cálculo presentada en QIS5²⁸ es de la siguiente forma:

Si $nMkt_{int}^{Up} > nMkt_{int}^{Down}$, luego $nMkt_{int} = \max(nMkt_{int}^{Up}, 0)$ y $Mkt_{int} = \max(Mkt_{int}^{Up}, 0)$

Si $nMkt_{int}^{Up} \leq nMkt_{int}^{Down}$, luego $nMkt_{int} = \max(nMkt_{int}^{Down}, 0)$ y $Mkt_{int} = \max(Mkt_{int}^{Down}, 0)$

Donde:

$nMkt_{int}^{Up}$ = Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés después de un shock al alza incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas.

$nMkt_{int}^{Down}$ = Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés después de un shock a la baja incluyendo la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas.

Es importante indicar que en QIS4 se estableció una simplificación para el cálculo del Mkt_{int} , mediante la cual los cambios en el valor son estimados como el cambio en la curva de tipos de interés multiplicado por la duración modificada relevante de forma separada para los activos y para los pasivos. La condición necesaria para aplicar la simplificación antes indicada es que los flujos de caja relacionados a la partida no sean sensibles al riesgo de tipo de interés, en particular que la partida no tenga incluida opciones. Esta simplificación podría ser aplicada para activos, provisiones técnicas del seguro de no-vida, y otros pasivos. La simplificación no debe ser usada para las provisiones técnicas del seguro de vida. Cabe señalar que los shocks son stress paralelos en todas las duraciones de la curva de tipos de interés:

Shock a la baja: -40%;

Shock al alza: +55%

Es importante destacar que en QIS5 no se hace mención alguna sobre la simplificación antes descrita.

²⁸ Específicamente en *Errata to QIS5 Technical Specifications* (versión del 27 de septiembre de 2010).

Habiendo llegado a este punto del estudio, y, dado que entre la metodología de cálculo del Mkt_{int} de QIS4 y la de QIS5 sólo existe diferencia en los shocks aplicados, se considera conveniente desarrollar las metodologías de cálculo que sustentan los referidos shocks, lo cual desarrollaremos en los apartados a continuación, dado que servirán como base para la propuesta de metodología que presentaremos en esta investigación.

2.1.4.1 Calibración de Shocks en QIS4²⁹

Para la calibración de los factores de variación relativa de la estructura temporal de tipos de interés o shocks aplicados en el QIS4 se consideraron dos series de datos:

- La curva cupón cero de la deuda pública alemana, desde 1972 a 2006, datos mensuales, vencimientos de 1 a 10 años. Fuente: Bundesbank.
- La curva euroswap, desde 1997 a 2006, datos diarios, vencimientos de 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 años. Fuente: Datastream.

Empíricamente se observó varios aspectos de las curvas de tipos de interés antes mencionadas³⁰:

- a) El tipo de interés a corto plazo es inferior al tipo de interés a largo plazo. Es decir, las curvas presentan pendientes positivas.
- b) La variación absoluta del interés es mayor en los tipos a largo plazo que en los tipos a corto plazo.
- c) La variación relativa del interés es menor en los tipos a largo plazo que en los tipos a corto plazo. En otras palabras, la volatilidad de los tipos a corto plazo es mayor que la volatilidad de los tipos a largo plazo.

²⁹ La calibración de los shocks en QIS4 viene sustentada desde QIS3. Ver *QIS3 Calibration of the underwriting risk, market risk and MCR*. CEIOPS-FS-14/07, abril de 2007. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors.

³⁰ Extraído de Cuesta, F. (2011). *El riesgo de tipo de interés: experiencia española y Solvencia II*. Instituto de Ciencias del Seguro. Fundación MAPFRE.

En base a estas características de las curvas se eligió el modelo log-normal para la modelización del comportamiento de los tipos de interés. La expresión matemática del modelo es la siguiente:

$$R'(n) = R(n) * e^X$$

Donde:

$R(n)$: Tipo de interés inicial a n años

$R'(n)$: Nuevo tipo de interés a n años

X : Variable aleatoria normal, $X \sim N(\mu_n, \sigma_n^2)$

Operando la fórmula anterior se obtiene: $e^X = \frac{R'(n)}{R(n)}$

Luego, tomando logaritmo natural: $X = \ln \left[\frac{R'(n)}{R(n)} \right]$

Finalmente, sumando y restando 1 dentro del corchete y agrupando convenientemente los términos se tiene:

$$X = \ln \left[1 + \left(\frac{R'(n) - R(n)}{R(n)} \right) \right] \dots \dots \dots (\alpha)$$

Es importante indicar que el término $\left(\frac{R'(n) - R(n)}{R(n)} \right)$ representa la variación relativa del tipo de interés.

Asimismo, en la expresión (α) se aplicó la siguiente aproximación $x = \ln(1 + x)$:

Dicha aproximación sólo se cumple cuando x es suficientemente cercano a cero. En la expresión (α) quedaría como:

$$X = \ln \left[1 + \left(\frac{R'(n) - R(n)}{R(n)} \right) \right] \cong \left(\frac{R'(n) - R(n)}{R(n)} \right)$$

En este caso, la aproximación aplicada sólo es aceptable si la variación relativa de los tipos de interés es suficientemente pequeña.

Denotamos la variación relativa de los tipos de interés como v , es decir:

$$\left(\frac{R'(n) - R(n)}{R(n)} \right) = v$$

Luego reemplazamos v en la expresión (α), obteniendo: $X = \ln [1 + v]$ y aplicamos la función exponencial en cada lado de la ecuación: $e^X = 1 + v$

La expresión final será la siguiente:

$$v = e^X - 1 \quad \dots\dots(\beta)$$

La expresión (β) es la fórmula matemática que representa la modelización de la variación relativa de los tipos de interés (v). Esta expresión indica que el comportamiento de v sigue una distribución log-normal.

Como ya se explicó en el apartado 2.1.3, la Directiva de Solvencia II establece que cada uno de los módulos de riesgo se calibrará en función del valor en riesgo, con un nivel de confianza del 99,5%, a un horizonte de un año. Por tanto, en QIS4 se siguió dichos parámetros para la modelización de v .

Dado que X es una variable aleatoria normal, los parámetros que la definen son su media (μ_X) y su varianza (σ_X^2); y, tomando en consideración el nivel de confianza de establecido para el cálculo del requerimiento de capital de cada uno de los módulos y sub-módulos de riesgo, se aplica el coeficiente normal estándar que le corresponde. Al 99,5% de nivel de confianza le corresponde un coeficiente normal estándar de 2,576.

Luego, la expresión β queda definida como:

$$v = e^{\mu_X + 2.576\sigma_X} - 1 \quad \dots\dots(\theta)$$

A partir de las bases de datos de los tipos de interés (curva cupón cero de la deuda pública alemana y curva *euroswap*) se obtienen sus variaciones relativas, y en base a éstas, los parámetros μ_X y σ_X .

A continuación se presentan las desviaciones típicas (anualizadas) σ_X de las variaciones relativas empíricas de los tipos de interés:

Cuadro N° 5
Desviaciones típicas de las variaciones relativas de los tipos de interés

	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	15a	20a	25a	30a
Deuda alemana	0.27	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15				
Euroswap	0.20	0.21			0.17					0.14	0.14	0.12	0.12	0.12

Fuente: *QIS3 Calibration of the underwriting risk, market risk and MCR*. CEIOPS-FS-14/07. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2007).

Estas desviaciones típicas σ_X son reemplazadas en la expresión θ . Por ejemplo, asumiendo μ_X igual a cero, para el tipo de interés a un año se obtienen las siguientes variaciones relativas positivas:

$$e^{0+2,576*0,27} - 1 = 1,00 \qquad e^{0+2,576*0,20} - 1 = 0,67$$

En el caso de las variaciones relativas negativas para el tipo de interés a un año se tienen:

$$e^{0-2,576*0,27} - 1 = -0,50 \qquad e^{0-2,576*0,20} - 1 = -0,40$$

Luego, el valor resultante del proceso de calibración para el tipo de interés a un año, en el caso de la variación relativa positiva o shock al alza se fijó finalmente en 0,94, y, para el caso de la variación relativa negativa o shock a la baja, en -0,50. De igual forma se derivó el resto de factores de variación relativa o shocks aplicables a los diferentes vencimientos. La serie completa de shocks se presentó en el Cuadro N° 3.

Cabe recordar que, dichos shocks serán aplicados a la estructura temporal de tipos de interés libre de riesgo a fin de generar la estructura temporal alterada, la cual servirá para revalorar el valor del activo neto (NAV) y determinar cuál es el ΔNAV correspondiente para el shock al alza y para el shock a la baja. Finalmente, en función a estos resultados se determinará cuál es el importe del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés Mkt_{int} . Dicho proceso ya fue explicado en la primera parte del apartado 2.1.4.

Para finalizar este apartado con relación al proceso de calibración de los shocks en QIS4, es importante mencionar tres puntos:

- a) Para superar la limitación de información disponible con respecto a los tipos de interés de la parte larga de la curva (vencimientos mayores a 10 años), y a fin de que los respectivos shocks fueran consistentes con los shocks de la parte corta de la curva, los primeros fueron ajustados en base a la información de las dos series de datos disponibles. Específicamente, para el cálculo de los shocks de la parte larga de la curva se utilizaron desviaciones típicas (anualizadas), las cuales fueron determinadas aplicando un ratio de volatilidad constante.
- b) El análisis de los tipos de interés se extendió para algunos países que no pertenecen a la zona euro, tal es el caso de Dinamarca, Suecia y Reino Unido, debido a que las desviaciones típicas de las variaciones relativas de sus tipos de interés fueron consistentes con las obtenidas en la zona euro.
- c) Se menciona como posible mejora dentro del proceso de calibración la incorporación de ajustes por colas gruesas.

2.1.4.2 Calibración de Shocks en QIS5³¹

Antes de presentar la metodología de calibración de los shocks aplicados en QIS5, creemos conveniente explicar las razones por las cuales se decidió cambiar de metodología de calibración, a fin de que el lector tenga un mejor entendimiento del proceso de desarrollo y evaluación del Proyecto Solvencia II.

Luego de la aplicación del QIS4, los resultados del impacto sobre la industria de seguros del AEE fueron publicados por el CEIOPS a través de su Reporte QIS4 para Solvencia II³², en noviembre de 2008. Entre otros resultados, el referido reporte indicó que el mayor componente de requerimiento de capital dentro del módulo de riesgo de mercado lo constituía el sub-módulo de riesgo de tipo de interés, el cual representó entre el 40-50% del *SCRmkt*³³.

³¹ La calibración de shocks en QIS5 viene sustentada en *CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111b - Calibration of Market Risk Module* (CEIOPS-DOC-66/10), y posteriormente, en *Solvency II Calibration paper* (CEIOPS-SEC-40-10). Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010).

³² *CEIOPS' Report on its fourth Quantitative Impact Study (QIS4) for Solvency II*. CEIOPS-SEC-82/08. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2008).

³³ Datos antes de aplicar los efectos de diversificación entre sub-módulos de riesgo.

Además de los resultados cuantitativos se recogieron comentarios e información cualitativa de parte de las aseguradoras y supervisores locales, algunos de los cuales destacaban dificultades encontradas con relación al diseño y estructura del módulo de riesgo de mercado y sus sub-módulos componentes. Con respecto a la estructura, y específicamente con relación al sub-módulo de riesgo de tipo de interés se presentaron sugerencias para incluir la sensibilidad a cambios en la forma de la curva de tipos de interés; asimismo, se sugirió incluir la volatilidad de los tipos de interés, la cual no había sido modelada en el enfoque QIS4.

Luego de la evaluación correspondiente, en octubre de 2009 el CEIOPS propuso recomendaciones con respecto a la estructura y diseño del módulo de riesgo de mercado, a través de CEIOPS-DOC-40/09³⁴. Con relación al sub-módulo de riesgo de tipo de interés, el CEIOPS propuso considerar el impacto de la volatilidad de los tipos de interés en la estructura temporal. Por tanto, los escenarios de shock estarían compuestos por alteraciones específicas en la estructura de tipos de interés, combinados con alteraciones específicas en la volatilidad de dichos tipos. Para ello, sería necesario un refinamiento de la calibración de los shocks, el cual, según recomendación de CEIOPS debía capturar cambios en el nivel, la pendiente y la curvatura de la estructura temporal.

El nuevo proceso de calibración de los shocks fue presentado en CEIOPS-DOC-66/10³⁵. Dichos shocks serían los que se aplicarían en el QIS5. A continuación explicamos la metodología seguida en el referido proceso:

Como ya se mencionó, CEIOPS-DOC-40/09 estableció que el Mkt_{int} estaría basado en dos factores predefinidos, un shock al alza y otro a la baja, ambos aplicados en la estructura temporal de tipos de interés, y combinados con alteraciones específicas en la volatilidad implícita de dichos tipos. La combinación instantánea de tales movimientos daba como resultado cuatro escenarios predefinidos:

$Mkt_{int}^{Up}{}_{ivol}^{Up} = \Delta NAV|_{upwardshock}$: Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés debido a un shock al alza en la estructura temporal de tipos de interés combinado con un shock al alza en la volatilidad implícita de dichos tipos.

³⁴ CEIOPS'Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 109 - Structure and Design of Market Risk Module. CEIOPS-DOC-40/09, October 2009. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2009).

³⁵ CEIOPS'Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111b - Calibration of Market Risk Module. CEIOPS-DOC-66/10. Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010).

$Mkt_{int}^{Up\ Dn} = \Delta NAV |_{up\&\downarrow shock}$: Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés debido a un shock al alza en la estructura temporal de tipos de interés combinado con un shock a la baja en la volatilidad implícita de dichos tipos.

$Mkt_{int}^{Dn\ Up} = \Delta NAV |_{down\&up shock}$: Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés debido a un shock a la baja en la estructura temporal de tipos de interés combinado con un shock al alza en la volatilidad implícita de dichos tipos.

$Mkt_{int}^{Dn\ Dn} = \Delta NAV |_{downward shock}$: Requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés debido a un shock a la baja en la estructura temporal de tipos de interés combinado con un shock a la baja en la volatilidad implícita de dichos tipos.

En los cuatros escenarios, el ΔNAV representa el cambio de NAV debido a la aplicación de los shocks correspondientes.

Finalmente, el Mkt_{int} se obtendría como la máxima carga de capital entre $Mkt_{int}^{Up\ Up}$, $Mkt_{int}^{Up\ Dn}$, $Mkt_{int}^{Dn\ Up}$ y $Mkt_{int}^{Dn\ Dn}$, sujeto a un mínimo de cero.

Es importante indicar que, la inclusión de la volatilidad implícita de los tipos de interés resulta relevante cuando la cartera evaluada incluye activos o pasivos sensibles a cambios en dicha volatilidad, como por ejemplo, por el lado de los activos, los derivados de tipos de interés, o por el lado de los pasivos, pasivos que contienen opciones o garantías incorporadas.

Como se puede observar, el proceso de calibración debía determinar dos tipos de shocks: los shocks sobre la estructura temporal de tipos de interés y los shocks sobre la volatilidad implícita de dichos tipos.

Shocks sobre la estructura temporal de tipos de interés

Para la calibración de las variaciones relativas o shocks sobre la estructura temporal, el CEIOPS hizo uso de las siguientes bases de datos:

- La curva cupón cero de la deuda pública euro, desde agosto de 1997 a mayo de 2009, datos diarios, vencimientos de 1 a 15 años en intervalos anuales. Fuente: Bundesbank.

- La curva cupón cero de la deuda pública inglesa, desde 1979 a 2009, datos diarios, vencimientos de 6 meses a 25 años en intervalos semestrales. Fuente: Banco de Inglaterra.
- La curva *euroswap*, desde 1997 a 2009, datos diarios, vencimientos de 3, 6, 12 meses, de 2 a 10 años en intervalos anuales, y de 15, 20 y 30 años. Fuente: Bloomberg.
- La curva *liborswap*, desde 1997 a 2009, datos diarios, vencimientos de 3, 6, 12 meses, de 2 a 10 años en intervalos anuales, y de 15, 20 y 30 años. Fuente: Bloomberg.

El proceso de calibración aplicado por CEIOPS estuvo basado en el método denominado Análisis de Componentes Principales (ACP). El ACP es actualmente una herramienta pilar en el análisis de datos. La idea central de este método consiste en reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos que consta de un gran número de variables relacionadas entre sí, conservando lo más posible la variación presente en dicho conjunto de datos. Esto se logra mediante la transformación de la data a un nuevo conjunto de variables, los componentes principales (CP), los cuales no están correlacionados, y son ordenados de tal forma que los primeros conservan la mayor parte de la variación presente en todas las variables originales. El ACP proporciona la óptima representación reducida de los datos, esto significa que los componentes principales aportan la mejor solución para la predicción de los datos originales.

Sobre la base de este método, CEIOPS estimó la variación relativa producida en los tipos de interés mediante un sistema de regresión lineal aplicado a nuevas variables incorrelacionadas entre sí, es decir, aplicado a sus componentes principales.

Para ello, el primer paso consistió en elegir y cuantificar los componentes principales o variables explicativas de las variaciones relativas observadas en los tipos de interés, para cada una de las bases de datos. CEIOPS determinó cuatro componentes principales comunes para todas las bases de datos. Dichos componentes fueron:

- Nivel: Cuantificado mediante el actual tipo de interés a corto plazo.
- Pendiente: Estimado mediante el diferencial entre los tipos a largo y corto plazo.
- Curvatura: Asociado a la volatilidad del tipo de interés.
- Distorsión: Variaciones puntuales en determinados puntos de la curva.

La varianza explicada por cada uno de los componentes principales se presenta a continuación:

Cuadro N° 6

Varianza explicada por los Componentes Principales - QIS5

CP	Deuda EUR	Swap EUR	Deuda GBP	Swap GBP
Nivel	90.32%	89.20%	76.37%	92.04%
Pendiente	9.02%	9.00%	20.15%	6.33%
Curvatura	0.61%	1.52%	2.88%	1.23%
Distorsión	0.04%	0.14%	0.35%	0.21%
Total varianza II	99.99%	99.86%	99.75%	99.81%

Códigos de moneda ISO 4217: EUR (Euro), GBP (Libra Esterlina).

Fuente: CEIOPS'Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111b - Calibration of Market Risk Module (CEIOPS-DOC-66/10), y, Solvency II Calibration paper (CEIOPS-SEC-40-10). Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010).

Siendo los componentes principales variables incorrelacionadas, las varianzas pueden acumularse para determinar la varianza total explicada por el modelo. Se observa que la varianza explicada asciende a 99,98% aproximadamente.

En el siguiente paso se toma los componentes principales estandarizados, es decir, con media = 0 y desviación típica = 1, para luego aplicarles un nivel de confianza del 99,5%, y finalmente ser incorporados en un modelo de regresión lineal. El propósito de este modelo es calcular para cada vencimiento la beta (β) de sensibilidad de las variaciones del tipo de interés en cada uno de los cuatro factores. De la suma combinada de las betas (β) de sensibilidad se obtiene el factor de estrés o shock para cada vencimiento.

El Cuadro N° 7 presenta los shocks obtenidos para cada una de las bases de datos de tipos de interés, así como los shocks resultantes QIS5. Es importante indicar que los shocks obtenidos a partir de las bases de datos fueron derivados sin hacer uso de un método de extrapolación, es decir, la data involucrada en el proceso de calibración estuvo conformada únicamente por datos observables de mercado. Los referidos datos corresponden a los mercados más profundos y más líquidos de los instrumentos sensibles a los tipos de interés en el AEE. Cabe señalar que, el uso de cuatro bases de datos de tipos de interés para la obtención de los shocks QIS5 permitió tener un control apropiado frente a las incertidumbres que se hubieran originado por utilizar un solo conjunto de datos de forma aislada.

Cuadro N° 7

Shocks derivados de cada base de datos y Shocks resultantes QIS5

Vencimientos en años	Deuda EUR		Swap EUR		Deuda GBP		Swap GBP		QIS5	
	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down	Up	Down
0.25			78%	-77%			47%	-74%	70%	-75%
0.5			73%	-74%			52%	-71%	70%	-75%
1	86%	-79%	79%	-69%	55%	-87%	59%	-66%	70%	-75%
2	85%	-65%	83%	-59%	53%	-73%	58%	-63%	70%	-65%
3	78%	-54%	75%	-55%	50%	-63%	54%	-54%	64%	-56%
4	70%	-49%	68%	-50%	49%	-56%	50%	-47%	59%	-50%
5	64%	-45%	61%	-46%	49%	-50%	46%	-43%	55%	-46%
6	60%	-41%	57%	-43%	47%	-46%	43%	-39%	52%	-42%
7	58%	-38%	55%	-39%	44%	-42%	39%	-36%	49%	-39%
8	55%	-35%	53%	-37%	41%	-39%	37%	-33%	47%	-36%
9	53%	-33%	52%	-34%	37%	-36%	34%	-31%	44%	-33%
10	51%	-31%	50%	-32%	34%	-33%	32%	-29%	42%	-31%
11	49%	-29%			30%	-31%			39%	-30%
12	47%	-28%			26%	-31%			37%	-29%
13	45%	-27%			23%	-31%			35%	-28%
14	43%	-27%			23%	-31%			34%	-28%
15	42%	-27%	44%	-28%	22%	-31%	24%	-23%	33%	-27%
16					21%	-32%			31%	-28%
17					21%	-32%			30%	-28%
18					20%	-32%			29%	-28%
19					20%	-32%			27%	-29%
20			40%	-33%	20%	-33%	19%	-21%	26%	-29%
21					19%	-33%			26%	-29%
22					19%	-33%			26%	-30%
23					19%	-34%			26%	-30%
24					21%	-43%			26%	-30%
25					23%	-49%			26%	-30%
30			36%	-41%			15%	-22%	25%	-30%

Códigos de moneda ISO 4217: EUR (Euro), GBP (Libra Esterlina).

Fuente: CEIOPS'Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111b - Calibration of Market Risk Module (CEIOPS-DOC-66/10), γ , Solvency II Calibration paper (CEIOPS-SEC-40-10). Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010).

Para obtener los shocks QIS5 (últimas dos columnas del Cuadro N° 7) se aplicaron los siguientes pasos a partir de los shocks de las cuatro bases de datos de tipos de interés:

- Se aplicó interpolación lineal para completar datos en los vencimientos vacíos de las curvas. Por ejemplo, entre 10 y 15 años de la curva *euroswap*. No se utilizó extrapolación en ningún caso.

- Para ambas direcciones QIS5 (*up/down*) y en cada uno de sus vencimientos se tomó la media de los shocks de las cuatro bases de datos.
- Finalmente, la estructura de shocks QIS5 resultante fue suavizada a fin de evitar inconsistencias y procurar mitigar las posibles consecuencias no deseadas en los tipos de interés alterados y los tipos *forward*. Dicho alisamiento estuvo enfocado en los vencimientos menores a un año y los mayores a 15 años, donde la media de los shocks está construida a partir de pocos datos.

Es importante indicar que, todo el proceso de calibración descrito anteriormente está basado en series de tiempo de tipos de interés del euro y la libra esterlina, y en consecuencia, refleja la experiencia económica europea de los últimos 30 años. Esta experiencia podría no en todos los casos ser representativa de las futuras condiciones económicas de dicha zona.

Shocks sobre la volatilidad implícita de los tipos de interés

Como ya se mencionó al inicio del presente apartado, a raíz de las sugerencias presentadas por algunas aseguradoras y supervisores locales, con relación a considerar la volatilidad implícita de los tipos de interés en el cálculo del requerimiento de capital, el CEIOPS propuso su respectiva inclusión en el documento CEIOPS-DOC-40/09, y luego, en CEIOPS-DOC-66/10, y posteriormente en CEIOPS-SEC-40-10 presentó la metodología de calibración de los shocks sobre la volatilidad implícita.

No obstante el trabajo realizado, el CEIOPS decidió no considerar la volatilidad implícita de los tipos de interés dentro de las especificaciones técnicas para la aplicación del QIS5, dado que se argumentó que su inclusión dentro de la fórmula estándar generaba mucha complejidad en el sub-módulo de riesgo de tipo de interés, por lo que se sugirió a las aseguradoras que el impacto de los movimientos en la volatilidad de los tipos de interés sea considerado en el ámbito de un modelo interno.

Por lo tanto, la metodología de cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés nuevamente consideraba sólo dos escenarios predefinidos, con shocks al alza y a la baja en la estructura temporal. Esta metodología es la que se describió en el apartado 2.1.4 del presente estudio, y es la que se aplicó en el QIS5.

2.2 Regulación Peruana

El conocimiento de la regulación peruana vigente en el ámbito de seguros permitirá al lector tener una idea general del alcance y grado de avance de dicha regulación con respecto a los estándares internacionales en materia de supervisión de seguros, y específicamente, con relación al establecimiento de requerimientos de capital por los riesgos asumidos por las empresas. Este conocimiento contribuirá a entender la propuesta de metodología que este estudio planteará en el siguiente capítulo.

En tal sentido, en este apartado presentaremos la normativa vigente en el mercado asegurador peruano con relación a los requerimientos de capital regulatorio. Asimismo, presentaremos el reglamento que especifica la estructura y composición de los activos elegibles para el respaldo de obligaciones técnicas, así como el reglamento que establece las condiciones de calce entre activos y pasivos.

2.2.1 Requerimientos Patrimoniales

El Reglamento de Requerimientos Patrimoniales de las Empresas de Seguros y Reaseguros, aprobado por la Resolución SBS N° 1124-2006, establece los requerimientos de patrimonio que las aseguradoras peruanas deben mantener para cubrir los riesgos técnicos y demás riesgos que las afectan.

El referido reglamento considera los siguientes requerimientos:

- **Patrimonio de Solvencia:** Corresponde al requerimiento patrimonial destinado a cubrir los riesgos técnicos que afectan a las empresas de seguros; entre ellos, la inadecuada política de suscripción de riesgos, la inapropiada utilización de bases técnicas o actuariales en el cálculo de primas, las insuficientes reservas técnicas constituidas, la deficiente cobertura de reaseguros, etc.

Este requerimiento está determinado por la cifra más alta entre el capital mínimo que establece la Ley General³⁶ y el margen de solvencia. Éste último, a su vez está determinado por el monto más alto que resulte de aplicar dos metodologías: una en función del importe de primas y la otra en función de la siniestralidad.

³⁶ Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, Ley N° 26702.

- Fondo de Garantía: Representa el respaldo patrimonial adicional que deben poseer las empresas para hacer frente a los demás riesgos que pueden afectarlas y que no son cubiertos por el patrimonio de solvencia, como los riesgos de inversión y otros riesgos. El monto mensual de dicho fondo se establece como el 35% del patrimonio de solvencia.
- Patrimonio efectivo destinado a cubrir riesgo crediticio: Representa la porción patrimonial que respalda las operaciones sujetas a riesgo crediticio establecidas en la Ley General y sus normas complementarias. Se obtiene al dividir entre once el resultado de la ponderación de los saldos contables de los préstamos hipotecarios a los trabajadores para la adquisición de vivienda única y del otorgamiento de fianzas, en base a los factores establecidos en la Ley General.

Como se puede observar, en la regulación peruana el único requerimiento patrimonial establecido para cubrir los riesgos de inversión es el Fondo de Garantía, que además cubre otros riesgos que no son cubiertos por el patrimonio de solvencia. Como ya se indicó, el Fondo de Garantía se calcula como el 35% del patrimonio de solvencia, es decir, la base de cálculo del requerimiento patrimonial para cubrir los riesgos de inversión y otros riesgos, distintos de los riesgos técnicos, es específicamente un componente de naturaleza técnica (el patrimonio de solvencia). Dicho en otras palabras, el Fondo de Garantía tiene actualmente una base de cálculo que no está alineada con la naturaleza de los riesgos que pretende cubrir (riesgos de inversión).

No obstante, es importante indicar que ya se dio el primer paso de solución, en junio de 2008, el Poder Ejecutivo mediante el Decreto Legislativo N° 1028 modificó la Ley General eliminando de su artículo 305° el texto que hacía mención al cálculo del Fondo de Garantía como el 35% del patrimonio de solvencia, y a su vez, estableciendo que la SBS emitiría las normas complementarias para la determinación del Fondo de Garantía, considerando los riesgos de mercado, operacional y otros que ésta determine, así como el riesgo de crédito de operaciones distintas a las indicadas en el artículo 300° de la Ley General.

Si bien, la referencia al 35% del patrimonio de solvencia aún existe como tal en el Reglamento de Requerimientos Patrimoniales, su modificación será un proceso a cargo de la SBS, y no del Congreso de la República o del Poder Ejecutivo como corresponde cuando se modifica una ley.

Actualmente, la SBS viene trabajando en la elaboración de normativa adecuada para la medición de los riesgos de mercado, por lo que a la fecha ha elaborado y aprobado las

normativas relacionadas a la medición del riesgo cambiario³⁷ y del riesgo de renta variable³⁸, las mismas que tomaron como base de referencia los principios y metodologías presentados por el Proyecto Solvencia II. Cabe señalar que, el presente estudio servirá de base para la posterior elaboración de una normativa de medición del riesgo de tipo de interés, regulación que la SBS tiene programado desarrollar, y que contribuirá a implementar una supervisión basada en riesgos.

Es importante indicar que, la información que las empresas de seguros brinden a la SBS con relación a la aplicación de las normativas antes mencionadas servirá de punto de partida para el posterior proceso de sensibilización de los requerimientos de capital al riesgo asumido por las empresas, proceso que culminará con la modificación del Reglamento de Requerimientos Patrimoniales.

El referido proceso de sensibilización de los requerimientos patrimoniales al riesgo asumido forma parte de la implementación de una supervisión basada en riesgos dentro de la SBS, para lo cual dicha institución viene evaluando las mejores prácticas y estándares internacionales en materia de supervisión, entre ellos, en el ámbito de seguros, el Proyecto Solvencia II. La presente investigación contribuirá a dicho proceso de evaluación. Cabe señalar que, la futura implementación de Solvencia II dentro del mercado asegurador peruano constituye uno de los objetivos estratégicos de la SBS.

2.2.2 Elegibilidad de las Inversiones

El Reglamento de las Inversiones Elegibles de las Empresas de Seguros, aprobado por la Resolución SBS N° 039-2002, establece las características de calidad y límites que deben cumplir las inversiones de las empresas de seguros para ser consideradas elegibles para el respaldo de sus obligaciones técnicas.

Cabe señalar que, las obligaciones técnicas de una empresa de seguros están compuestas por el total de las reservas técnicas, el patrimonio de solvencia, las primas diferidas, la práctica insegura y el fondo de garantía.

³⁷ Reglamento de Medición del Riesgo Cambiario en Empresas de Seguros (Resolución SBS N° 2507-2010), aprobado el 17 de marzo de 2010.

³⁸ Reglamento de Medición del Riesgo de Renta Variable en las Empresas de Seguros (Resolución N° 6885-2010), aprobado el 02 de julio de 2010.

Dentro del referido reglamento se establece que las empresas de seguros deben mantener en todo momento respaldadas sus obligaciones técnicas con inversiones elegibles, procurando que exista calce entre ellos, en términos de tiempo y moneda. No obstante, con respecto a este requisito de calce, el reglamento de inversiones elegibles no da un mayor alcance o detalle específico sobre el tema.

De otro lado, el reglamento establece que las empresas tengan plena disposición de los activos y recursos involucrados en las operaciones que constituyen sus inversiones elegibles, debiendo contar con la documentación que acredite la titularidad de dichas inversiones.

De acuerdo al reglamento, las inversiones elegibles pueden ser realizadas en los siguientes tipos de activos:

- a) Caja.
- b) Depósitos e imposiciones de cualquier naturaleza en empresas del sistema financiero del país o del exterior.
- c) Valores emitidos por el Gobierno Central o por el Banco Central de Reserva del Perú.
- d) Títulos representativos de las captaciones que realizan las empresas del sistema financiero.
- e) Letras, bonos, cédulas y otros instrumentos hipotecarios.
- f) Bonos empresariales clasificados.
- g) Acciones cotizadas en bolsa, certificados de participación preferente, valores representativos de acciones en depósito y cuotas de fondos mutuos de inversión en valores.
- h) Instrumentos financieros emitidos o garantizados por otros Estados o Bancos Centrales de países extranjeros, por instituciones multilaterales de crédito o por bancos del exterior de primera categoría.
- i) Inmuebles urbanos situados en el territorio nacional.

- j) Primas por cobrar de seguros de invalidez y sobrevivencia, saldo de las cuentas individuales de los afiliados siniestrados del Sistema Privado de Pensiones y Bono de Reconocimiento.
- k) Primas por cobrar no vencidas y no devengadas, originadas en contratos de seguros con cláusula de resolución por falta de pago.
- l) Préstamos con garantía de pólizas de seguros de vida.
- m) Primas por cobrar no vencidas a las empresas de seguros generales cedentes, en virtud de los contratos de reaseguros.
- n) Otras inversiones, entre ellas, instrumentos de corto plazo, operaciones de reporte y pactos de recompra, certificados de participación de fondos de inversión nacionales o extranjeros, créditos inmobiliarios, y otras inversiones que autorice la Superintendencia.

Además de las características de calidad a las cuales están sujetas las inversiones de las empresas de seguros para ser consideradas elegibles para la cobertura de obligaciones técnicas, el reglamento establece límites por rubros de inversión, expresados como porcentaje de las obligaciones técnicas, y haciendo distinción entre ramos de seguros (ramos generales y ramos de vida). Adicionalmente se establecen otros límites, tales como, el límite global de las inversiones en el exterior, el límite de diversificación por emisor en cada rubro de inversión, los límites globales por emisor y grupo económico, y el límite sectorial.

Finalmente, el reglamento establece que las empresas de seguros deben remitir mensualmente a la SBS la información correspondiente a su cartera de inversiones. Dicha información es organizada y presentada en los siguientes anexos:

- Anexo N° S-1: Obligaciones Técnicas.
- Anexo N° S-2: Inversiones Elegibles.
- Anexo N° S-3: Inversión en Depósitos.
- Anexo N° S-4: Inversión en Instrumentos Representativos de Deuda.
- Anexo N° S-5: Inversión en Instrumentos Representativos de Capital.
- Anexo N° S-6: Operaciones de Reporte y Pactos de Recompra.
- Anexo N° S-7: Inversión en Inmuebles.
- Anexo N° S-8: Otros Instrumentos.
- Anexo N° S-9: Primas por cobrar a asegurados no vencidas y no devengadas.

- Anexo N° S-10: Primas por cobrar no vencidas de cedentes.

2.2.3 Calce³⁹ entre Activos y Pasivos

El Reglamento de Constitución de Reservas Matemáticas de los Seguros sobre la Base del Calce entre Activos y Pasivos de las Empresas de Seguros, aprobado por la Resolución SBS N° 562-2002⁴⁰, establece la metodología para el cálculo de las reservas matemáticas de los seguros de rentas vitalicias asociadas al Sistema Privado de Pensiones (SPP), de forma que, se reconoce el calce entre las operaciones activas y pasivas de las empresas de seguros, que siguen una correspondencia adecuada, en cuanto a plazos y monedas.

Por tanto, el referido reglamento incentiva el mejor calce en plazos y monedas entre los activos y pasivos, enfocándose en esta oportunidad en los seguros de rentas vitalicias asociadas al SPP. El incentivo para las empresas de seguros lo constituye la menor constitución de reservas matemáticas y por ende, el menor requerimiento patrimonial, los cuales devienen como consecuencia de la aplicación de un mejor calce.

Es importante destacar que, a la fecha del presente estudio, dentro de la regulación peruana, los únicos seguros que están sujetos a una normativa de calce son los seguros de rentas vitalicias asociados al SPP, los cuales son comercializados por las empresas de seguros de vida. El resto de seguros tiene su propia metodología de constitución de reservas, pero no existe una normativa asociada que incentive el calce a nivel regulatorio.

De acuerdo al reglamento, los activos elegibles para el calce lo constituyen aquellos instrumentos representativos de deuda que cumplen los requisitos para ser considerados como inversiones elegibles para el respaldo de obligaciones técnicas, y que además se encuentran en las siguientes categorías:

- a) Instrumentos representativos de deuda de renta fija indexados en soles, que sean emitidos en serie. Se consideran aquellos instrumentos indexados por el Índice de Precios al Consumidor (IPC) o de Valor de Actualización Constante (VAC).

³⁹ Toda referencia al término *calce* se entenderá como *casamiento*.

⁴⁰ Última modificación realizada mediante la Resolución SBS N° 8421-2011, de fecha 20 de julio de 2011, debido a la incorporación de nuevos productos previsionales para los potenciales pensionistas en el SPP: pensiones en nuevos soles y en dólares americanos, ajustados ambos a una tasa fija predeterminada. La ampliación de la oferta de productos previsionales fue aprobada mediante Decreto Supremo N° 104-2010-EF, que modificó el Reglamento del Texto Único Ordenado de la Ley del SPP.

- b) Instrumentos representativos de deuda de renta fija en soles, que sean emitidos en serie.
- c) Instrumentos representativos de deuda de renta fija en dólares, que sean emitidos en serie.
- d) Instrumentos representativos de deuda de renta variable en dólares, en soles y en soles indexados, que sean emitidos en serie. En este tipo de instrumentos, sólo se considera elegible el flujo predeterminable y fijo generado por la amortización del principal y/o de los intereses. Asimismo, se podrán considerar aquellos flujos que cumplan ambas condiciones (predeterminable y fijo) que se generen mediante la utilización de instrumentos financieros derivados, siempre que se cuente con autorización previa de la SBS.
- e) Otros activos autorizados por la SBS.

Asimismo, el reglamento especifica que, en el caso que los activos elegibles para el calce descritos anteriormente cuenten con alguna opción de prepago por parte del emisor, se deberá tomar en consideración además lo siguiente:

- a) Instrumentos representativos de deuda con opción de compra “*make-whole*”: Puede ser utilizado para el calce, el flujo total generado por la amortización del principal y/o intereses.
- b) Instrumentos representativos de deuda con opción de compra “de precio fijo”: Puede ser utilizado para el calce, únicamente el flujo preestimado generado por los intereses y/o la amortización del principal, es decir, aquel flujo que se genere antes de y hasta la fecha en que la opción de compra se active. El flujo posterior a dicha fecha, generado por los intereses y/o la amortización o pago del principal, no podrá ser utilizado para el calce.

De otro lado, de acuerdo al reglamento, se consideran pasivos elegibles para el calce a aquellos pasivos de seguros generados en contratos que cumplan con las siguientes condiciones:

- a) La póliza corresponda a un seguro de renta vitalicia asociada al SPP.
- b) Los beneficios correspondan a montos preestablecidos en soles indexados y/o reajustados o dólares reajustados a una tasa fija anual conforme señala el artículo 105° del Decreto Supremo N° 104-2010-EF. Se incluye los beneficios en dólares nominales correspondientes a la cartera *run-off*⁴¹.
- c) La prima se encuentre totalmente pagada.

Cabe señalar que, para determinar los flujos de pasivos elegibles para el calce, se deben considerar las probabilidades de que dichos flujos lleguen a ser cobrados por los respectivos asegurados o sus beneficiarios, si corresponde, en el período de cobertura de la póliza.

Con respecto a la medición del calce, el reglamento establece que las empresas deban calcular mensualmente el índice de cobertura de pasivos, el cual indica la situación de calce entre activos elegibles y pasivos elegibles, a lo largo de 10 bandas temporales⁴². Estos índices de cobertura se utilizan luego para el cálculo de la reserva matemática financiera.

La reserva matemática financiera se obtiene a través de la siguiente fórmula (para cada póliza j):

$$VPP_j = \sum_{\text{tramo } k=1}^{\text{tramo } k=10} \sum_{\text{todo } i \text{ en el tramo } k} FP_{j,i} \left[(1+TM_j)^{-i} \times F \times CP_k + (1+TA)^{-i} \times (1-F \times CP_k) \right]$$

Donde:

VPP_j = Reserva matemática financiera de la póliza j al momento del cálculo.

$FP_{j,i}$ = Flujo de la póliza j en el período i.

CP_k = Índice de cobertura de pasivos, correspondiente al mes de cálculo de la reserva matemática financiera, en la banda temporal k.

TM_j = Tasa de mercado del mes de entrada en vigencia de la póliza j.

F = Factor de seguridad (80%).

TA = Tasa de anclaje (3%).

⁴¹ La cartera *run-off* está conformada por los contratos de seguro contraídos en dólares nominales que se encuentran en proceso de liquidación hasta que toda la responsabilidad referida al pago de pensiones concluya.

⁴² Las bandas temporales denominadas como k son: k_1 = años 1 al 2; k_2 = años 3 al 4; k_3 = años 5 al 6; k_4 = años 7 al 8; k_5 = años 9 al 10; k_6 = años 11 al 13; k_7 = años 14 al 16; k_8 = años 17 al 21; k_9 = años 22 al 26; y, k_{10} = años 27 en adelante.

Con relación a la remisión de información sobre calce, el reglamento establece que las empresas deberán presentar a la SBS con periodicidad trimestral los siguientes anexos:

- Anexo N° 1: Activos elegibles para calce
- Anexo N° 2: Información sobre pasivos
- Anexo N° 3: Determinación de los Índices de Cobertura

Es importante mencionar que, debido a que el cálculo de la reserva matemática financiera implica un cálculo a nivel de póliza, es decir, se calcula la reserva en base a la actualización de los flujos, póliza por póliza, la información de pasivos que remiten las empresas a la SBS mediante el Anexo N° 2 tiene el nivel de detalle correspondiente para replicar dicho cálculo, es decir, la base de datos se presenta póliza por póliza.

La información de pasivos del Anexo N° 2 no sólo permite replicar el cálculo de la reserva matemática financiera, sino además, debido al nivel de detalle constituye una fuente de información base para realizar estimaciones, evaluaciones o estudios de impacto sobre las metodologías propuestas por el Proyecto Solvencia II, el cual, entre otros requisitos de información, requiere la estimación de los flujos de pasivos (además de los activos) para el cálculo del NAV. Como sabemos, el NAV constituye la unidad base para el cálculo de los requerimientos de capital de varios sub-módulos de riesgo de mercado, entre ellos, el sub-módulo de riesgo de tipo de interés.

Actualmente, la SBS sólo cuenta con información de los pasivos, póliza por póliza, para los seguros de rentas vitalicias asociados al SPP y que se acogen al reglamento de calce. La no disposición de dicha información para otros pasivos constituye una limitación importante para la evaluación integral del Proyecto Solvencia II dentro de la SBS.

Mencionamos dicha limitación, dado que la aplicación práctica del presente estudio requería la información sobre los flujos de pasivos sensibles al tipo de interés, a fin de calcular el NAV correspondiente y obtener el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés, luego de la aplicación de los shocks. En los apartados 3.2 y 3.3 del presente documento comentaremos en detalle cómo resolvimos dicha limitación.

CAPÍTULO III

Propuesta de Metodología para el Cálculo del Requerimiento de Capital por Riesgo de Tipo de Interés para las Empresas de Seguros de Perú

III. Propuesta de Metodología para el Cálculo del Requerimiento de Capital por Riesgo de Tipo de Interés en las Empresas de Seguros de Perú

3.1 Consideraciones Generales

3.1.1 Medición del Riesgo dentro de Solvencia II: *VaR*

Tal como se destacó en los apartados 2.1.2.2, 2.1.2.3 y 2.1.3 del presente estudio, dentro de los principios establecidos en la Directiva de Solvencia II se establece como método de medición del riesgo al *Value at Risk (VaR)*, el cual permitirá calibrar con un nivel de confianza del 99,5% y a un horizonte de un año, el cálculo del requerimiento patrimonial de cada módulo y sub-módulo de riesgo de la fórmula estándar del SCR.

En tal sentido, dada la importancia del VaR dentro de las metodologías de cálculo del Proyecto Solvencia II, consideramos relevante presentar un resumen de los diferentes tipos de VaR, poniendo énfasis en las ventajas e inconvenientes de cada uno ellos, así como realizar un análisis comparativo de la aplicación tradicional del VaR y la aplicación que se viene realizando dentro del Proyecto Solvencia II para el caso específico del riesgo de tipo de interés.

3.1.1.1 *VaR* – Definición y Tipos de Metodología

Definición: El *Value at Risk* se define como la máxima pérdida esperada en el valor de mercado de un activo o de una cartera de activos para un período de tiempo determinado y un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado.

Dicho en otras palabras, el VaR da respuesta a la pregunta: ¿Cuánto puedo perder como máximo, con un $x\%$ de probabilidad, durante un período de tiempo y , en condiciones normales de mercado?

Algunos autores indican en términos simples que, calcular un VaR “no es más” que calcular un percentil de la distribución de probabilidades de las pérdidas y ganancias de una cartera. Si el VaR se calcula para un nivel de confianza $x\%$, habrá que calcular el percentil $(1 - x)\%$. Por tanto, para calcular el VaR resulta esencial conocer la distribución de probabilidad de los rendimientos futuros de la cartera.

En términos matemáticos, el VaR para un nivel de confianza α , y para un período de tiempo T se define como:

$$VaR_{\alpha,T} = \{ X \in R / P[Pérdida en T > X] = 1 - \alpha \}$$

Como se observa, para estimar el VaR se requiere la elección previa de dos parámetros fundamentales: el período de tiempo y el nivel de confianza. Dichos parámetros deberán ser elegidos de forma adecuada en función de los objetivos de la gestión del riesgo, así como de la naturaleza del riesgo evaluado.

En relación al período de tiempo, creemos conveniente considerar los siguientes factores:

- **Liquidez de las posiciones:** Entendida en términos del período de tiempo necesario para deshacer la posición en los activos expuestos al riesgo bajo análisis, considerando volúmenes de negociación normales. La liquidez depende tanto del mercado como de la cuantía de la posición.

Por tanto, en una mesa de tesorería con posiciones fáciles de deshacer es coherente aplicar un VaR diario; pero con posiciones en títulos de mercados emergentes, el VaR deberá considerar un período de tiempo mayor.

- **Validación posterior del modelo (*Backtesting*):** Una validación fiable requiere gran cantidad de datos y gran cantidad de datos requieren un período de tiempo largo.

Si suponemos por ejemplo que el modelo es fiable cuando utiliza 1000 datos, para la validación del VaR diario se necesitarían datos de aproximadamente 4 años. Si se utiliza el VaR para dos semanas de negociación son precisos datos de más de 40 años para validar el modelo.

- **Hipótesis de la composición constante de la cartera:** El VaR asume que la composición de la cartera es constante durante el horizonte temporal utilizado para el cálculo. Cuando se considera un período de tiempo elevado, es más probable que la composición de la cartera se haya modificado. Cuando se halla el VaR diario el riesgo anterior se minimiza.
- **Hipótesis de las distribuciones de probabilidad:** Asumir una distribución normal para las pérdidas y ganancias de una cartera podría generar algunas situaciones de inconsistencia, como precios negativos para los activos o rentabilidades inferiores a

-1. La forma de evitarlo es considerar otras distribuciones (por ejemplo, la distribución logarítmico-normal) o estimar la pérdida para un período de tiempo reducido.

Los aspectos anteriores justifican la práctica habitual de cálculo del VaR diario por parte de las entidades financieras, sin perjuicio de que, posteriormente, a partir del mismo, se determine el VaR para el período estipulado por el regulador a efectos de establecer los requerimientos de capital. Como se sabe, en el caso de Solvencia II se ha establecido un período de tiempo de un año.

Con respecto al nivel de confianza, es importante considerar los siguientes aspectos:

- El objetivo de aplicación del VaR: Si el VaR se emplea para determinar el capital necesario para hacer frente a los riesgos, entonces la elección del nivel de confianza es fundamental, y se debe basar en el grado de aversión al riesgo de la entidad y en el costo asumido por el exceso de pérdidas. Una mayor aversión al riesgo implicará un nivel de confianza mayor.
- Validación posterior del modelo (*Backtesting*): Cuanto mayor sea el nivel de confianza, más tiempo se debe esperar en media para obtener y acumular datos y resultados (con el número suficiente de observaciones en las que las pérdidas sean superiores a las estimadas por el VaR) que nos permitan validar el modelo y ver si se ajusta a la realidad.

Así por ejemplo, en el caso de un nivel de confianza del 99% se debe esperar 100 días para confirmar si lo estimado coincide con lo real.

En línea con los aspectos antes indicados, en el caso de establecer un nivel de confianza del VaR para objetivos regulatorios se debe buscar un equilibrio entre la necesidad de garantizar la solvencia de las entidades financieras supervisadas y la no penalización por exigencia de excesivos requisitos de capital. Como se sabe, en el caso de Solvencia II los niveles de confianza establecidos son 99,5% para el cálculo del SCR, y 85% para el cálculo del MCR.

Tipos de Metodología: Tal como lo indicamos anteriormente, para calcular el VaR de una cartera resulta esencial conocer la distribución de probabilidad de sus rendimientos futuros. En tal sentido, de acuerdo a la distribución de rendimientos asumida y otros supuestos, el VaR puede adoptar diversas metodologías de cálculo. En general, las metodologías de estimación del VaR pueden clasificarse en dos enfoques:

- a) Enfoque Paramétrico: Asume que los rendimientos futuros del activo o cartera siguen una distribución teórica paramétrica, es decir, una distribución que queda completamente descrita a través de sus parámetros. Este enfoque incluye el método de varianzas-covarianzas y el método de simulación de Montecarlo.
- b) Enfoque No-Paramétrico: No requiere el establecimiento de ninguna hipótesis previa sobre la forma de la distribución de rendimientos de la cartera, ni sobre las volatilidades y las correlaciones de los mismos. Este enfoque incluye el método de simulación histórica.

A continuación presentaremos un breve resumen de los tres métodos antes mencionados, poniendo especial énfasis en las ventajas e inconvenientes de cada uno.

- i. Método de Varianzas-Covarianzas: Como ya lo indicamos, es un método analítico o paramétrico, asume una distribución normal sobre los rendimientos de la cartera o sobre las variaciones relativas del factor de riesgo, en éste último caso es necesario asumir que la exposición a dicho factor es lineal, por lo que algunos autores denominan a este método como Delta-Normal. En general, se requiere la estimación de al menos un parámetro, la desviación típica.

Bajo este método, partiendo de la distribución normal de los rendimientos, el VaR se obtiene a partir de la siguiente expresión general:

$$VaR = -P_0 * k * \sigma + P_0 * \mu$$

Donde:

P_0 = Valor actual del activo o cartera de activos

k = Coeficiente de la distribución normal estándar, está determinado por el nivel de confianza dado. Representa el número de desviaciones típicas a considerar dentro de la distribución normal estándar para alcanzar el nivel de confianza especificado.

σ = Desviación típica de la variación relativa del valor del activo o cartera de activos

μ = Media de la variación relativa del valor del activo o cartera de activos

Cabe señalar que los parámetros fundamentales del VaR, el nivel de confianza y el período de tiempo, están recogidos en la fórmula antes indicada; el primero, a través del k , y el segundo, de forma implícita en los estadísticos de μ y σ .

Es importante indicar que, cuando se calcula el VaR para un período de tiempo reducido, por ejemplo un día, μ suele ser prácticamente nulo o al menos muy

pequeño en relación a σ , por lo que es habitual considerar la hipótesis de nulidad de μ , quedando definido el cálculo del VaR sólo con el primer sumando de la expresión antes descrita, es decir, se requeriría la estimación de sólo el parámetro σ .

De otro lado, mencionamos que, cuando se calcula el VaR de una cartera, la desviación típica de las variaciones relativas del valor de la cartera (σ), considerará la correlación entre las variaciones de valor de todos los activos que componen la cartera.

De otro lado, si se parte de la distribución de probabilidad del factor de riesgo, la expresión general para el cálculo del VaR, teniendo en cuenta la hipótesis de nulidad de μ es la siguiente:

$$VaR = P_0 * \lambda * \left(\frac{\Delta S}{S_0}\right)$$

Donde:

P_0 = Valor actual del activo o cartera de activos

λ = Coeficiente de sensibilidad, mide la variación relativa del valor actual del activo con respecto a variaciones relativas del factor de riesgo.

$\left(\frac{\Delta S}{S_0}\right)$ = Movimiento adverso relativo del factor de riesgo.

Dicha expresión del VaR es la más utilizada en términos prácticos para la gestión de riesgo, pues permite identificar la existencia de uno o varios factores de riesgo, que a través de movimientos adversos generan pérdidas de valor en el activo o cartera de activos, cuya magnitud dependerá del grado de sensibilidad del valor actual frente a movimientos del factor de riesgo.

Para efectos del presente estudio, el VaR por riesgo de tipo de interés quedaría expresado como:

$$VaR = P_0 * \lambda_i * \left(\frac{\Delta i}{i_0}\right)$$

Donde:

P_0 = Valor actual del activo o cartera de activos sensibles al tipo de interés. Principalmente, activos de renta fija.

λ_i = Sensibilidad del valor actual del activo o cartera de activos frente a movimientos adversos relativos del tipo de interés. En el caso de renta fija λ_i puede

ser aproximado al producto de la Duración modificada (D_{mod})⁴³ por el tipo de interés (i_0).

$\left(\frac{\Delta i}{i_0}\right)$ = Movimiento adverso relativo del tipo de interés. En el caso de renta fija los movimientos adversos corresponden a incrementos en el tipo de interés.

Si consideramos el cálculo del VaR por riesgo de tipo de interés a través de este método, es decir, asumimos una distribución normal de las variaciones relativas del tipo de interés, y linealidad de dicho factor de riesgo, entonces el VaR por riesgo de tipo de interés, para el caso de activos de renta fija, queda definido como:

$$VaR = P_0 * D_{mod} * i_0 * k * \sigma_i$$

Donde:

P_0 = Valor actual del activo o cartera de activos de renta fija

D_{mod} = Duración modificada

i_0 = Tipo de interés inicial

k = Coeficiente de la distribución normal estándar, determinado por el nivel de confianza especificado

σ_i = Desviación típica de las variaciones adversas relativas del tipo de interés.

El general, la aplicación del método del VaR de varianzas-covarianzas presenta ventajas e inconvenientes que son importantes considerar:

Ventajas:

- Cálculo simple, rápido, fácil de implementar.

Inconvenientes:

- El método está expuesto al riesgo de modelización. El supuesto de normalidad de la distribución de los rendimientos de la cartera o de las variaciones relativas del factor de riesgo, podría infravalorar las pérdidas reales, pues la distribución empírica podría tener colas más gruesas. Dicho inconveniente es más relevante aún cuando calculamos requerimientos de

⁴³ La Duración modificada es una medida de sensibilidad de los tipos de interés. En carteras de renta fija mide la variación relativa del precio ante variaciones absolutas del tipo de interés.

capital, pues estos podrían ser insuficientes generando serios problemas de solvencia en las entidades.

- En el caso del supuesto de linealidad de los factores de riesgo incentiva a conformarse con aproximaciones locales lineales como la D_{mod} en el caso de carteras de renta fija, lo cual podría agregar desviaciones al cálculo de las pérdidas.

Uno de los caminos sugeridos para hacer frente al primer inconveniente (el más relevante) es la consideración de otras distribuciones de probabilidad con colas más gruesas a la normal, como la T de Student, o aplicar una mixtura de distribuciones normales. El VaR resultante seguiría siendo paramétrico pues se mantiene el uso de una distribución teórica, sin embargo, el tener en cuenta algunas características empíricas de la distribución real permitiría mejorar la elección de la distribución teórica a utilizar.

- ii. Método de Simulación Histórica: Como ya lo mencionamos, éste es un método de enfoque no-paramétrico, pues no requiere asumir una distribución teórica ni calcular parámetros específicos, ya que se basa en la distribución real histórica, por lo que constituye un método empírico. Estima los rendimientos futuros de los flujos de caja a partir de los rendimientos históricos observados en el período de referencia. En tal sentido, con respecto a los tipos de interés, este método considera que el comportamiento pasado de los tipos de interés replica adecuadamente su comportamiento futuro.

Entonces, a partir de la serie histórica de curvas de tipos de interés se deducen las variaciones de los valores actuales de los flujos de caja que se hubiesen producido en caso de repetirse las diferentes experiencias pasadas. El VaR se obtendrá mediante el percentil de la distribución obtenida según el nivel de confianza considerado

En general, este método presenta las siguientes ventajas e inconvenientes a considerar:

Ventajas:

- Cálculo simple, no es preciso estimar estadístico alguno, es relativamente sencillo de implementar.
- No depende de ninguna hipótesis de distribución teórica de los rendimientos, por tanto, permite tener en cuenta las colas gruesas. Esta ventaja supera el inconveniente planteado en el método de varianzas-covarianzas.
- Se puede aplicar a cualquier tipo de posición, lineal o no lineal, sin necesidad de realizar simplificaciones o aproximaciones como las implícitas en los desarrollos de Taylor. Por tanto, supera el uso de la D_{mod} en el caso del tipo de interés.
- No es preciso estimar estadístico alguno, es un método fácil de implementar.

Inconvenientes:

- Presenta una gran dependencia del período de observación elegido y la frecuencia de sus datos.

iii. Método de Simulación de Montecarlo: Es un método de enfoque paramétrico. Requiere la estimación de determinados parámetros a partir de la muestra histórica de referencia y estima la pérdida mediante una distribución teórica de probabilidad multivariante. Para el caso del tipo de interés, se requeriría su modelización estocástica.

Mientras en el método de simulación histórica se considera únicamente una trayectoria de rentabilidades (la observada en el período de referencia), en el método de simulación de Montecarlo pueden considerarse tantas trayectorias como se desee. Para evitar el problema de colas gruesas observado en el método de varianzas-covarianzas resulta igualmente necesario incorporar factores de ajuste.

En general, este método presenta las siguientes ventajas e inconvenientes a considerar:

Ventajas:

- Descripción más realista del riesgo real, ya que la distribución de las variaciones relativas del valor actual de los activos está soportada por un amplio abanico de trayectorias y sus probabilidades. Esto supera el inconveniente del método de simulación histórica, en el cual sólo se tiene en cuenta una posible trayectoria.
- Método muy poderoso, sirve para todo tipo de posiciones; pero es especialmente útil para obtener el VaR de posiciones no lineales como las opciones.

Inconvenientes:

- Por su complejidad de cálculo (gran número de simulaciones) presenta una mayor dependencia de herramientas informáticas sofisticadas que en el caso de los métodos antes descritos, a fin de superar la lentitud que podría representar su cálculo.
- Depende de generadores de números aleatorios, por lo que es necesario asegurar la calidad de los mismos, es decir, tener en cuenta el tipo de algoritmo que genera dichos valores aleatorios, a fin de evitar distribuciones con “agrupamientos” o *clusters*, que son fuentes de errores en el cálculo del VaR.

3.1.1.2 VaR Paramétrico aplicado en Solvencia II

Tal como ya se mencionó a lo largo del presente estudio, el Proyecto Solvencia II propone el VaR como metodología de medición del riesgo para sus diferentes módulos y sub-módulos. A la luz de lo expuesto en el apartado precedente, y luego de analizar las especificaciones técnicas QIS4 y QIS5 propuestas por Solvencia II para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés (ver detalle en el apartado 2.1.4), concluimos que el método de VaR que se viene aplicando para dicho riesgo es el Paramétrico.

No obstante, es importante precisar que el VaR paramétrico aplicado en Solvencia II, difiere del VaR paramétrico de Varianzas-Covarianzas que tradicionalmente es utilizado para la gestión del riesgo. Concretamente, en el caso del riesgo de tipo de interés se asume

distribuciones de probabilidad diferentes a la distribución normal, se calibran y aplican *shocks* del factor de riesgo y se plantea una valoración completa del VaR.

Si bien, tanto en QIS4 como en QIS5 la lógica del VaR paramétrico para el riesgo de tipo de interés es la misma, las metodologías aplicadas para la modelización de las variaciones relativas del factor de riesgo, así como para la calibración de los *shocks* son diferentes entre ambos estudios de impacto cuantitativo.

La principal diferencia lo representa la complejidad de las metodologías aplicadas en cada caso. Tal como lo presentamos en el apartado 2.1.4.1, en QIS4 se propone una distribución log-normal para las variaciones relativas del tipo de interés, a partir de considerar algunas características empíricas, y los *shocks* son calibrados en base a dicha distribución. En cambio, en QIS5 se estima la variación relativa del tipo de interés en base a la aplicación del método denominado Análisis de Componentes Principales, método que reduce la dimensión de un conjunto de datos mediante la aplicación de una transformación lineal ortogonal, a partir de la cual se obtiene la óptima representación reducida de los datos; los *shocks* se obtienen de aplicar una regresión lineal a los componentes principales. Lo anterior se explicó en detalle en el apartado 2.1.4.2.

Si bien la metodología propuesta en QIS5 para el riesgo tipo de interés podría resultar en una estimación de pérdidas mucho más exacta que en QIS4, también resulta mucho más compleja, no sólo por la metodología en sí misma, sino también en términos de utilización de recursos (capital humano con conocimiento especializado, plataforma informática sofisticada, mayor tiempo requerido, etc.).

La antes referida complejidad viene adecuadamente justificada cuando el mercado de seguros al cual se aplica tiene ya un desarrollo relevante, como es el caso del Área Económica Europea, cuando la cartera de activos y pasivos sensibles al riesgo de tipo de interés de una entidad sujeta a evaluación contiene ciertas estructuras complejas, cuando se dispone de información de activos y pasivos con el suficiente detalle para aplicar dicha metodología, entre otros aspectos a considerar.

En el caso del mercado asegurador peruano, realidad de la que se ocupa el presente estudio, y entorno para el cual se propondrá una metodología de cálculo de requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés, consideramos que la aplicación de la metodología propuesta por QIS5 para dicho riesgo resulta no adecuada en estos momentos, dado el nivel de desarrollo

aún incipiente que ha alcanzado⁴⁴, así como la poca complejidad de sus activos y pasivos sensibles al riesgo de tipo de interés⁴⁵, y fundamentalmente debido a la falta de antecedentes con relación a la aplicación de un requerimiento patrimonial por riesgo de tipo de interés⁴⁶, y a la falta de disposición de información sobre pasivos con el suficiente detalle (póliza por póliza)⁴⁷ para que la SBS proponga dicha metodología a nivel de fórmula estándar.

Consideramos que, la metodología QIS5 para el riesgo de tipo de interés podría ser viable a nivel de modelo interno, debido a la exigencia y complejidad que representa actualmente. Esto dependerá del nivel de especialización de las empresas de seguros de Perú, y del análisis costo-beneficio que realicen con relación a la implementación de un modelo de este nivel.

Dado que no existe aún una metodología establecida a nivel regulatorio para el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés⁴⁸, es razonable que la SBS comience por establecer metodologías de medición de riesgo de tipo de interés y luego metodologías de requerimiento de capital por dicho riesgo a nivel de fórmula estándar, es decir, ambas metodologías basadas en formulaciones sencillas, fáciles de entender y de factible implementación para todas las empresas de seguros bajo su supervisión.

Por lo antes expuesto, consideramos que la metodología propuesta por Solvencia II en el QIS4 para el riesgo de tipo de interés presenta los atributos antes indicados, lo cual la hace adecuada como base de referencia para establecer una propuesta particular para Perú. En ese sentido, en la segunda mitad de este apartado nos ocuparemos de seguir analizando dicha metodología, ahora desde una perspectiva de comparación con el Var paramétrico de Varianzas-Covarianzas.

A continuación presentamos un cuadro que resume las diferencias entre la metodología de VaR paramétrico utilizado por Solvencia II en el QIS4 y la metodología de varianzas-

⁴⁴ El nivel de desarrollo alcanzado por un mercado asegurador se mide principalmente mediante dos indicadores: penetración y densidad. El indicador de penetración de seguros se define como Primas/PIB (Primas como % del PIB); mientras que el indicador de densidad como Primas/Población (Primas per cápita). Al cierre del año 2010, Latinoamérica y el Caribe presentaba una penetración de seguros de 2,68%, mientras que su densidad era de USD 219. Los mismos indicadores para Europa Occidental fueron de 8,44% y USD 2.890 respectivamente. Perú presentó una penetración de seguros de 1,6% y una densidad de USD 78,6. Fuente: *World Insurance in 2010*, Sigma N° 2/2011, Swiss Re.

⁴⁵ En el siguiente apartado presentamos un resumen sobre la composición de la cartera de inversiones de la industria de seguros peruana.

⁴⁶ Este punto ya se comentó en detalle en el apartado 2.2.1 del presente estudio.

⁴⁷ Este punto ya se comentó en detalle en el apartado 2.2.3 del presente estudio.

⁴⁸ Existe el Fondo de Garantía, como ya se describió en apartados previos, pero éste no se encuentra alineado con los riesgos que pretende cubrir (riesgos de inversión, y otros).

covarianzas, en sus dos versiones, considerando distribución normal sobre los rendimientos y distribución normal sobre el factor de riesgo. Luego del mismo, a partir de las diferencias identificadas, pasaremos a comentar sobre las ventajas e inconvenientes que presenta cada una:

Cuadro N° 8
Diferencias entre metodologías VaR

Características	Método de Varianzas-Covarianzas		Método Paramétrico QIS4 aplicado por Solvencia II
	Con énfasis en los rendimientos	Con énfasis en el factor de riesgo	
Distribución de probabilidad	Asume normalidad de los rendimientos de la cartera. Este supuesto generalmente infravalora las pérdidas.	Asume normalidad de las variaciones relativas del factor de riesgo. Es un supuesto más realista.	Asume una distribución teórica sobre las variaciones relativas del factor de riesgo (tipo de interés). Utiliza una distribución log-normal.
Valoración del VaR	Se realiza directamente sobre la distribución de probabilidad.	Utiliza aproximaciones lineales. En el caso del tipo de interés se hace uso de la Duración modificada.	Se aplica una valoración completa, utilizando los flujos de caja, los cuales son descontados mediante toda la estructura temporal de tipos de interés alterada por <i>shocks</i> .

Fuente: Elaboración propia.

Como observamos en el cuadro precedente, ambas metodologías de VaR, tanto la de Varianzas-Covarianzas (en sus dos versiones) como la aplicada por Solvencia II en el QIS4, son paramétricas, pues ambas se basan en asumir una distribución teórica para describir los rendimientos de la cartera o las variaciones relativas del factor de riesgo (tipo de interés). En carteras de renta fija se acepta que se consigue un mejor ajuste cuando se parte de la distribución del factor de riesgo. En cuanto a la distribución elegida el enfoque más sencillo es suponer normalidad, sin embargo, la elección de la distribución log-normal estuvo basada en ciertas características que presentaba el factor de riesgo (tipo de interés), tal como se describió en detalle en el apartado 2.1.4.1, por lo que parece más adecuada.

Es importante destacar que, en un VaR paramétrico, la elección de la distribución teórica de probabilidades, constituye una decisión fundamental para lograr un mayor ajuste al riesgo real. Si dicha elección toma en consideración algunas particularidades del comportamiento del factor de riesgo, se reduce la exposición al riesgo de modelización.

Cabe señalar que, la idea no es incrementar la complejidad del modelo, recordemos que el método paramétrico es muy utilizado especialmente por su rapidez y facilidad de cálculo, ya mencionados, sino es procurar que la distribución teórica elegida sea la más adecuada, al recoger algunas características empíricas del factor de riesgo. Se trata de buscar un equilibrio entre *acercamiento a la realidad vs. incremento de complejidad*.

Uno de los importantes beneficios que se obtiene al elegir una distribución teórica más adecuada en lugar de la distribución normal es reducir la probabilidad de infravalorar las

pérdidas, debido a que en la mayoría de casos, las distribuciones reales suelen tener colas más gruesas que en la distribución normal. Cabe indicar que, en temas de requerimientos de capital regulatorio, este beneficio resulta relevante, pues un importe insuficiente de capital conlleva a problemas de solvencia de la entidad supervisada.

Entre las metodologías de Varianzas-Covarianzas la desventaja de tomar la distribución del factor de riesgo para calcular el VaR es el utilizar una aproximación lineal, en el caso del tipo de interés, el tomar la Duración modificada por plazo, lo cual le resta precisión al cálculo. En contraste, el método paramétrico propuesto por Solvencia II aplica una valoración completa (o global) del VaR, es decir, en términos del tipo de interés, se realiza una re-valoración completa de todos flujos, tomando en consideración una estructura temporal de tipos alterada.

Si bien la aplicación de una valoración completa o global del VaR implica cierta carga operativa, además de la necesidad de disponer de todos los flujos estimados, su cálculo es más preciso y fiable, reduciendo así las posibles desviaciones generadas por aproximaciones. Es importante indicar, que una forma de reducir la carga operativa de este tipo de valoración es aplicando un mapeo adecuado de los flujos (*cash-flow mapping*)⁴⁹, a fin de quedarse con plazos e importes representativos (en lugar de todos), preservando el valor y el riesgo asociados. Para el cálculo del VaR en este último caso, tampoco se aplicaría aproximaciones lineales con relación al factor de riesgo.

Resulta relevante destacar que, debido a la aplicación de una valoración global del VaR paramétrico, Solvencia II propone seguir un proceso de calibración de las variaciones relativas del factor de riesgo, a fin de obtener *shocks* del mismo para cada plazo o vencimiento. El detalle de la calibración de los *shocks* para el tipo de interés en QIS4 se presentó en el apartado 2.1.4.1 del presente estudio. Dichos *shocks* permiten derivar la estructura temporal de tipos de interés alterada, la misma que servirá de base para la re-valoración completa de los flujos, y por tanto, para el cálculo del VaR. La calibración y posterior aplicación de *shocks* del factor de riesgo es una de las diferencias fundamentales de la metodología del VaR paramétrico aplicado por Solvencia II y el VaR de Varianzas-Covarianzas.

De la comparación de ambas metodologías VaR, a través de la identificación de sus principales diferencias y el reconocimiento de los beneficios de una sobre otra, concluimos que el VaR paramétrico propuesto por Solvencia II en el QIS4 constituye una versión más adecuada y cercana a la realidad que el VaR de Varianzas-Covarianzas, dada la distribución de probabilidades que lo soporta (log-normal) y el aspecto de valoración completa que cubre (re-

⁴⁹ Para mayor detalle se recomienda revisar la metodología propuesta por *Riskmetrics*.

valuación total, sin aproximaciones lineales). Además, son atributos de esta metodología su fácil entendimiento y la relativa sencillez de su implementación.

Por lo antes expuesto, consideramos que la metodología de VaR paramétrico propuesto por Solvencia II en el QIS4 representa una base de referencia adecuada para proponer una metodología particular en el caso peruano.

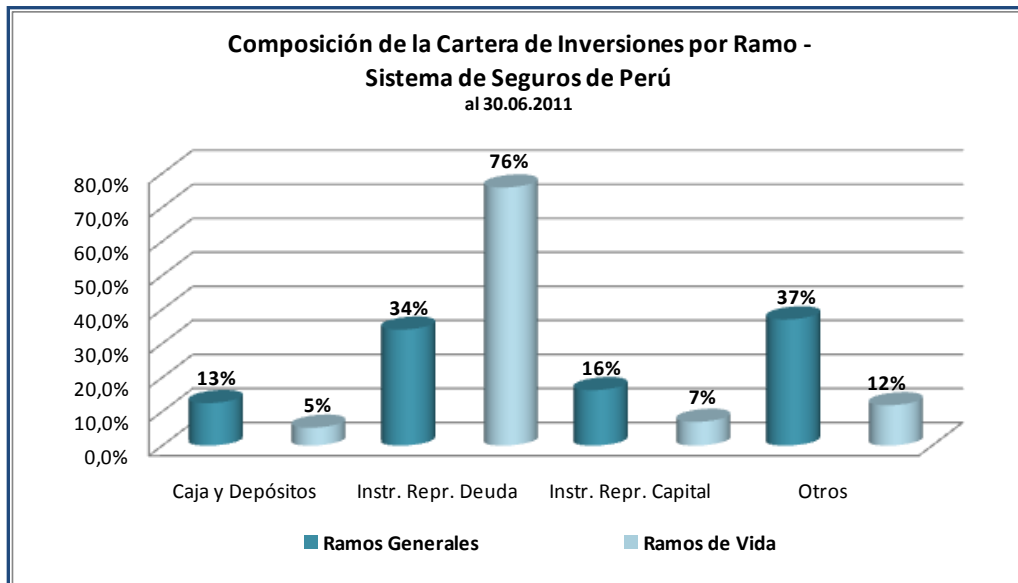
3.1.2 Cartera de Inversiones de las Empresas de Seguros Peruanas

Tal como se explicó en el apartado 2.1.4, la metodología de cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés propuesta tanto en QIS4 como en QIS5, requiere en primer lugar, identificar los activos y pasivos que son sensibles a cambios en el tipo de interés, a fin de que los flujos de caja de dichos activos y pasivos sean considerados para calcular el NAV en cada plazo, y luego, a partir de la aplicación de los *shocks* el ΔNAV que determina el requerimiento de capital correspondiente.

En tal sentido, por el lado de los activos, es necesario conocer las características de la estructura de inversiones del sistema asegurador peruano, a fin de identificar los tipos de activos sensibles a variaciones en los tipos de interés.

Al respecto, el gráfico a continuación presenta la composición porcentual por tipo de activo de la cartera de inversiones del sistema de seguros de Perú, detallada por ramo (ramos generales *versus* ramos de vida), al 30 de junio de 2011. El detalle de los importes en cada caso se presenta en el Anexo N° 1 del presente estudio.

Gráfico N° 2



Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (Perú). www.sbs.gob.pe

Elaboración propia

Como es de nuestro conocimiento financiero, los principales activos que son sensibles a cambios en los tipos de interés son los instrumentos de deuda de renta fija, los cuales disminuyen su precio cuando los tipos de interés se incrementan, y aumentan su precio en el caso contrario.

En el Gráfico N° 2 observamos que, dentro de la cartera de inversiones del sistema de seguros de Perú, existe una muy importante presencia de instrumentos representativos de deuda, 67% de la cartera total del sistema (ver detalle en el Anexo N° 1), y si hacemos el análisis por ramos, observamos que las empresas del ramo de vida mantienen invertido el 76% de su cartera en dichos instrumentos, mientras que las empresas de ramos generales, el 34%, según datos al 30 de junio de 2011.

La preponderancia de instrumentos de deuda en la cartera de inversiones de las empresas de vida (76%) se debe a la naturaleza de sus obligaciones, las cuales son por lo general de largo y muy largo plazo (por ejemplo, un seguro de vida con cobertura por fallecimiento por 20 años), por lo que se requiere invertir en instrumentos del mismo horizonte temporal, generalmente bonos de largo plazo. En cambio, las empresas de seguros generales tienen obligaciones de corto plazo, principalmente porque los siniestros se dan con cierta alta frecuencia (por ejemplo, un seguro contra robo, incendio, etc), por lo que su cartera de

activos debe estar balanceada con inversiones líquidas para los diferentes plazos, generalmente acciones, participaciones en fondos mutuos, bonos de corto plazo, etc.

En conclusión, la cartera de inversiones del sistema de seguros de Perú tiene una exposición importante al riesgo de tipo de interés, debido a su significativa participación en instrumentos de deuda, específicamente en los de renta fija. Asimismo, cabe precisar que, son las empresas de seguros de vida quienes tienen una alta concentración en estos instrumentos debido a la naturaleza de sus obligaciones (largo plazo), por tanto, son las que poseen una exposición preponderante al riesgo de tipo de interés en comparación con las empresas de seguros de ramos generales.

Cabe recordar que, las empresas de seguros peruanas remiten mensualmente a la SBS la información sobre su cartera de inversiones, clasificados en 10 anexos (Anexos de Inversiones), tal como lo indicamos en el apartado 2.2.2. El anexo de nuestro interés será el Anexo N° S-4: Inversión en Instrumentos Representativos de Deuda, donde se pueden identificar aquellos que son de renta fija.

3.2 Propuesta de Metodología

En base al análisis realizado a lo largo de todo el Capítulo II, y las consideraciones generales descritas en el presente capítulo, estamos en condiciones de proponer a continuación la metodología de requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés para las empresas de seguros de Perú.

3.2.1 Metodología

De acuerdo al análisis y conclusiones obtenidas en el apartado 3.1.1.2, la metodología que proponemos aplicar para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés en las empresas de seguros de Perú es la metodología establecida por Solvencia II en el QIS4, sustentado en las bondades del VaR paramétrico propuesto (asume distribución teórica log-normal en base a características empíricas del tipo de interés, aplica valoración completa sin uso de aproximaciones lineales) y en el nivel de complejidad asequible que representa para su entendimiento e implementación, considerando que sería la primera metodología de cálculo de requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés aplicado al mercado asegurador peruano.

No obstante, es importante precisar que, dadas las limitaciones de información que actualmente la SBS tiene con relación a los pasivos, se deberán tomar algunos supuestos, o hacer algunas modificaciones a la metodología QIS4 en su versión original, a fin de que específicamente en estos momentos resulte una metodología factible de implementar en el mercado asegurador peruano. En tal sentido, en el siguiente apartado proponemos un conjunto de instrucciones con relación a la operativa metodológica, sustentando en cada caso por qué se opta por uno u otro camino, supuesto o modificación, y cuáles son las consecuencias del mismo.

Las referidas instrucciones facilitarán de forma sensata la realización de los cálculos correspondientes:

3.2.2 Instrucciones

- a) *Identificación de los activos y pasivos sensibles a cambios en el tipo de interés.*

Por el lado de los activos, aquellos sujetos al riesgo de tipo de interés pueden ser identificados en los Anexos de Inversiones, específicamente en el Anexo N° S-4: Inversión en Instrumentos Representativos de Deuda, se deben filtrar aquellos que son de renta fija.

Otros tipos de activos sensibles al riesgo de tipo de interés son los derivados de tipo de interés, estos pueden ser identificados en el Anexo “Posiciones en Productos Financieros Derivados” del Reglamento de Derivados para las Empresas de Seguros⁵⁰. Cabe señalar que, para que las empresas puedan operar con derivados previamente deben pedir autorización de la SBS.

Por el lado de los pasivos, existe una limitación de información, pues como se indicó en el apartado 2.2.3, los únicos seguros que presentan el detalle póliza por póliza son los seguros de rentas vitalicias asociadas al SPP, requerimiento de información sustentado en la norma de calce. En el caso del resto de pasivos, la SBS no cuenta con la información con el detalle requerido.

No obstante, es importante precisar que, a estos pasivos de rentas vitalicias se les está aplicando calce por plazo y por moneda con instrumentos de deuda de renta

⁵⁰ Reglamento para la Negociación y Contabilización de Productos Financieros Derivados en las Empresas de Seguros, Resolución SBS N° 514-2009.

fija principalmente, obteniéndose índices de cobertura como mínimo de 1. Por tanto, dado que estos activos y pasivos están calzados, no están expuestos al riesgo de tipo de interés, debido a la aplicación del sistema de inmunización financiera denominado casamiento de flujos. En conclusión, los referidos activos y pasivos deben ser excluidos del cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés.

A nivel operativo se requiere identificar de toda la cartera de instrumentos de renta fija (Anexo de Inversiones N° S-4) cuáles son los que están calzando los pasivos de renta vitalicia, a fin de excluirlos del cálculo; esto se puede lograr revisando el Anexo N° 1: Activos elegibles para el calce, que pertenece al Reglamento de Calce.

Otra limitación que surge, pero ahora por el lado del cálculo del requerimiento de capital es la imposibilidad de obtener el NAV, pues éste equivale a la diferencia entre activos y pasivos sensibles a cambios en el tipo de interés, como no tenemos ninguna información por plazo de estos flujos de los pasivos, entonces no podemos calcular el NAV. Esto representa una limitación significativa, dado que se rompe la lógica de los dos shocks, uno al alza y otro a la baja, donde el primero era desfavorable para los activos y favorable para los pasivos (provisiones técnicas), y el segundo era favorable para los activos y desfavorable para los pasivos. De ambos efectos (favorable + desfavorable), los cuales se compensaban, se obtenía el ΔNAV que determina el requerimiento de capital.

Considerando que es imposible obtener el NAV y el ΔNAV debido a la ausencia de información sobre los flujos de pasivos, proponemos calcular sólo el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés para los activos, siendo conscientes que dicho cálculo no refleja el requerimiento de capital total necesario para cubrirse del riesgo de tipo de interés.

b) *Clasificación de los instrumentos de renta fija por riesgo soberano (peruano o extranjero)*

Un instrumento de renta fija tiene riesgo soberano peruano si ha sido emitido por un emisor peruano, sea el Gobierno, o una entidad del mismo, una entidad del sistema financiero, una empresa corporativa, etc. Y el instrumento será considerado con riesgo soberano extranjero si ha sido emitido por Estados Unidos u otro país extranjero.

c) *Identificación de la curva cupón cero a utilizar*

Como se requiere calcular el requerimiento de capital sólo por el riesgo de tipo de interés, sin considerar el riesgo de diferencial o el riesgo de iliquidez asociados al instrumento de renta fija (estos ya se consideran en otros sub-módulos de riesgo), es razonable utilizar curvas cupón cero libres de riesgo para descontar los flujos de los instrumentos de renta fija.

Entonces, luego de la clasificación de los instrumentos por riesgo soberano comentada en el literal precedente, ahora asignamos las curvas cupón cero de acuerdo a dicha clasificación. Cabe señalar que, en el caso del riesgo soberano peruano, la curva asignada puede ser la cupón cero en nuevos soles o la cupón cero en dólares americanos, esto dependerá de la moneda de emisión del instrumento. Asimismo, se tendrá en cuenta que para el caso de los instrumentos en nuevos soles VAC se asignará el histórico del Índice VAC.

Es importante precisar que, las curvas antes mencionadas deben ser de acceso público, a fin de que las empresas de seguros no tengan inconveniente en acceder a ellas y utilizarlas en el cálculo del requerimiento de capital. Para el riesgo soberano peruano proponemos la utilización de las curvas cupón cero, en nuevos soles y dólares americanos, publicadas en la Página Web de la SBS (www.sbs.gob.pe), las cuales son de acceso público. Para el caso del riesgo soberano extranjero, sugerimos la utilización de la curva cupón cero del Tesoro Americano⁵¹, disponible en Bloomberg. En el caso del Índice VAC sugerimos el publicado por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

d) *Calibración de los shocks y obtención de la estructura temporal alterada*

A partir de las curvas cupón cero mencionadas en el literal anterior, se aplica en cada caso la metodología de calibración propuesta por Solvencia II en el QIS4 (ver detalle en el apartado 2.1.4.1), a fin de obtener los shocks por plazo para cada estructura temporal. Aplicando los *shocks* a las curvas originales se obtiene la curva de tipos de interés alterada.

⁵¹ Con la salvedad de que la deuda de Estados Unidos a partir de agosto de 2011 ya no es considerada libre de riesgo, dada la rebaja de su rating de AAA a AA+ asignada por Standard & Poor's.

e) *Estimación de los flujos de activos*

En base a la información sobre las características de cada instrumento de renta fija (tasa cupón, frecuencia del cupón, plazo, amortización, etc), las cuales figuran reportadas en el Anexo de Inversiones N° S-4, se estiman los flujos correspondientes hasta su vencimiento, y se va construyendo una base de datos de flujos de caja por plazo.

f) *Valoración completa del VaR*

Con la información de los flujos de caja se calcula el VaR por riesgo de tipo de interés para los activos sensibles al mismo, a través del descuento correspondiente mediante la estructura temporal de tipos de interés alterada. Como se aplica el descuento de todos los flujos se obtiene un VaR más exacto en términos de magnitud, ya que no se utiliza ninguna aproximación local.

No obstante, si debido al tamaño de la base de datos de flujos de activos, este cálculo se vuelve muy complicado en términos operativos, se sugiere la aplicación del método cash-flow mapping, el mismo que permite el mapeo adecuado de los flujos, a fin de quedarse con plazos e importes representativos (en lugar de todos), preservando el valor y el riesgo asociados.

En cualquiera de los dos casos, se debe tener en cuenta que el VaR obtenido representa sólo el requerimiento de capital por el riesgo de tipo de interés asociado únicamente a los activos sensibles a dicho factor de riesgo. No se ha tomado en consideración el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés asociado a los pasivos sensibles, debido a las limitaciones de información que se tienen.

3.3 Aplicación Práctica de la Metodología Propuesta

En base a las instrucciones sugeridas en el apartado precedente, a continuación realizamos una aplicación práctica de la metodología propuesta, la misma que, más que llegar a un importe específico, tiene el objetivo de mostrar la viabilidad práctica de la referida metodología.

En se sentido, para la presente aplicación se hizo uso de la información de la cartera de inversiones de una conocida empresa de seguros de vida de Perú, al 30 de junio de 2011, información que fue reportada a la SBS para fines de supervisión, por lo cual se mantendrá en reserva la identidad de la empresa, denominándola en el presente estudio como *Empresa Vida*⁵².

3.3.1 Pasos

a) *Identificación de los activos y pasivos sensibles a cambios en el tipo de interés*

De acuerdo a lo mencionado en apartados precedentes, la falta de información detallada sobre los pasivos no nos permite calcular el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés a través del ΔNAV . Por tanto, en la práctica, el requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés se realizará sólo para los activos (cartera de inversiones).

Como ya se indicó en los apartados 2.2.2 y 3.1.2, la información global sobre la cartera de inversiones de las empresas peruanas se reporta mensualmente a la SBS a través de los Anexos de Inversiones del Reglamento de Inversiones Elegibles.

Dado que nuestro objetivo de estudio y aplicación es el riesgo de tipo de interés, entonces nos concentramos en aquellas inversiones que están afectas a dicho riesgo. En ese sentido, de acuerdo al literal a) del apartado 3.2.2, identificamos los siguientes activos:

- Inversiones en renta fija, es decir, aquellos instrumentos representativos de deuda con tipo de interés fijo. Dichos instrumentos los encontramos en el Anexo N° S-4 (filtramos sólo aquellos de tipo fijo). Al 30.06.2011, la *Empresa*

⁵² El uso de la referida información ha sido autorizado por la SBS sólo para los fines prácticos de la presente investigación.

Vida contaba con un importe de S/. 2.662.788 miles invertidos en instrumentos de deuda a tipo fijo, lo cual representa el 98,6% de su inversión total en instrumentos de deuda. Ver detalle en el Anexo N° 2 del presente estudio.

No consideramos para efectos del cálculo del requerimiento de capital, los instrumentos de deuda con tipo de interés variable, dado que estos no están expuestos al riesgo de tipo de interés.

Cabe señalar que, dado que el objetivo de la presente aplicación es eminentemente práctico, es decir, mostrar la viabilidad práctica de la metodología propuesta se ha decidido hacer los cálculos del requerimiento de capital sobre una porción de la cartera de inversiones en renta fija, específicamente aquella que está sujeta al riesgo peruano y se encuentra emitida en Nuevos Soles nominales. Dicha porción de la cartera, la cual al 30.06.2011 ascendió a S/. 153.361 miles, representa el 5,7% del total invertido en instrumentos de deuda. Ver detalle en el Anexo N° 2 del presente estudio.

Es importante precisar que, tal como se mencionó en el literal a) del apartado 3.2.2, los activos y pasivos que están sujetos a calce deben ser excluidos del cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés, debido a que este casamiento de flujos en plazo y moneda representa un sistema de inmunización frente al riesgo de tipo de interés.

En ese sentido, de la porción de cartera de renta fija elegida para la presente aplicación práctica, renta fija de la *Empresa Vida* sujeta a riesgo peruano y emitida en Nuevos Soles, se excluirán aquellos instrumentos de deuda que al 30.06.2011 participen en el calce con pasivos de rentas vitalicias. Como ya se indicó en el literal a) del apartado 3.2.2, la identificación de dichos instrumentos se logra revisando la información del Anexo N° 1 del Reglamento de Calce. En el presente caso práctico, luego de excluir los referidos instrumentos, la cartera de renta fija, riesgo Perú, en Nuevos Soles nominales que está sujeta a riesgo de tipo de interés y que servirá para realizar los cálculos, asciende a S/. 133,824 miles. Ver detalle en el Anexo N° 2.

La base de datos completa de toda la cartera de inversiones en instrumentos de deuda de la *Empresa Vida*, operación por operación, así como los instrumentos que participan en el calce se tiene a disposición en la versión electrónica del presente estudio.

- Instrumentos derivados de cobertura de tipo de interés. Al 30 de junio de 2011, la *Empresa Vida* no hace uso de instrumentos derivados para fines de cobertura. Cabe señalar que, para el uso de instrumentos derivados la regulación de seguros peruana establece como requisito la autorización previa de la SBS.

b) Clasificación de los instrumentos de renta fija por riesgo soberano (peruano o extranjero)

Como ya se indicó en el numeral precedente, la porción de cartera elegida para la presente aplicación práctica lo constituyen instrumentos de renta fija, expuestos al riesgo soberano peruano, y emitidos en Nuevos Soles nominales.

c) Identificación de la curva cupón cero a utilizar

De acuerdo a las características de la cartera elegida, el riesgo de interés al que está expuesta es el riesgo soberano peruano, por lo tanto la curva cupón cero que se utilizará como estructura temporal es la del riesgo peruano en Nuevos Soles.

d) Calibración de los shocks y obtención de la estructura temporal alterada

A partir de la curva cupón cero riesgo soberano peruano en Nuevos Soles se calibraron los shocks al alza y a la baja, siguiendo la metodología propuesta en el QIS4. Los shocks obtenidos para la curva cupón cero Perú se presentan en el Anexo N° 3. Con los referidos shocks se obtuvo la estructura de tipo de interés alterada, tanto al alza como a la baja.

e) Estimación de los flujos de activos

En base a la información presentada en el Anexo S-4 de instrumentos representativos de deuda, se estiman los flujos de la cartera elegida para el caso práctico, tomando en consideración principalmente el tipo de interés del cupón, el

valor nominal de la posición, la frecuencia de pago y la fecha de vencimiento del instrumento.

f) *Valoración completa del VaR*

Dado que el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés se realizará sólo tomando en cuenta los activos, debido a las limitaciones de información en los pasivos, la estructura de tipos alterada que se utilizará para calcular las pérdidas (VaR) de la cartera bajo análisis será la estructura alterada por los shocks al alza.

Con la referida estructura alterada se calculó el valor actual de la cartera y se comparó con el valor actual obtenido antes del *shock*, la diferencia encontrada representa el importe del VaR. El VaR ascendió a S/. 1.179 miles, lo cual representa un porcentaje de 0,72% del valor de la cartera bajo análisis. Ver cuadro resumen en el Anexo N° 4.

La presente aplicación muestra la viabilidad práctica de la metodología propuesta. Por lo cual se sugiere seguir realizando evaluaciones que comprendan carteras de mayor volumen, a fin de verificar la consistencia de los resultados con la realidad (backtesting) y seguir afinando la implementación de la metodología.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación

IV. Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación

4.1 Conclusiones

- a) Para el cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés en las empresas de seguros de Perú proponemos aplicar la metodología establecida por Solvencia II en el QIS4, sustentado en las bondades del VaR paramétrico propuesto (asume distribución teórica log-normal en base a características empíricas del tipo de interés, aplica valoración completa sin uso de aproximaciones lineales), las cuales son superiores con relación al VaR de Varianzas-Covarianzas, tal como se concluyó en el análisis comparativo presentado en el apartado 3.1.1.2.
- b) La metodología establecida por Solvencia II en el QIS4, la cual proponemos aplicar en Perú, presenta un nivel de complejidad asequible tanto para su entendimiento como para su implementación, atributos que consideramos debería tener la primera metodología de cálculo de requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés aplicado en el mercado asegurador peruano.
- c) Si bien la metodología propuesta en QIS5 para el riesgo tipo de interés podría resultar en una estimación de pérdidas mucho más exacta que en QIS4, también resulta mucho más compleja, no sólo por la metodología en sí misma, sino también en términos de utilización de recursos (capital humano con conocimiento especializado, plataforma informática sofisticada, mayor tiempo requerido, etc.). Su aplicación podría ser factible dentro de un modelo interno.
- d) Dadas las limitaciones de información que actualmente tiene la SBS con relación al detalle de los flujos de pasivos (se requiere información póliza por póliza) no se puede aplicar un cálculo completo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés, tal como se explicó en detalle en el apartado 3.2.2, por lo que se sugiere realizar el cálculo sólo para los activos, dado que la información reportada a la SBS sí lo permite.
- e) La limitación de información sobre pasivos impide que la SBS realice evaluaciones fiables sobre los principios y las metodologías propuestas por Solvencia II para los requerimientos de capital en varios sub-módulos de riesgos, ya que no se logra calcular el NAV (valor del activo neto, expresado como activos menos pasivos) para cada plazo, el mismo que dentro de Solvencia II constituye elemento fundamental para la aplicación de las metodologías.

- f) Constituye una real necesidad que la SBS, a través de la Adjunta de Seguros, oriente sus esfuerzos para establecer los requerimientos de información necesarios que permitan estimar los flujos de pasivos, comenzando por productos de los ramos de vida, dado que son los que más expuestos están al riesgo de tipo de interés.
- g) El presente estudio, el cual se pondrá a disposición de la SBS servirá de base de referencia para que dicha institución reguladora elabore una normativa sobre la medición del riesgo de tipo de interés y su posterior requerimiento de capital, dado que los análisis realizados y las comparaciones de metodologías permiten recoger las bondades de cada una, así como sus dificultades de implementación.
- h) El conjunto de instrucciones del apartado 3.2.2 constituye un esfuerzo orientado a esclarecer y facilitar la aplicación de la metodología de cálculo del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés de los activos, considerando la composición de la cartera de inversiones de las empresas de seguros de Perú, las fuentes de información de acceso público que se utilizarían, los métodos alternativos si el cálculo resultara muy tedioso debido a la amplitud de la base de datos, entre otros aspectos.
- i) De la aplicación práctica realizada se obtuvo un VaR que ascendió a S/. 1.179 miles, lo cual representó un porcentaje de 0,72% del valor de la cartera bajo análisis (renta fija, riesgo Perú, Nuevos Soles nominales). La aplicación realizada muestra la viabilidad práctica de la metodología propuesta en el presente estudio. Recomendamos seguir realizando evaluaciones que comprendan carteras de mayor volumen, a fin de verificar la consistencia de los resultados con la realidad (*backtesting*) y seguir afinando la implementación de la metodología.

4.2 Futuras Líneas de Investigación

- a) Como se indicó en la sección de conclusiones, actualmente la SBS no dispone de información a detalle para considerar los flujos de pasivos dentro de la evaluación del requerimiento de capital por riesgo de tipo de interés. Queda como futura línea de investigación el aplicar la metodología completa recogiendo el efecto del impacto de los pasivos ante cambios en los tipos de interés, a través del cálculo del NAV y su posterior ΔNAV .
- b) Otro aspecto de interés lo constituye el analizar los modelos estocásticos que estiman el comportamiento del tipo de interés, y del cual se podría derivar la distribución de las variaciones relativas del mismo, a fin de calcular los *shocks* que plantea la metodología de Solvencia II. Queda como futura línea de investigación el identificar las ventajas que aportaría la utilización de este tipo de modelos.
- c) Asimismo, creemos interesante como línea de investigación futura analizar otros métodos de medición del riesgo, tal como la Teoría de Valores Extremos, la cual modela la probabilidad de cola directamente, sin hacer ningún supuesto sobre la distribución de rendimientos completa.

Bibliografía y Anexos

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, P., & BENITO, S. (2009). Accurate of Var calculated using empirical models of the term structure. *International Journal of Theoretical & Applied Finance*, 12(6), 811-832.

Capinski, M., Zastawniak, T. (2010). *Mathematics for Finance. An Introduction to Financial Engineering*. Ed. Springer. 2nd Edition.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2007). CEIOPS-FS-11/07. QIS3 Technical Specifications – Part I: Instructions.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2007). CEIOPS-FS-14/07. QIS3 Calibration of the underwriting risk, market risk and MCR.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2008). CEIOPS-DOC-02/2008. QIS4 background document - Calibration of SCR, MCR and proxies.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2008). CEIOPS-SEC-82/08. CEIOPS' Report on its fourth Quantitative Impact Study (QIS4) for Solvency II.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2009). CEIOPS-SEC-107/08. Lessons learned from the crisis (Solvency II and beyond).

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2009). CEIOPS-DOC-40/09. CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 109 - Structure and Design of Market Risk Module.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010). CEIOPS-DOC-66/10. CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111b - Calibration of Market Risk Module.

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010). CEIOPS-DOC-70/10. CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula - Article 111(d) Correlations

Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2010). CEIOPS-SEC-40-10. Solvency II – Calibration Paper.

Cuesta, F. (2011). *El riesgo de tipo de interés: experiencia española y Solvencia II*. Instituto de Ciencias del Seguro. Fundación MAPFRE.

Darbha, G. (2001). *Value at risk for fixed income portfolios – A comparison of alternative models*. National Stock Exchange, Mumbai, India.

European Commission (2009). Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009.

European Commission (2008). QIS4 Technical Specifications.

European Commission (2010). QIS5 Technical Specifications.

European Commission (2010). Errata to the QIS5 Technical Specifications. Version of 10 August 2010.

European Commission (2010). Errata to the QIS5 Technical Specifications. Version of 27 September 2010.

European Insurance and Occupational Pensions Authority (2011). From Regulation to Supervision – EIOPA's Solvency II Medium Term Work Plan (2011-2014).

European Insurance and Occupational Pensions Authority (2011). EIOPA Report on the fifth quantitative impact study (QIS5) for Solvency II.

European Insurance and Occupational Pensions Authority (2011). EIOPA Stress Test 2011. Press Briefing.

Jorion, P. (2001). *Value at risk*. Ed. John Wiley & Son. 2nd Edition.

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (Perú), Reglamento de las Inversiones Elegibles de las Empresas de Seguros, Resolución SBS N° 039-2002.

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (Perú), Reglamento de Requerimientos Patrimoniales de las Empresas de Seguros y Reaseguros, Resolución SBS N° 1124-2006.

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (Perú), Reglamento de Constitución de Reservas Matemáticas de los Seguros sobre la Base del Calce entre Activos y Pasivos de las Empresas de Seguros, Resolución SBS N° 562-2002.

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (Perú), Reglamento de Clasificación y Valorización de las Inversiones de las Empresas de Seguros, Resolución SBS N° 513-2009.

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (Perú), Reglamento para la Negociación y Contabilización de Productos Financieros Derivados en las Empresas de Seguros, Resolución SBS N° 514-2009.

Swiss Re, *World Insurance in 2010*, Sigma N° 2/2011.

Venkatesh, P. C. (2003). Value at risk for corporate bond portfolios. *Journal of Fixed Income*, 13(2), 19-32.

Anexos

Anexo N° 1
Composición de la Cartera de Inversiones del Sistema de Seguros de Perú
Al 30 de Junio del 2011
(En Miles de Nuevos Soles)

Inversiones Elegibles	Ramos Generales	%	Ramos de Vida	%	Total Sistema	%
Caja y Depósitos ^{1/}	417.441	13%	682.757	5%	1.100.197	7%
Instrumentos Representativos de Deuda ^{2/}	1.137.220	34%	9.815.722	76%	10.952.942	67%
Instrumentos Representativos de Capital ^{3/}	543.858	16%	905.784	7%	1.449.643	9%
Otras Inversiones ^{4/}	1.237.233	37%	1.534.859	12%	2.772.092	17%
Total	3.335.753	100%	12.939.122	100%	16.274.874	100%

1/ Incluye Caja y Depósitos e Imposiciones en el Sistema Financiero.

2/ Incluye Valores emitidos por Gob. Central, Títulos Rep. de Captaciones del Sistema Financiero, Letras y Cédulas Hipotecarias, Bonos Empresariales e Inversiones en el Exterior.

3/ Incluye Acciones y Fondos Mutuos.

4/ Incluye Inmuebles, Primas y Otras Inversiones.

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (Perú). www.sbs.gob.pe

Elaboración propia

Anexo N° 2
Empresa Vida
Cartera de Instrumentos Representativos de Deuda
Al 30 de Junio del 2011
(En Miles de Nuevos Soles - Valor Razonable)

Riesgo	Tipo de Tasa	Moneda	Total	%
Extranjero	Fija	Dólar estadounidense	919.086	34,0
		Nuevo sol peruano	79.966	3,0
	Variable	Dólar estadounidense	0	0,0
		Nuevo sol peruano	0	0,0
Total Extranjero			999.052	37,0
Perú	Fija	Dólar estadounidense	902.152	33,4
		Nuevo sol peruano	761.584	28,2
	Variable	Dólar estadounidense	36.498	1,4
		Nuevo sol peruano	0	0,0
Total Perú			1.700.233	63,0
Total General			2.699.285	100,0

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (Perú). www.sbs.gob.pe

Elaboración propia

Renta Fija, Riesgo Perú, en Soles		%
Soles Nominales	153.361	5,7
Soles VAC	608.223	22,5
Total Nuevos Soles	761.584	28,2

Renta Fija, Riesgo Perú, en Soles Nominales	
Importe	153.361
Instrumentos que participan en el Calce	19.537
RF Perú Soles expuesta a riesgo de tipo de interés	133.824

5,0%

Cartera para cálculo

Anexo N° 3

Shocks para la curva cupón cero riesgo soberano peruano en Nuevos Soles nominales

Shocks/ETTI	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Shocks Up	8,685%	8,331%	7,200%	5,903%	4,794%	3,953%	3,359%	2,964%	2,717%	2,574%
Shocks Down	-7,911%	-7,613%	-6,661%	-5,543%	-4,562%	-3,804%	-3,260%	-2,894%	-2,665%	-2,531%
ETTI actual	3,938	4,384	4,673	4,885	5,057	5,208	5,345	5,474	5,595	5,711
ETTI Up	4,280	4,749	5,009	5,173	5,300	5,414	5,525	5,636	5,747	5,858
ETTI Down	3,627	4,050	4,362	4,614	4,827	5,010	5,171	5,315	5,446	5,566

Shocks/ETTI	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Shocks Up	2,497%	2,461%	2,447%	2,443%	2,443%	2,443%	2,440%	2,435%	2,428%	2,420%
Shocks Down	-2,460%	-2,426%	-2,413%	-2,409%	-2,409%	-2,409%	-2,406%	-2,401%	-2,394%	-2,385%
ETTI actual	5,822	5,928	6,030	6,128	6,222	6,313	6,400	6,484	6,565	6,643
ETTI Up	5,967	6,074	6,177	6,278	6,374	6,467	6,557	6,642	6,725	6,804
ETTI Down	5,678	5,784	5,884	5,980	6,072	6,161	6,246	6,329	6,408	6,484

Shocks/ETTI	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15
Shocks Up	2,410%	2,401%	2,393%	2,386%	2,382%	2,381%	2,384%	2,391%	2,403%	2,409%
Shocks Down	-2,376%	-2,367%	-2,358%	-2,351%	-2,347%	-2,346%	-2,348%	-2,354%	-2,364%	-2,370%
ETTI actual	6,718	6,789	6,858	6,925	6,988	7,049	7,108	7,164	7,218	7,270
ETTI Up	6,880	6,952	7,022	7,090	7,155	7,217	7,277	7,335	7,391	7,445
ETTI Down	6,558	6,629	6,697	6,762	6,824	6,884	6,941	6,996	7,047	7,097

Elaboración propia

Nota: Los shocks para la estructura temporal completa, así como los cálculos realizados para la obtención de los mismos se encuentran a disposición en la versión electrónica del presente estudio.

Anexo N° 4

Resumen del Cálculo del VaR por riesgo de tipo de interés

Shocks/ETTI	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Shocks Up	8,685%	8,331%	7,200%	5,903%	4,794%	3,953%	3,359%	2,964%	2,717%	2,574%
Shocks Down	-7,911%	-7,613%	-6,661%	-5,543%	-4,562%	-3,804%	-3,260%	-2,894%	-2,665%	-2,531%
ETTI actual	3,938	4,384	4,673	4,885	5,057	5,208	5,345	5,474	5,595	5,711
ETTI Up	4,280	4,749	5,009	5,173	5,300	5,414	5,525	5,636	5,747	5,858
ETTI Down	3,627	4,050	4,362	4,614	4,827	5,010	5,171	5,315	5,446	5,566

Activos	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Flujos	10.664.794	14.000.812	8.667.257	17.963.632	19.367.982	18.424.522	0	23.081.416	4.746.592	4.923.317

Valor Actual	10.460.806	13.412.793	8.093.376	16.329.290	17.120.518	15.821.530	0	18.650.286	3.715.222	3.729.585
Valor Shock	10.443.637	13.366.028	8.054.509	16.239.864	17.022.133	15.729.004	0	18.535.969	3.691.247	3.703.765

Total VA ETTI actual	164.258.892
Total VA ETTI Up	163.079.508
Pérdida (VaR)	1.179.383 0,72%

Elaboración propia

Nota: En presente anexo se muestra parte de los cálculos realizados para la obtención del VaR. El detalle completo se encuentra a disposición en la versión electrónica del presente estudio.