



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA EN  
SISTEMAS DE AHORRO E INVERSIÓN PARA EL RETIRO

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
FERNANDO FRANCISCO JIMÉNEZ CARREÓN

TUTORES PRINCIPALES  
DR. EDGAR ORTIZ CALISTO, FAC. DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES  
DR. BENITO SÁNCHEZ LARA, FACULTAD DE INGENIERÍA

COMITÉ TUTOR  
DR. TOMÁS BAUTISTA GODÍNEZ, CUAED

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.      NOVIEMBRE 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Benito Sánchez Lara  
Secretario: Dr. Guillermo Sierra Juárez  
Vocal: Dr. Edgar Ortiz Calisto  
1<sup>er</sup>. Suplente: Dra. María del Pilar Alonso Reyes  
2<sup>do</sup>. Suplente: Dr. Tomás Bautista Godínez

Lugar donde se realizó la tesis:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, POSGRADO DE INGENIERÍA.  
MÉXICO, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**

DR. EDGAR ORTIZ CALISTO

-----  
**FIRMA**

## **DEDICATORIA**

*AD MAIOREM DEI GLORIAM.*

*OMNES AD IESUM PER MARIAM, OMNES AD MARIAM ENIM IESUM.*

A Carol, mi linda esposa, por el gran amor que nos une. A Juan Pablo, nuestro amado hijo, por su gran regalo de felicidad a nuestras vidas.

A mis amados padres, Berenice y Humberto (*RIP*), por su gran amor, cuidado y ejemplo.

A mis amados hermanos Mary, Humber, Lauris y Car, por quererme tanto. Igualmente a mis sobrinos Elisa, Humber, Santiago y Marcello, así como a mis cuñados. A mi amada abuelita Luchita (*RIP*), mis queridos tíos y primos, junto con toda la familia de mis padres, a los que están, los que ya partieron y los que vendrán. A Doña Clarita, Don Abelardo (*RIP*), Lalis (*RIP*) y toda la familia de Carol. A mis amigos de toda la vida, por su gran afecto y estar conmigo. También a mis mascotas, por su cariño y lealtad.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores de cada etapa de mi vida, por su guía, respaldo y paciencia, de forma significativa a mis tutores de tesis, Dr. Edgar Ortiz, Dr. Benito Sánchez y Dr. Tomás Bautista. Asimismo a mis sinodales, Dra. María del Pilar Alonso y Dr. Guillermo Sierra, al igual que a todos mis mentores, por su valioso consejo y confianza, especialmente a la Dra. Judith Zubieta. A mis compañeros del Posgrado, en agradecimiento por su gran aprecio, así como por el apoyo brindado por los colaboradores de la Facultad de Ingeniería. Reconozco también la invaluable aportación e inspiración del trabajo del Dr. Ovsei Gelman, entre otros autores, como fundamento para desarrollar esta tesis.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, junto con la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme alcanzar esta importante meta en mi vida. Brindo porque esto me permita retribuir con mi “granito de arena” por la paz y progreso de México: *PER POPULUS MEUM, SPIRITUS LOQUITUR.*



# ÍNDICE DE LA TESIS

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PÁGINA
<b>RESUMEN DE LA TESIS</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
• Gestión de Riesgos en Sistemas de Ahorro-Inversión	10
• Planteamiento del Problema de Investigación	11
• Objetivo de Investigación	15
• Alcance y Justificación	16
• Hipótesis	18
• Estrategia de Investigación	18
• Estructura de la Tesis	20
<b>CAPÍTULO I. PANORAMA GENERAL DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS</b>	<b>21</b>
<b>I.1 LA SEGURIDAD SOCIAL EN MÉXICO</b>	<b>21</b>
I.1.1 Análisis Contextual	21
I.1.2 Condiciones del Ahorro para el Retiro de los Trabajadores	24
<b>I.2 LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS</b>	<b>27</b>
I.2.1 Situación de los Fondos de Pensiones Privados en México	27
I.2.2 Análisis del Proceso de Gestión de Riesgos	37
I.2.3 Deficiencias en la Gestión de Riesgos	39
<b>CAPÍTULO II. GESTIÓN DE RIESGOS EN EL TURBULENTO ENTORNO DE LOS SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>42</b>
<b>II.1 ANÁLISIS SISTÉMICO-CIBERNÉTICO DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS</b>	<b>42</b>

II.1.1 Descripción del Entorno Socioeconómico como Sistema Perturbador	42
II.1.2 Elementos de Gestión-Operación del Entorno Sistémico Interno	44
II.1.3 Análisis del Sistema Operativo para el Ahorro y la Inversión	46
II.1.4 Desastre en Sistemas de Ahorro-Inversión	47
<b>II.2 VIABILIDAD SISTÉMICA DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS</b>	<b>51</b>
II.2.1 El Modelo de Sistemas Viables	51
II.2.2 Viabilidad en Sistemas de Ahorro-Inversión	52
II.2.3 Elementos de Viabilidad para la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos	55
<b>II.3 ENFOQUE ADAPTATIVO EN LA GESTIÓN DE RIESGOS PARA FORTALECER LA RESILIENCIA EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>61</b>
II.3.1 Elementos de Adaptabilidad y Resiliencia Sistémicas en las Propuestas para la Mejora en la Gestión de Riesgos	61
II.3.2 Antecedentes Sistémicos de la Resiliencia	63
II.3.3 Gestión de Riesgos y Resiliencia Sistémica	69
<b>CAPÍTULO III. MARCO SISTÉMICO-CIBERNÉTICO PARA LA CONDUCCIÓN RESILIENTE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>72</b>
<b>III.1 CONSTRUCCIÓN SISTÉMICA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS</b>	<b>72</b>
III.1.1 Modelo de la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos	72
III.1.2 Modelo de la Activación de Estrategias de Protección y Restablecimiento.	87
<b>III.2 MARCO PARA LA EVALUACIÓN DEL COSTO DE RESILIENCIA EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>93</b>

<b>CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DEL MARCO PARA LA CONDUCCIÓN RESILIENTE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>96</b>
<b>IV.1 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS</b>	<b>96</b>
<b>IV.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN</b>	<b>107</b>
<b>IV.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>112</b>
IV.3.1 Efectos de la Gestión Correctiva en el Costo de Resiliencia	112
IV.3.2 Sensibilidad del Costo de Resiliencia ante el Nivel de Rentabilidad	119
IV.3.2 Sensibilidad del Costo de Resiliencia ante el Nivel de Ahorro	124
<b>CAPÍTULO V. HACIA UNA GESTIÓN DE RIESGOS MÁS EFECTIVA DE LOS SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN</b>	<b>132</b>
<b>V.1 CONCLUSIONES</b>	<b>132</b>
<b>V.2 RECOMENDACIONES</b>	<b>137</b>
<b>V.3 FUTURAS INVESTIGACIONES</b>	<b>138</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>141</b>
<b>MATERIAL ANEXO</b>	<b>151</b>
A. MODELOS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL COMPONENTE OPERATIVO EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN	151
B. TABLAS DE RENDIMIENTOS – MERCADOS DE DEUDA (CETES-91) Y ACCIONARIO (IPC-BMV)	153
C. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA EL EJERCICIO DE ANÁLISIS APLICADO	155
D. EFECTOS EN EL DESEMPEÑO DE SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN DEBIDO A CONDICIONES DETERIORADAS EN LA RENTABILIDAD	161

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PÁGINA
<b>TABLAS</b>	
Tabla 1. Ahorro y Nivel de Ingreso en México	25
Tabla 2. Distribución por Tipo de Plan de Pensiones	32
Tabla 3. Riesgos Considerados en la Política de Inversión	35
Tabla 4. Marcos para la Evaluación de Estrategias de Ahorro-Inversión	93
Tabla 5. Asignaciones Estratégica y Táctica de Activos para el Análisis Aplicado	100
Tabla 6. Correspondencia entre la Razón de Fondeo y la Probabilidad de Ruina en el Retiro	103
Tabla 7. Condiciones para la Activación de Ajustes Temporales	104
Tabla 8. Matriz de Resultados – Evaluación de Estrategias	108
Tabla 9. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre según el Tipo de Trayectoria	119
Tabla 10. Evaluación del Costo de Resiliencia: Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original y Deteriorada, ante Cambios en el Ahorro	124
Tabla 11. Escenarios de Rentabilidad Original (RAC 8.8%) y Deteriorada (7.8%) para el Mercado Accionario	153
Tabla 12. Ejemplos de Distintas Secuencias de Rendimientos para los Mercados Accionario y de Deuda, Generados mediante Muestreo Aleatorio sin Reemplazo (Bootstrapping)	154
Tabla 13. Porcentaje de Error en el Tamaño de la Muestra para un Nivel de Confianza del 95% (Razón de Fondeo de la Pensión)	159
Tabla 14. Porcentaje de Error en el Tamaño de la Muestra para un Nivel de Confianza del 95% (Costo de Resiliencia)	160
Tabla 15. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre según el Tipo de Trayectoria (En Condiciones de Deterioro en la Rentabilidad)	161

## FIGURAS

Figura 1. Análisis de Entorno para Sistemas de Ahorro-Inversión	43
Figura 2. El Proceso de Conducción	45
Figura 3. Elementos del Capital en el Ciclo de Vida Financiero de un Trabajador	50
Figura 4. Diagnóstico de Viabilidad Financiera y Sistémica	53
Figura 5. Sistema de Ahorro-Inversión desde la perspectiva del Modelo de Sistemas Viables	56
Figura 6. Función de los Componentes del Modelo de Sistemas Viables en el Proceso de Conducción	57
Figura 7. Elementos Sistémicos y de Gestión Financiera para el Marco de Gestión de Riesgos en Sistemas de Ahorro-Inversión	71
Figura 8. Modelo de la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos	75
Figura 9. Estados del Sistema Afectable y del Sistema de Gestión	79
Figura 10. Modelo de Activación de la Gestión Correctiva	88
Figura 11. Modelo Funcional de Activación de la Gestión Correctiva	92
Figura 12. Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original vs. Deteriorado, para el Análisis de Sensibilidad	99
Figura 13. Resultados de la Simulación – Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)	109
Figura 14. Resultados de la Simulación – Nivel de Daño en la Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)	110
Figura 15. Ocurrencia y Magnitud del Daño Esperado en la Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)	111
Figura 16. Incorporación en la Métrica DERF de Ocurrencia y Magnitud del Daño Esperado en la Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)	111
Figura 17. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Desviación Estándar) en la Razón de Fondeo	113
Figura 18. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Probabilidad de No Alcanzar el Nivel Mínimo Requerido) en la Razón de Fondeo	114
Figura 19. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo	114

Figura 20. Tipología de Trayectorias de Largo Plazo en el Rendimiento Accionario, para la Etapa de Acumulación	118
Figura 21. Evaluación del Costo de Resiliencia: Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original y Deteriorada	120
Figura 22. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo, para Condiciones de Deterioro en la Rentabilidad	123
Figura 23. Comparación del Costo de Resiliencia ante Cambios en el Ahorro	125
Figura 24. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Desviación Estándar) en la Razón de Fondeo	127
Figura 25. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo	127
Figura 26. Modelo de la Estructura del Sistema Operativo para el Ahorro e Inversión	151
Figura 27. Modelo del Proceso de Ahorro e Inversión, durante la Etapa de Acumulación	152
Figura 28. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)	155
Figura 29. Daño Esperado vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)	156
Figura 30. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)	157
Figura 31. Daño Esperado vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)	158
Figura 32. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo	160

## **RESUMEN DE LA TESIS**

En la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión ha predominado la utilización de un enfoque de planeación eficientista, que resulta inadecuado para la complejidad del entorno socioeconómico, al reducir la flexibilidad de respuesta sistémica y aumentar la vulnerabilidad ante secuencias desfavorables de rendimientos. Se requiere un enfoque de planeación adaptativa, orientado hacia la reducción del Costo de Resiliencia, que es una métrica de riesgo que cuantifica la ocurrencia, magnitud y costo de reducción en la desviación del nivel requerido de inversión para el fondear la pensión. Con fundamento en elementos sistémico-cibernéticos, la presente tesis doctoral formula un innovador marco para la gestión de riesgos, al nivel microeconómico, que permite prescribir estrategias alternativas que fortalezcan la resiliencia de los sistemas de ahorro-inversión. Para la comprensión y verificación del marco de gestión propuesto, se realiza un análisis de aplicación apoyado en técnicas de simulación y de sensibilidad, comparando el rendimiento y riesgo resultantes al utilizar distintas estrategias de ahorro-inversión. Tras el análisis de los resultados, se identifica que las estrategias orientadas en flexibilizar los niveles de ahorro y/o exposición accionaria, en combinación con una asignación de inversión de trayectoria descendente, permiten incrementar el nivel de inversión para el fondeo de la pensión y reducir su Costo de Resiliencia.

**PALABRAS CLAVE:** resiliencia, gestión de riesgos, pensiones, planeación para el retiro.

## **ABSTRACT**

In savings-investment systems risk management it has prevailed the use of an optimizing planning approach, which is inadequate for the socioeconomic environment complexity, due to systemic flexibility response reduction and increase in vulnerability to unfavorable sequences of returns. It is required an adaptive planning approach, aimed at reducing Resilience Cost, which is a risk metric that quantifies the occurrence, amount and cost in reduction of deviation in the level of required investment to fund the pension. Based on systemic-cybernetic elements, this doctoral thesis develops a novel risk management framework, at the microeconomic level, to prescribe alternative strategies that strengthen the resilience of savings-investment systems. To explain and verify the proposed framework, an applied analysis is performed, supported with simulation and sensitivity techniques to compare the performance and risk produced when using different savings and investment strategies. After analyzing the results, it is identified that strategies driven to adjust savings and/or equity exposure levels, combined with a decreasing glide-path asset allocation, allow to increase the pension funding investment level and to reduce the Resilience Cost.

**KEY WORDS:** resilience, risk management, pensions, retirement planning.



## INTRODUCCIÓN

- **Gestión de Riesgos en Sistemas de Ahorro-Inversión**

Las tendencias demográficas y socioeconómicas, entre otros factores, proyectan un devastador escenario para las siguientes décadas, en el que un segmento considerable y creciente de la población mundial llegue a la vejez en situación de pobreza, generando un costo social inaceptable. Para afrontar esta crisis, se suele señalar la adopción, a nivel macroeconómico, de un modelo de financiamiento de las pensiones apoyado en pilares múltiples complementarios<sup>1</sup>, encontrándose entre éstos el llamado “tercer pilar”, fundamentado en el ahorro voluntario, con la finalidad de incrementar el monto de los recursos disponibles para el consumo de los trabajadores durante su retiro.

En México se identifican tres opciones en apoyo al ahorro voluntario: a) aportaciones voluntarias de los trabajadores hacia cuentas individuales en las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE); b) planes financieros individuales, por iniciativa de cada trabajador, en previsión de su eventual retiro laboral; c) planes privados de pensiones, patrocinados por una organización en beneficio de sus empleados. La presente tesis se ubica en el contexto de la tercera alternativa, en la modalidad de contribución definida mediante cuentas individuales<sup>2</sup>. De forma específica, el estudio se centra, a nivel microeconómico, en los procesos de gestión de riesgos en estos planes

---

<sup>1</sup> Alonso-Reyes (2012) hace una crítica sobre el modelo prevaleciente de políticas públicas del sistema de pensiones en México, basado en un enfoque individual y contributivo, en lugar de un modelo universal y colectivo más eficiente y equitativo. Villagómez (2015) argumenta que la estructura de nuestro sistema de pensiones presenta una elevada fragmentación, causada por una sucesión de políticas desarticuladas.

<sup>2</sup> Debido a distintos factores demográficos, socioeconómicos y regulatorios (CAIA, 2013), la mayor parte de los planes de pensiones en el mundo están evolucionando aceleradamente hacia las modalidades de contribución definida e híbrida —que agrupa diversas combinaciones de elementos de contribución definida y beneficio definido.

de ahorro voluntario para el retiro<sup>3</sup>, los cuales se pueden comprender como “sistemas de ahorro-inversión”, cuya finalidad consiste en asegurar el nivel necesario de recursos financieros, durante la etapa de acumulación, mediante el ahorro de cada trabajador (y/o aportación de su patrón) y su inversión a lo largo de los años, que eventualmente permitan financiar su consumo durante el retiro laboral.

A partir de la definición anterior, se puede inferir que el proceso de planeación debe contemplar el horizonte completo del ciclo de vida financiero del trabajador, integrado por varias décadas de acumulación y desacumulación. En este sentido, el desafío de la gestión de riesgos consiste en asegurar la viabilidad financiera —liquidez y solvencia— de los planes para el retiro (Flores-Quiroz et al., 2006; Collins et al., 2015b), en un contexto donde las condiciones propias de cada trabajador, de su patrón y del entorno socioeconómico son cambiantes e inciertas.

- **Planteamiento del Problema de Investigación**

A partir de la revisión de la literatura se encontraron distintos trabajos (Lehmann y Hofmann, 2010; Persaud, 2011; diBartolomeo, 2012; Kitces, 2015) que analizan la práctica de la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, destacándose las siguientes deficiencias:

- a) Preponderancia del análisis retrospectivo, en lugar del prospectivo. Dado que los eventos desestabilizadores se presentarán en el futuro, el estudio retrospectivo sólo es relevante cuando su finalidad es una mejor comprensión de los mecanismos del entorno sistémico que producen y transmiten estos eventos (Baubion, 2013).

---

<sup>3</sup> Gestión de riesgos es el proceso de identificación y reducción de la ocurrencia y magnitud de consecuencias negativas en un plan de pensiones (diBartolomeo y Minahan, 2014).

- b) Énfasis desmedido en la eficiencia, en detrimento de mantener la diversidad, redundancia y versatilidad necesarias para preservar la adaptabilidad del sistema, así como reducir su vulnerabilidad ante un entorno turbulento<sup>4</sup>.
- c) Orientación predominante hacia las funciones de inversión y el corto plazo, en lugar de hacia el aseguramiento de la viabilidad financiera de los planes para el retiro.
- d) Ausencia de un marco adecuado para la toma de decisiones, que permita respuestas oportunas ante cambios imprevistos en el entorno.

A partir del análisis anterior, con base en un marco de planeación sistémica, el planteamiento del problema de investigación para esta tesis se puede enunciar de la siguiente manera:

En la práctica de la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión ha predominado un enfoque de planeación eficientista, que resulta inadecuado para el nivel de complejidad del entorno socioeconómico.

Con la finalidad de prescribir estrategias que maximicen las metas y/o minimicen los recursos para alcanzarlas, el enfoque eficientista intenta predecir con precisión el comportamiento de las variables financieras (inflación, rendimientos) y/o de los flujos de efectivo (ingresos y egresos de los trabajadores). Sin embargo, este enfoque tiene una limitada eficacia para asegurar la viabilidad financiera de los planes para el retiro, debido a dos factores: a) la elevada complejidad del entorno socioeconómico no permite predecir con precisión sus condiciones futuras (Park et al., 2013), especialmente considerando lo extenso del horizonte de planeación (varias décadas de

---

<sup>4</sup> Engle (2011) indica que la adaptabilidad de un sistema es la habilidad para disminuir su vulnerabilidad, mediante la reducción de su exposición y sensibilidad ante un riesgo. Gelman (1996) explica que la vulnerabilidad es la propensión de un sistema a cambiar desde su estado normal hacia otro de desastre, dependiendo de la intensidad y nivel de daños causados por un evento desestabilizador.

la vida de una persona); b) el establecimiento de estrategias sesgadas hacia la optimación, al restringir las opciones y componentes de reserva, reduce la flexibilidad sistémica para realizar ajustes oportunos que permitan revertir afectaciones graves en la viabilidad financiera, aumentando la vulnerabilidad ante cambios imprevistos en las condiciones del entorno o de la situación financiera del trabajador. Debido a esto, la gestión de riesgos en un entorno turbulento requiere un enfoque de planeación adaptativa<sup>5</sup>, orientado hacia la flexibilidad de respuesta sistémica ante eventos imprevistos (Hummelbrunner y Jones, 2013), que contribuyan al fortalecimiento de la resiliencia, que en general es la habilidad de un sistema para mantener y recuperar su funcionamiento ante un evento desestabilizador (Rose, 2009).

A pesar de que el concepto de resiliencia está captando gran interés para la gestión de riesgos a nivel global, debido a que los diversos eventos desestabilizadores se están tornando más frecuentes, devastadores e impredecibles (Baubion, 2013), en el campo de planeación para el retiro no se han encontrado estudios que aborden este tema. Sin embargo, en la revisión de los trabajos de Blanchett y Frank (2009), Kemp y Patel (2012), Kitces (2015), se han identificado aspectos implícitamente relacionados con la resiliencia sistémica, tales como: mayor énfasis hacia la diversificación, formación de reservas y flexibilidad; enfoque prospectivo y holístico en la evaluación de riesgos; reducción del apalancamiento y la vulnerabilidad; reorientación hacia la formulación de planes de contingencia y monitoreo del desempeño.

---

<sup>5</sup> Ackoff (1972) explica sobre las limitaciones de un enfoque de planeación eficientista en un entorno complejo, proponiendo un enfoque adaptativo, en función del nivel de conocimiento que se tenga sobre el entorno, para la formulación de planes de contingencia y reactivos. Emery y Trist (1973) coinciden al proponer un enfoque de planeación orientado hacia la redundancia de componentes y/o funciones sistémicos, que mejore la adaptabilidad en un contexto de turbulencia.

En la presente tesis se introduce una definición de resiliencia para el contexto de planeación para el retiro, durante la etapa de acumulación: es la habilidad de un sistema de ahorro-inversión, sustentada en estrategias de protección y restablecimiento, para reducir eficientemente la ocurrencia y magnitud de la desviación en el nivel requerido de recursos financieros acumulados, provocada por el efecto de secuencias desfavorables de rendimientos<sup>6</sup>.

Esta definición considera la gestión de riesgos como el proceso que conduce al sistema hacia el fortalecimiento de su resiliencia (Musman y Agbolosu-Amison, 2014). Por otro lado, se establece que el evento desestabilizador se manifiesta como riesgo en la inversión, comprendiendo que una secuencia desfavorable de rendimientos que ocurra durante la parte final de la etapa de acumulación —cuando la inversión ha alcanzado sus mayores dimensiones y es más sensible ante rendimientos negativos en el corto plazo— es el factor de mayor impacto en el desempeño de un plan para el retiro (CAIA, 2013; Pfau, 2013a), afectando la fecha predefinida de retiro del trabajador y/o el nivel potencial de su pensión para el retiro. Como resultado, el estado de desastre se presenta como una desviación en el nivel de recursos acumulados, que resulte inferior al nivel mínimo necesario para asegurar la viabilidad financiera del plan el retiro.

De acuerdo con Vugrin et al. (2011), un sistema estará fortaleciendo su resiliencia en la medida en la que logre disminuir el riesgo ante un evento desestabilizador, al mismo tiempo que reduzca el esfuerzo de aseguramiento ante ese riesgo. Para medir la contribución de una estrategia en la mejora de la resiliencia sistémica, introducen el Costo de Resiliencia, que es una métrica de riesgo que integra el daño en la productividad sistémica, junto con el esfuerzo para reducirlo. Por

---

<sup>6</sup> Lietaer et al. (2010) señalan que las estrategias deben evaluarse por su efectividad y eficiencia en reducir riesgos. Engle (2011), Park et al. (2013) argumentan que la resiliencia es una propiedad emergente de los sistemas complejos, que sólo puede ser observada tras la ocurrencia de un evento desestabilizador.

lo tanto, la gestión de riesgos deberá orientarse hacia reducir esta métrica, para fortalecer la resiliencia en sistemas de ahorro-inversión.

- **Objetivo de Investigación**

Con la finalidad de mejorar la efectividad del proceso de gestión de riesgos en el contexto de pensiones y planeación para el retiro, ante eventos económicos desestabilizadores generados en un entorno sistémico complejo, en esta tesis se propone alcanzar el siguiente objetivo:

Formular un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, al nivel microeconómico, fundamentado en elementos de resiliencia sistémica, que aseguren su viabilidad financiera ante riesgos en la inversión para el fondeo de la pensión, durante la etapa de acumulación.

Para el logro del objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- a) Diseñar un modelo que prescriba la Gestión Correctiva, encargada de la reducción de riesgos mediante ajustes tácticos en el ahorro y/o inversión, para incrementar la flexibilidad de respuesta sistémica ante secuencias desfavorables de rendimientos.
- b) Formular un marco para la evaluación de estrategias de ahorro-inversión, con base en el Costo de Resiliencia, que permita conducir la gestión de riesgos hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica.
- c) Realizar un análisis aplicado, para la comprensión y verificación del marco de gestión de riesgos propuesto, en el que se evalúen distintas estrategias de ahorro-inversión — considerando los efectos de la Gestión Correctiva—, mediante el apoyo del análisis de simulación y sensibilidad.

- **Alcance y Justificación de la Investigación**

La presente tesis elabora sobre aspectos relacionados con dos de los más urgentes desafíos que, entre otros, actualmente enfrenta la sociedad en México y el mundo: la crisis de las pensiones y el aumento de los riesgos catastróficos —en cierto modo, ambos sistémicamente interdependientes—. Partiendo de la comprensión de que, a nivel macroeconómico, México requiere de una estructura multi-pilar articulada para el financiamiento de las pensiones, el estudio se centra en el pilar del ahorro voluntario para el retiro, desde donde se analiza una problemática específica: la gestión de riesgos en la inversión para el fondeo de pensiones, al nivel microeconómico. La originalidad de la tesis se debe principalmente al abordamiento de esta problemática desde el enfoque de sistemas (en línea con la propuesta de Mills, 2010), permitiendo integrar distintos elementos financieros, de planeación y gestión de riesgos —con orientación hacia la resiliencia sistémica.

Por otro lado, el marco propuesto para la gestión de riesgos busca complementar la todavía incipiente literatura que revisa cuáles son las bases para formular planes de contingencia y/o de respuesta en la etapa de acumulación, pues se dispone más bien de marcos analíticos para evaluar estrategias aplicadas en la etapa de desacumulación. Otro aspecto de valor es la introducción de una métrica de riesgo que, a diferencia de otras propuestas, integra simultáneamente la probabilidad y magnitud de desastre, así como su costo de aseguramiento, incorporando elementos de resiliencia sistémica para mejorar la gestión de riesgos en planeación para el retiro.

Con respecto al alcance del objetivo principal, es necesario hacer algunas precisiones sobre su planteamiento:

- a) El marco conceptual y metodológico propuesto hace énfasis en las fases primarias del proceso de gestión de riesgos, y en menor medida en sus fases secundarias. Esto se debe a

que el alcance de la tesis se orienta hacia el ámbito de planeación en el nivel estratégico del proceso —cubriendo en cierta medida los niveles normativo y táctico, pero sin abordar la implantación u operación.

- b) El estudio se centra en los sistemas de ahorro-inversión, revisándose en específico los planes privados de pensiones, en la modalidad de contribución definida mediante cuentas individuales, que gestionan y apoyan el ahorro voluntario de los trabajadores patrocinados por una organización en general. Para esto, se propone un enfoque de planeación adaptativa en la gestión de riesgos, que conduzca al sistema hacia el fortalecimiento de su resiliencia en un entorno complejo.
- c) La tesis otorga prioridad a la etapa de acumulación, tomando en consideración los datos en CONSAR (2013), donde se indica que en los planes de pensiones registrados, 94% de las personas suscritas son empleados activos<sup>7</sup>.

Finalmente, el estudio se orienta hacia el riesgo específico sobre el que los gestores de fondos de pensiones realmente pueden intervenir para reducir sus consecuencias: el riesgo sobre la inversión, en sus distintas formas. En el caso del riesgo sobre el ahorro, se parte del principio de que los trabajadores pueden hacer aportaciones programadas hacia su cuenta individual en el plan de pensiones, como consecuencia de que se encuentran empleados por la organización que les ofrece el beneficio. De esta forma, los gestores no podrían intervenir directamente en la reducción del riesgo sobre el ahorro, al momento de que el trabajador hubiera quedado desempleado (esto sería el evento desestabilizador), aunque podrían apoyar con acciones guiadas

---

<sup>7</sup> Durante las siguientes décadas se incrementará significativamente la proporción de adultos mayores entre la población total, por lo que resulta prioritario atender la problemática de la acumulación de recursos económicos para financiar un nivel de consumo mínimo para estas personas.



hacia la prevención —e.g. promoviendo entre los trabajadores y su patrón la importancia del ahorro adicional para formación de reservas de contingencia, o facilitando el contacto con una aseguradora para la adquisición de cobertura por desempleo.

- **Hipótesis**

Un enfoque eficientista en el proceso de gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión es inadecuado en el complejo entorno socioeconómico, por lo que para asegurar efectivamente la viabilidad financiera de planes para el retiro ante riesgos en la inversión, se requiere un enfoque adaptativo, dirigido hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica. Por lo tanto, el proceso debe conducir a los sistemas a reducir su Costo de Resiliencia, empleando estrategias de protección y restablecimiento. Estos argumentos permiten plantear la siguiente hipótesis:

Un enfoque adaptativo en la gestión de riesgos permite reducir el Costo de Resiliencia en sistemas de ahorro-inversión, mediante el empleo de estrategias orientadas a incrementar eficientemente su flexibilidad de respuesta y moderar su vulnerabilidad, ante secuencias desfavorables de rendimientos.

- **Estrategia de Investigación**

Para la formulación del marco para gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, se toma como base el marco para gestión de desastres propuesto por Gelman (1996), debido a su enfoque sistémico-cibernético, con el fin de integrar distintos elementos de adaptabilidad y resiliencia sistémicas, planeación para el retiro y gestión de riesgos. Se realiza un diagnóstico de viabilidad para identificar fallas en la operación y conducción en los sistemas de ahorro-inversión, considerando las deficiencias detectadas en la literatura sobre pensiones y planeación para el retiro. A partir del diagnóstico, se diseñan modelos de tipo estructural y funcional, para prescribir

las etapas del proceso de gestión de riesgos, que componen a la conducción planificada y correctiva<sup>8</sup>. A continuación, para el diseño de la Gestión Correctiva, se identifican las estrategias en planeación para el retiro correspondientes con los ajustes de ahorro-inversión necesarios para incrementar la flexibilidad de respuesta sistémica ante cambios imprevistos en el entorno. En seguida, se establecen los parámetros de ahorro y/o inversión que definen las condiciones para el funcionamiento de la gestión correctiva, sirviendo de referencia para activar y desactivar las distintas estrategias que protegen y restablecen el funcionamiento sistémico.

Se formula un marco para evaluación de estrategias de ahorro-inversión, basado en el Costo de Resiliencia, que mida la eficiencia en la reducción de la ocurrencia y magnitud de desviación en el nivel de inversión acumulada —con respecto al nivel requerido de pensión— debido a secuencias desfavorables de rendimientos. Para conducir al sistema hacia el fortalecimiento de su resiliencia, la gestión de riesgos debe incorporar estrategias que contribuyan a la disminución de este costo. Posteriormente, para una mejor comprensión del marco de gestión de riesgos propuesto, se realiza un análisis de aplicación apoyado en técnicas de simulación, comparando el desempeño y Costo de Resiliencia entre distintas estrategias de ahorro-inversión. Para la comprobación de la hipótesis, se debe verificar que las estrategias basadas en un enfoque de planeación adaptativa —i.e. orientadas hacia el incremento de la flexibilidad y/o reducción de la vulnerabilidad sistémicas— tengan consistentemente un menor Costo de Resiliencia que aquellas sustentadas en un enfoque eficientista —i.e. dirigidas hacia maximizar el desempeño, minimizar el ahorro y/o minimizar la volatilidad en el rendimiento de inversión.

---

<sup>8</sup> La conducción planificada es responsable del diagnóstico de riesgos, diseño de soluciones y regulación, mientras que la correctiva se encarga de la selección y ejecución de soluciones, así como del monitoreo del sistema y su entorno (Gelman y Macías, 1983; Fuentes-Zenón y Sánchez-Guerrero, 1995).

- **Estructura de la Tesis**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos de investigación y comprobar la hipótesis, en conformidad con la estrategia de investigación propuesta, el planteamiento de la tesis se desarrolla mediante la siguiente estructura capitular. En el primer capítulo, se hace la descripción de los sistemas de ahorro-inversión y su entorno socioeconómico, para una mejor comprensión de su problemática, analizando los principales antecedentes de tipo cuantitativo y cualitativo acerca de los fondos de pensiones privados y la seguridad social en México. Mediante un análisis sistémico-cibernético, en el segundo capítulo se describen los componentes de los sistemas de ahorro-inversión, comprendiendo su funcionamiento e interacción con su complejo entorno socioeconómico. Se hace un diagnóstico de viabilidad, identificando deficiencias en la conducción de estos sistemas que afecten su desempeño, así como posibles mejoras. En el tercer capítulo, se integran elementos del proceso de planeación para el retiro y de resiliencia sistémica, para la formulación de un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, orientado hacia el fortalecimiento de su resiliencia. A continuación, se propone un marco para evaluación de estrategias de ahorro-inversión —que es una de las etapas funcionales de la gestión de riesgos—, basado en el Costo de Resiliencia. En el cuarto capítulo se presenta un análisis aplicado, para la comprensión y verificación del marco propuesto para la conducción resiliente de la gestión de riesgos, mediante la evaluación de distintas estrategias de ahorro-inversión basadas en los enfoques de planeación eficientista y adaptativa. La tesis finaliza con el quinto capítulo, presentando las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **PANORAMA GENERAL DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS**

En este capítulo se hace la descripción de los sistemas de ahorro-inversión y su entorno socioeconómico, para una mejor comprensión de su problemática, analizando los principales antecedentes de tipo cuantitativo y cualitativo acerca de la seguridad social y los fondos de pensiones privados en México. Posteriormente, se identifican las principales deficiencias en la práctica de la gestión de riesgos en fondos de pensiones.

### **I.1 LA SEGURIDAD SOCIAL EN MÉXICO**

#### **I.1.1 Análisis Contextual**

Es posible encontrar distintos trabajos que analizan la situación de la seguridad social y de pensiones en México, como los presentados por Flores-Quiroz et al. (2006, 2011), Izar-Landeta (2010), Alonso-Reyes (2012), Vásquez-Colmenares (2012) y Alonso et al. (2014), en donde se pueden destacar los siguientes aspectos relevantes:

- a) La seguridad social surge en Europa, durante el siglo XIX, mediante leyes enfocadas en seguros contra enfermedades, accidentes e invalidez, y vejez. Los primeros programas de seguridad social eran de beneficio definido, donde el trabajador jubilado recibía beneficios establecidos de antemano, independientes de cambios en las condiciones político-económicas (en este enfoque los trabajadores activos financian con sus contribuciones las pensiones de los trabajadores retirados). Estos programas progresaron debido a que el número de personas mayores de edad era mínimo, y al auge industrial posterior a la Segunda Guerra Mundial.

- b) Sin embargo, las tendencias demográficas han cambiado a nivel mundial, por lo que la seguridad social de beneficio definido ha estado colapsando, provocando su inviabilidad financiera<sup>9</sup>. Debido los avances en las ciencias de la salud, en combinación con diversos cambios en el comportamiento social, las tasas de natalidad han disminuido, al mismo tiempo que ha aumentado la esperanza de vida de las personas, por lo que el segmento de la tercera edad aumenta a costa de los otros segmentos<sup>10</sup>.
- c) Además de los factores demográficos, para el caso de México, las principales instituciones que cubren la seguridad social, han presentado graves problemas de inviabilidad e ineficiencia, debido al uso inadecuado durante décadas de sus recursos y reservas para pensiones, impactando en su viabilidad financiera. Desde la década de los 1970 se han presentado muy difíciles condiciones económicas para la población en general, que han derivado en importantes pérdidas en su poder adquisitivo, en combinación con los problemas crecientes del desempleo y de la economía informal.
- d) Para la solución de la crisis de la seguridad social, se han propuesto y discutido diversas opciones, en general de tipo paramétrico, que han generado una gran polémica a nivel mundial, tales como: implementar programas de retiro voluntario, elevar la edad de retiro, incrementar los montos de las aportaciones a los fondos por parte de patrones y trabajadores,

---

<sup>9</sup> Flores-Quiroz et al. (2011) explican que esta situación se refleja en una menor proporción de la población activa soportando la carga de las pensiones (en 1975, había 20 trabajadores activos, por cada uno que se retiraba, para una expectativa de 3 años de vida; en 2005 la proporción sólo era de 5 a 1, para una expectativa de 20 años de vida).

<sup>10</sup> Flores-Quiroz et al. (2006) estiman que en México durante 2010, había 6.3 millones de personas mayores de 65 años (6% del total de la población), de los cuales menos de una cuarta parte contaban con pensión. Para 2050, habría 26 millones de adultos mayores (21% del total), de los cuales, de continuar las tendencias, menos de una tercera parte tendrá derecho a una pensión.

así como la disminución de beneficios para los retirados. Como una alternativa para sustituir a los esquemas de beneficio definido, en diversos países se ha propuesto la introducción del enfoque de capitalización individual (contribución definida), donde cada trabajador activo tiene una cuenta específica para acumular sus contribuciones. Al momento del retiro, la pensión del trabajador está determinada por los fondos acumulados en su cuenta y los rendimientos generados (descontando comisiones) a lo largo de su vida laboral<sup>11</sup>.

- e) En México, este nuevo esquema inició operaciones en 1997, a raíz de la reforma a la Ley del Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR) que estableció la creación de un sistema obligatorio basado en cuentas individuales operadas por las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE), en un principio contemplando sólo a los trabajadores del sector privado, pero a partir de 2007 incluyendo también a los del sector público.
- f) El modelo de las AFORE mejora deficiencias importantes del esquema predecesor, al ser fiscalmente más sustentable para el Estado, y permitir la portabilidad de los beneficios de los trabajadores, entre otras mejoras. Sin embargo, presenta algunas fallas críticas, destacando las siguientes: i) altas comisiones cobradas a los beneficiarios; ii) sólo cubre obligatoriamente a aquellas personas que se encuentren cotizando en el sistema de seguridad social; iii) sus parámetros no reflejan las condiciones demográficas y socioeconómicas; iv) el enfoque de cuentas individualizadas ignora las ventajas de poder distribuir los riesgos

---

<sup>11</sup> Para tener derecho a una pensión por vejez (aplicando la Ley del IMSS de 1997), el trabajador deberá acumular por lo menos 24 años de cotización (de lo contrario, se le devolverán los recursos de su cuenta). El monto de la pensión dependerá del saldo que haya logrado acumular en su cuenta al momento de su retiro laboral (en caso de fondos insuficientes, recibirán una pensión mínima garantizada equivalente a un salario mínimo, con apoyo del Gobierno Federal), y podrá escoger entre dos alternativas para pensionarse: mediante retiros programados pagados por una AFORE, hasta agotarse los fondos de su cuenta; o mediante un contrato de renta vitalicia con una aseguradora.

individuales entre muchas personas; v) los fondos están regulados por parámetros inadecuados para administrar sus riesgos<sup>12</sup>.

g) Como consecuencia, se ha hecho evidente que el modelo de las AFORE no ofrece una solución de fondo para resolver la crisis de pensiones en México, por lo que en el futuro serán insuficientes los montos de pensiones generados para financiar el retiro de los trabajadores<sup>13</sup>, además de que este sistema actualmente no cubre a la mayor parte de la población. Se estima que, de concretarse este escenario, la situación provocaría que el Estado eventualmente tenga que intervenir a un costo muy elevado para la sociedad.

### **I.1.2 Condiciones del Ahorro para el Retiro de los Trabajadores**

Existen factores que limitan el ahorro y poder adquisitivo de las personas, tales como un entorno económico-laboral adverso, caracterizado principalmente por la persistencia de la inflación y el desempleo, así como por el estancamiento de los ingresos, en combinación con una insuficiente educación financiera que motive el ahorro y la inversión. En referencia a la conducta económica, Flores-Quiroz et al. (2011) indican que las personas, en general, no disponen de manera natural del impulso de prever contingencias en el mediano y largo plazo —incluso en el caso de incrementos en su ingreso, usualmente las personas se concentran en mejorar su nivel de vida, adquiriendo más satisfactores, en lugar de incrementar su ahorro.

---

<sup>12</sup> La regulación asume que debe reducirse la exposición accionaria en la inversión, mientras mayor sea la edad del trabajador, por su menor tolerancia al riesgo. Sin embargo, Berstein y Chumacero (2008), Martínez y Zubieta (2011a, 2011b) critican la regulación en los fondos de las AFORE, por fomentar un perfil conservador que limita el potencial de rentabilidad, afectando el nivel de las futuras pensiones.

<sup>13</sup> Flores-Quiroz et al. (2011) explican que la tasa de aportación a la AFORE sobre el sueldo mensual es del 6.5% (mientras que el promedio en América Latina es del 10.2%). Señalan que en estas condiciones, los trabajadores obtendrán bajas tasas de remplazo —i.e. razón entre la pensión esperada y su sueldo.

La Tabla 1 muestra los niveles de ahorro por hogar en función del nivel de su ingreso, de donde se puede concluir que menos del 40% de los hogares en México contarían con recursos económicos suficientes para destinar hacia el ahorro individual voluntario para el retiro.

**Tabla 1. Ahorro y Nivel de Ingreso en México**

Ingresos y Gastos Totales Trimestrales. Miles de Pesos Corrientes								
		TOTAL	DECILES DE HOGARES					
			I y II	III y IV	V y VI	VII y VIII	IX y X	
INGRESO / HOGAR	2010	36.5	9.0	17.1	25.6	39.4	91.3	
	2002	26.6	5.9	11.4	17.5	27.5	70.7	
GASTO / HOGAR	2010	35.5	12.4	18.8	25.8	37.3	83.3	
	2002	24.8	6.5	11.5	16.9	25.7	63.2	
AHORRO / HOGAR	2010	1.0	-3.3	-1.8	-0.2	2.1	8.0	
	2002	1.8	-0.6	0.0	0.6	1.8	7.5	
%AHORRO / INGRESO	2010	3%	-37%	-10%	-1%	5%	9%	
	2002	7%	-11%	0%	3%	6%	11%	

Fuente: Encuestas INEGI 2002, 2010, para todos los datos, excepto cálculos ahorro

Analizando algunos datos del INEGI (2002, 2010), se puede notar que la tasa de ahorro promedio (ahorro/ingreso monetario) por hogar bajó desde 7% en 2002, a sólo 3% en 2010, posiblemente a causa de la crisis financiera global del 2008-2009. Se detecta que los hogares con menores ingresos aparecen con insolvencia financiera en 2010 (ahorro monetario negativo), en contraste con los hogares de mayores ingresos, cuya ahorro se redujo del 11% al 9%.

De acuerdo con un estudio sobre la dinámica del mercado de trabajo, el ahorro para el retiro y sus implicaciones para el sistema de pensiones en México (CONSAR, 2012), durante el periodo de 2007 a 2012, se pueden resaltar los siguientes aspectos:



- a) Cerca del 46% de los trabajadores ahorra (proporción que disminuye con la edad), y de éstos, casi la mitad admitió que este ahorro está destinado para el retiro laboral (los más interesados son las personas con edad mayor de 45 años). De los trabajadores que no ahorran, la mayoría admitió que la causa es lo insuficiente de sus ingresos.
- b) Más del 50% de los trabajadores no están asegurados en el sistema de seguridad social, mientras que casi el 40% de los trabajadores está afiliado al IMSS (el resto está afiliado a otras instituciones). Adicionalmente, se evidencia una baja densidad de cotización en la seguridad social, es decir, en promedio, de cada 100 semanas el trabajador sólo estuvo asegurado 41 semanas, resultando en un menor ahorro del trabajador para financiar su pensión durante el retiro laboral<sup>14</sup>.
- c) Más de una tercera parte de los trabajadores piensa solventar los gastos de su vejez con su pensión. Además, una cuarta parte de los trabajadores piensa financiarla por medio de sus ahorros, mientras que una quinta parte no lo ha pensado o no sabe. Aunque la mayoría indicó que desearía retirarse antes de los 65 años, conforme incrementa la edad del trabajador, aumenta la edad en que desea retirarse.

Izar-Landeta (2010) indica que en México sólo 8% de trabajadores afiliados al IMSS cuentan con un plan privado de pensión, complementario al del sistema de seguridad social. Destaca que en el 2000, el 89% de los beneficiarios de la Ley del Seguro Social sólo recibía el equivalente a un salario mínimo como pensión. Flores-Quiroz et al. (2011) señalan que sólo una cuarta parte

---

<sup>14</sup> Flores-Quiroz et al. (2011) explican que una pensión se define como una cantidad de dinero o de bienes expresados en dinero que se paga durante un período a una persona debido a una causa contingente previamente acordada (en el caso de las pensiones por vejez, la contingencia no es la edad avanzada, en sí misma, sino el problema de llegar a la vejez en situación de pobreza).

de las personas mayores de 60 años recibe una pensión, resultado de la cotización que en su momento hicieron a la seguridad social. A su vez, en cuanto a la situación de trabajo de los pensionados, una quinta parte de éstos continúa trabajando<sup>15</sup>. Se destaca que la falta de cobertura de la seguridad social entre la población de mayor de edad, en combinación con un monto insuficiente de pensión entre los que sí disfrutaban de una, son factores que aumentan su oferta laboral. Por otra parte, el mercado laboral ofrece condiciones desfavorables para los adultos mayores —al tener dificultades para emplearse, pues las empresas prefieren contratar a trabajadores más jóvenes—, además de que su situación de salud podría ser una grave limitante.

## **I.2 LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS**

### **I.2.1 Situación de los Fondos de Pensiones Privados en México**

De acuerdo con la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR, 2014), a los planes privados de pensiones se les considera como parte del denominado “Pilar 3” o “Pilar Complementario” dentro de la taxonomía pensionaria, ya que por lo general se trata de pensiones que se obtienen adicionales a los ingresos para el retiro que ofrecen los sistemas pensionarios públicos y/o obligatorios. Aunque en esta tesis se han mencionado hasta el momento, de forma general para el mismo contexto de estudio, los términos “plan privado de pensiones” y “fondo de pensiones privado”, es conveniente precisar sus respectivos aspectos técnicos, que permitan una mayor claridad y solidez en el análisis. En el caso de un plan privado de pensiones, Flores-Quiroz et al. (2011) explican que se trata de una herramienta de compensación diferida que permite premiar los años de servicio prestados, o la actuación de los trabajadores en las organizaciones, para constituir una fuente adicional de ingreso durante el retiro laboral. Solís

---

<sup>15</sup> La pensión promedio de los que continúan trabajando es de 2.3 veces el salario mínimo, mientras que la de quienes no trabajan es de 2.8 veces (Flores-Quiroz et al., 2011).

(2001) señala que en este tipo de planes, el retiro puede darse por invalidez, vejez o cesantía en edad avanzada, y que los trabajadores pueden contar con la posibilidad de proteger a sus dependientes económicos, en caso de fallecimiento del trabajador.

En lo que se refiere a un fondo de pensiones privado, se trata de una entidad legal — independiente de la organización que la patrocina— conformada por un conjunto de activos económicos acumulados mediante un plan de pensiones, con la finalidad exclusiva de financiar el consumo de los trabajadores durante el retiro (OECD, 2005). Para la presente tesis, los distintos elementos operativos y de gestión interrelacionados que constituyen genéricamente a los fondos y planes de pensiones privados, se incorporan posteriormente para su estudio en una construcción sistémica (Gelman y Negroe, 1982) denominada "sistema de ahorro-inversión", cuyo propósito es captar, complementar e invertir el ahorro de los trabajadores, que eventualmente permitan la generación de ingresos complementarios para un financiamiento viable de su consumo durante el retiro laboral.

En general, entre los principales beneficios de los planes privados de pensiones, Pang y Warshawsky (2013) destacan los siguientes: a) para los trabajadores, les proporcionan recursos económicos para el retiro; b) ayudan al aumento en la productividad para la organización patrocinadora —al atraer y retener talento, estabilizando la rotación de trabajadores—, en combinación con las posibles ventajas fiscales<sup>16</sup>. Turner (2011) indica además beneficios para el Estado, porque apoyan en el abatimiento del problema social que causa la pobreza en la vejez, mejorando la redistribución del ingreso. Otro beneficio que se puede identificar consiste en que

---

<sup>16</sup> Debe considerarse que la normatividad en materia fiscal es dinámica y sus aspectos técnicos afectan de forma específica a cada trabajador —de acuerdo con su nivel de ingresos y/o gastos deducibles, entre otros aspectos—, así como a cada tipo de organización, por lo que el análisis de los derechos y obligaciones fiscales requiere de una adecuada especialización y actualización continua.

los trabajadores no requieren enfrentarse a las limitaciones impuestas por un nivel insuficiente de educación financiera, como ocurriría en el caso de optar por la autogestión de la inversión de su ahorro voluntario para el retiro, aun considerando que contara con algún apoyo de un asesor financiero. Esto se debe a que la organización donde laboran estaría haciendo los cargos por aportaciones de ahorro sobre su sueldo, de forma automática y de acuerdo con las instrucciones previas de cada trabajador, en apego a la regulación vigente y políticas del fondo, tras consultar con un asesor financiero al servicio de la organización. A su vez, los trabajadores no requieren ser especialistas en gestión de inversiones, pues los administradores del fondo de pensiones se encargarían de esta función, además de que por el mayor tamaño relativo del fondo, al conjuntar el valor de las inversiones de muchos trabajadores, cuenta con ventajas que le permiten mayor eficiencia operativa y mejores condiciones de negociación con los intermediarios financieros.

Solís (2001) señala tres tipos de planes de pensiones, de acuerdo con su origen: a) planes públicos ofrecidos en el contexto de la seguridad social a nivel federal y estatal; b) de tipo ocupacional, ofrecidos por algunas organizaciones públicas y privadas en beneficio de sus trabajadores; c) de tipo personal, donde los propios trabajadores se adhieren voluntariamente a través de algún intermediario financiero (banco, aseguradora o AFORE)<sup>17</sup>. Pang y Warshawsky (2013) clasifican a los planes de pensiones de acuerdo a la forma en que se financian y garantizan los beneficios:

- a) Planes basados en el **modelo de beneficio definido (BD)**, en el que los trabajadores en el retiro reciben beneficios garantizados de por vida, basados en el nivel y duración de su

---

<sup>17</sup> Para efectos de consistencia con lo señalado previamente en esta tesis, los planes de tipo ocupacional y personal corresponden al pilar del ahorro voluntario. Por otro lado, en OECD (2005) se extiende la clasificación de planes y fondos de pensiones.

tiempo trabajando con la organización patrocinadora. A su vez, la organización hace contribuciones al fondo para acumular beneficios y para cubrir cualquier déficit que se pudiera desarrollar en el nivel de reservas. Los activos del plan se manejan de manera consolidada y el patrocinador es responsable en caso de pérdidas en la inversión (aunque no puede retirar recursos para efectos corporativos, en caso de ganancias).

- b) Planes basados en el **modelo de contribución definida** (CD), en el que usualmente las organizaciones hacen contribuciones de acuerdo con alguna proporción de las contribuciones de los trabajadores. En este modelo, a diferencia del anterior (BD), el trabajador debe absorber el riesgo de no lograr una pensión al retiro, debido a insuficientes rendimientos y/o aportaciones de ahorro, o como consecuencia de una larga expectativa de vida. Sin embargo, los trabajadores tienen la ventaja de la movilidad de sus recursos acumulados, al tratarse de cuentas individuales, en caso de no continuar laborando en la misma organización —además, sus recursos no estarían en riesgo de crédito debido a suspensión de pagos por insolvencia de la organización donde laboran.
- c) **Planes híbridos**, que combinan elementos de los planes de tipo BD y CD. Están diseñados en base a cuentas individualizadas —al igual que en los de tipo CD—, y pagan un monto total como beneficio al momento del retiro, pero ofreciendo ciertas garantías para proteger el nivel del monto o el rendimiento, con cargo a las reservas por parte de la organización.

Pang y Warshawsky (2013) comparan los distintos modelos de financiamiento de las pensiones, mostrando que los costos y riesgos varían significativamente en cada modelo. Los planes basados en el modelo de BD tienen los menores costos de fondeo, pero la mayor volatilidad —debido a que las organizaciones patrocinadoras absorben todos los riesgos por pérdidas en las inversiones y fluctuaciones en el nivel de fondeo—, al contrario de los de tipo CD, con el mayor

costo, pero la menor volatilidad. Indican que los planes de tipo híbrido muestran características intermedias entre estos dos tipos de modelo, sin embargo, argumentan que esto también los hace difíciles de gestionar —en esto destacan la simplicidad de administración en el modelo de CD, pues requieren menores capacidad de gestión y responsabilidades fiduciarias—. Concluyen que en el caso de ocurrencia de eventos económicos catastróficos, el desempeño de los planes de tipo CD resulta menos impactado que en los otros.

Para una mejor comprensión del contexto de los fondos de pensiones privados en México, es posible destacar algunos datos de interés a partir de información publicada y comentada por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR, 2014):

- a) Se reportaron 1,930 planes registrados, pertenecientes a 1,727 organizaciones que ofrecen a sus trabajadores acceso a esquemas voluntarios de ahorro previsional (complementarios al sistema obligatorio) como una prestación adicional al ahorro obligatorio.
- b) El valor de los activos administrados en los planes privados de pensiones registrados ante CONSAR alcanzaba alrededor de \$496 mil millones de pesos (2.7% del PIB). Estos planes cubrían a 1.35 millones de participantes.
- c) Las organizaciones que habían establecido algún plan para sus trabajadores se ubicaban principalmente en el Distrito Federal, Nuevo León y el Estado de México. A su vez, la edad promedio de los trabajadores activos era de 36 años y la de los pensionados de 66.
- d) 54% de los recursos administrados estaban invertidos en instrumentos de deuda del Gobierno Federal y 31% en instrumentos de renta variable (mercado accionario). El resto se encontraba invertido en deuda privada nacional, efectivo y otros tipo de inversiones.

- e) Los planes de pensiones estaban estructurados de acuerdo con los modelos de BD, CD e híbridos, distribuyéndose como se muestra a continuación en la Tabla 2. Se observa que cada vez menos organizaciones estaban constituyendo planes de tipo BD, migrando sus preferencias hacia la creación de planes de tipo CD o híbridos.

**Tabla 2. Distribución por Tipo de Plan de Pensiones**

<b>Tipo de plan</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
Beneficio Definido	1,019	52.8%
Contribución Definida	241	12.5%
Híbrido o Mixto	670	34.7%

Fuente: CONSAR (2014)

- f) En el 74% de los planes de tipo CD, las aportaciones de la organización patrocinadora se condicionen a la aportación del trabajador, para incentivar su participación en el esfuerzo de construcción de su patrimonio para el retiro. En la mayoría de los casos, la aportación de la organización suele ser idéntica a la aportación del trabajador.

Se dispone además de algunos otros datos útiles para una mejor comprensión del contexto de los fondos de pensiones en México, también publicados y comentados por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR, 2013):

- a) Cerca de dos terceras partes de los planes de pensiones registraban una antigüedad menor a 10 años. Los planes de pensiones registrados en 2013 cubrían a 1,302,428 personas, de las cuales 94% eran empleados activos, 4% pensionados y 2% empleados inactivos con derechos adquiridos —por ejemplo, ex-empleados por cumplir con las condiciones para ejercer sus beneficios.

- b) Poco más de una quinta parte de los planes de pensiones registrados otorgaba una cobertura a 500 empleados activos o más, mientras que el 45% de los planes de pensiones cubría a 100 empleados activos o menos.
- c) 64% de los planes de pensiones entregaban un estado de cuenta a sus trabajadores, 51% reportaba ya sea el rendimiento o el valor de la inversión, o algún otro dato, mientras que 22% no entregaba ninguna información.
- d) La mayoría de los planes de pensiones registrados otorgaban pensiones a sus beneficiarios, una vez que éstos hayan cumplido ciertos requisitos de edad, antigüedad o una combinación de ambas variables. De los planes de pensiones que reportan a la edad como único requisito para la jubilación normal del trabajador, una tercera parte consideraba una edad menor a los 65 años y dos terceras partes requieren una edad mínima, en concordancia con el sistema público de pensiones, de 65 años o más.
- e) Al momento del retiro laboral, la pensión vitalicia en sus distintas modalidades aparecía como la modalidad más común (41%) para pagar los beneficios del plan de pensiones, seguida por el pago en una sola exhibición (28%).
- f) Con respecto a la actualización (indexación) del beneficio que otorga el plan de pensiones, las estadísticas muestran que 56% de estos planes ajustaban las pensiones a la inflación, mientras que 33% no realizaba ajuste alguno. Alrededor del 77% de los planes de tipo BD e híbridos consideraban un beneficio mínimo a la jubilación, siendo la Indemnización Legal la más recurrente.
- g) Era común que la política de inversión del fondo de pensiones sea definida por la propia organización y aprobada por un Comité de Inversiones. Dicha política de inversiones era



ejecutada (82% de los casos) por un administrador externo. La entidad administradora de los recursos solía ser un banco, casa de bolsa u operadora de sociedades de inversión; mientras que la inversión de los recursos se realizaba principalmente a través de un fideicomiso, o en su caso por medio de un contrato de intermediación bursátil. Es de destacar la escasa recurrencia a las AFORE como administrador y vehículo de inversión de estos recursos.

- h) El total de los recursos financieros administrados por los planes de pensiones privados en 2013 ascendía a \$459 mil millones de pesos, mientras que el monto por pasivo laboral —calculado mediante valuación actuarial— era de \$511 mil millones de pesos, lo que significaba que en promedio el valor de los fondos sólo alcanzaba a cubrir un 90% de las obligaciones financieras<sup>18</sup>.
- i) Los administradores de las inversiones se encontraban sujetos a una política de inversión poco restrictiva, siendo los límites de inversión la restricción más común (51%), seguida por la asignación estratégica de activos (45%) y por el seguimiento de un parámetro de referencia (28%), mientras que un 27% podían invertir a su completa discreción.
- j) Los administradores de las inversiones han considerado distintos tipos de riesgo en las decisiones de inversión, como se observa en la siguiente tabla<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Estas cifras muestran que casi dos terceras partes de los planes de pensiones privados cubrían menos del 70% de su pasivo laboral —lo cual podría implicar un alto riesgo de insolvencia—, mientras que sólo una cuarta parte de los planes privados de pensiones contaba con una cobertura igual o mayor al 100%.

<sup>19</sup> La columna de resultados arroja una suma mayor al 100%, debido a que los administradores de las inversiones pueden considerar diferentes tipos de riesgo, al mismo tiempo.

**Tabla 3. Riesgos Considerados en la Política de Inversión**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>% del total</b>
Riesgo de mercado	75%
Riesgo de crédito	33%
Riesgo de liquidez	31%
Ninguno	16%
Otros	9%

Fuente: CONSAR (2013)

Concluyendo con el análisis de la situación de los fondos de pensiones en México, a partir de iniciativas dirigidas a reducir el engrosamiento del Estado y su intervención en la economía, como explica Alonso-Reyes (2012), en las últimas décadas se realizaron reformas a la seguridad social y pensiones públicas, que han afectado su rasgo de solidaridad con el individuo ante los riesgos sociales, sustituyendo el modelo de BD por el de CD. Hatchett et al. (2010), Pang y Warshawsky (2013) explican que la menor preferencia de las organizaciones por los planes de tipo BD se debe a un incremento en los costos y riesgos de su gestión, como resultado de una tendencia hacia una regulación más estricta<sup>20</sup>, en combinación con cambios demográficos que han incrementado la longevidad de los trabajadores, y un entorno financiero, durante la primera década de este siglo, caracterizado por bajas tasas de interés e insuficientes rendimientos en los mercados accionarios.

---

<sup>20</sup> Turner (2011) refiere las siguientes regulaciones para los planes privados de pensiones en México: a) Circulares 17-1 (2 y 3) y 18-2, emitidas por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR); b) Ley del Seguro Social: Artículo 17, Fracción VIII; c) Ley Federal del Trabajo; d) Ley del Impuesto sobre la Renta. Al encontrarse dispersa la regulación de estos planes dentro de distintas leyes y reglamentos, provoca que se dificulte su gestión operativa, legal y fiscal.

Debe considerarse que el pilar del ahorro voluntario requiere que los trabajadores dispongan de una mínima capacidad de ahorro, lo cual implica que éstos cuenten con un trabajo remunerado y que logren una mínima trayectoria laboral en el tiempo que les permita acumular, junto con los rendimientos de la inversión, los recursos necesarios para financiar su consumo durante la etapa del retiro laboral. Asimismo, este pilar es sólo uno más de los requeridos para un funcionamiento viable de la seguridad social y de pensiones a nivel macroeconómico. Por otra parte, al nivel microeconómico y en el contexto de un fondo de pensiones, para cada trabajador en lo individual, de manera similar a lo que ocurre en el caso del pilar de las AFORE, el riesgo de perder su empleo remunerado significa, al menos de forma temporal, la suspensión de las aportaciones de la organización donde labora hacia su cuenta individual en el fondo de pensiones, así como de las propias aportaciones de ahorro por parte del trabajador, la pérdida de oportunidad de generar rendimientos en el tiempo sobre esos flujos de efectivo faltantes, además de la posibilidad de que el trabajador tenga que hacer uso de los recursos acumulados para poder subsistir, en caso de que pase mucho tiempo antes de que logre volverse a emplear y/o conseguir otra fuente de ingresos<sup>21</sup>.

Debido a la gran dependencia que el pilar del ahorro voluntario tiene con la condición de que el trabajador tenga empleo remunerado u otros ingresos (como explican Cannon y Tonks, 2013), se requiere que el trabajador disponga de una combinación de los siguientes elementos: a) algún tipo de seguro por desempleo; b) el ingreso complementario de algún familiar; c) reservas de recursos económicos logradas mediante un esfuerzo de ahorro adicional al requerido, así como

---

<sup>21</sup> Como señala Alonso-Reyes (2012), el modelo económico vigente para las pensiones asume que los individuos deben ser los únicos responsables de su futuro, afrontando todo tipo de riesgos, con lo que se ha reducido el concepto de seguridad social basado en los ejes de solidaridad, justicia y equidad, perdiéndose la ventaja de distribuir los riesgos entre la población.

por el apoyo de las aportaciones de la organización patrocinadora del plan de pensiones; d) que los rendimientos de inversión sean suficientes para alcanzar el nivel requerido de pensión; e) otras opciones de ingreso en el retiro, derivadas de los otros pilares complementarios —como en el caso de disponer de una cuenta individual de AFORE, o del derecho a un ingreso mínimo por la existencia de una “pensión universal”<sup>22</sup>.

### **1.2.2 Análisis del Proceso de Gestión de Riesgos**

En CAIA (2013) se revisa el proceso de gestión de riesgos en fondos de pensiones, analizando por separado los modelos de beneficio definido (BD) y contribución definida (CD). En el caso del modelo de BD, se resaltan los desafíos para las organizaciones patrocinadoras en el cálculo y modelado de sus obligaciones financieras debido a las pensiones de sus trabajadores, con la finalidad de estimar el nivel de reservas económicas que permitirán financiar las pensiones presentes y futuras<sup>23</sup>. Se señala que para este cálculo, que requiere la estimación del valor presente de los flujos de efectivo esperados, se utilizan ciertos supuestos en los parámetros —e.g. niveles de rotación laboral, nivel de sueldo real promedio al momento del retiro, longevidad de los trabajadores, aspectos laborales, rendimientos reales esperados—. Se explica que el cálculo de las reservas es un proceso dinámico, debido a la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de los parámetros, por lo que en caso de que el nivel de reservas resultase insuficiente para hacer frente a las obligaciones financieras para pagar las pensiones, entonces la organización

---

<sup>22</sup> La Cámara de Diputados aprobó (24 de octubre de 2013) el dictamen que eleva a rango constitucional la pensión universal para adultos mayores y el seguro de desempleo, reformando para esto los artículos constitucionales 4, 73 y 123, de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>23</sup> De acuerdo con Blome et al. (2007), en los planes de tipo BD, la gestión de riesgos implica la medición y evaluación de los riesgos de un fondo de pensiones, así como el diseño, monitoreo y revisión de los parámetros del fondo (contribuciones, beneficios de los trabajadores y rendimientos).

deberá incrementar sus contribuciones de efectivo hacia el fondo, hasta recuperarse el nivel requerido de solvencia.

Con respecto a la incertidumbre en los cálculos, en CAIA (2013) se comenta que el rendimiento de inversión es el principal factor que afecta la viabilidad financiera de un plan de pensiones, afectando el costo para la organización patrocinadora por el mantenimiento de las reservas. A consecuencia, las organizaciones patrocinadoras suelen tener intereses encontrados al momento de diseñar las políticas de inversión, pues tienen el interés de lograr los más altos rendimientos posibles, que permitan reducir sus contribuciones para financiar los beneficios prometidos a sus trabajadores. Sin embargo, también tienen el interés de reducir el riesgo de insolvencia del fondo. Como alternativa para conciliar ambos intereses, se señala que los fondos de pensiones pueden reducir la volatilidad de los niveles de solvencia del fondo, mediante el diseño de portafolios de inversión cuyos activos produzcan rendimientos altamente correlacionados con el comportamiento esperado de las obligaciones financieras del fondo de pensiones (esta técnica se denomina en inglés “Liability-Driven Investing”). No obstante, se argumenta que esta alternativa conduce a políticas de inversión muy conservadoras —reduce la volatilidad en el nivel de solvencia a cambio de menores rendimientos de inversión—, propiciando el diseño de planes con menores beneficios prometidos y/o mayores contribuciones del patrocinador (en línea con lo señalado por Blome et al., 2007).

En el caso de planes de tipo CD, en CAIA (2013) se explica que los patrocinadores no se encuentran expuestos a riesgos que impacten su propia situación financiera, debido a que los riesgos en el nivel esperado de pensión —derivados por los riesgos de inversión, de insuficiencia en el ahorro y de longevidad— recaen en cada trabajador. Se indica que es usual que los patrocinadores otorguen a sus trabajadores facilidades para que puedan invertir en instrumentos

diseñados de acuerdo con la edad a la que esperan retirarse (denominados en inglés como “Target-date funds”), que invierten los recursos de forma más agresiva para los trabajadores más jóvenes, y de forma más conservadora para los trabajadores de mayor edad o más próximo al retiro laboral. Se indica que, en el eventual caso de que un trabajador se llegue a retirar, se hacen los arreglos para entregarle sus recursos acumulados —contribuciones del trabajador y de la organización, más los rendimientos— y se facilita el acercamiento hacia instituciones financieras para el otorgamiento de servicios de inversión y seguros. Se subraya que en los planes de tipo CD, el patrocinador puede enfocarse principalmente en la gestión de riesgos de tipo operativo y legal, mientras que los otros tipos de riesgos son delegados hacia los trabajadores y las instituciones financieras.

### **I.2.3 Deficiencias en la Gestión de Riesgos**

Con respecto a la gestión de riesgos en fondos de pensiones, Persaud (2011) critica la regulación y práctica convencionales, que conducen hacia un incremento en la fragilidad de los mercados financieros, así como a fomentar la utilización de técnicas de evaluación de riesgos con perspectiva de corto plazo. Explica que una regulación adecuada debe brindar las condiciones para que la transferencia de riesgos tenga lugar entre participantes con diferente capacidad para absorber riesgos de crédito, liquidez y de mercado. En el caso de los fondos de pensiones, señala que al disponer de capacidad para absorber y aprovechar riesgos de liquidez y de mercado en un horizonte de largo plazo, es inadecuado regularlos de forma similar a como se hace con los bancos, cuyo fondeo es de corto plazo, con capacidad para absorber riesgos de crédito de largo plazo. En consecuencia, la falta de diversidad en la gestión de riesgos, en periodos de crisis de liquidez y alta volatilidad en los mercados, incrementa el riesgo de todo el sistema financiero a nivel macro, al presionar al mismo tiempo a los participantes a moverse en la misma dirección

para cumplir con los niveles objetivo de riesgo en el corto plazo, de esta forma agravando y propagando más las crisis financieras (coincidiendo con Gurrola, 2006; IAA, 2009; Goto, 2013).

Walker (2009) señala que los riesgos que enfrentan los trabajadores son distintos según el momento en que se encuentren en su ciclo de vida financiero. Debido a esto, sostiene que la gestión de riesgos debe enfocarse en el nivel de fondeo de las pensiones, y no en la volatilidad de corto plazo de los rendimientos de inversión, como suele ocurrir en la práctica. Lehmann y Hofmann (2010), señalan dos categorías de fallas recurrentes en gestión de riesgos en las instituciones financieras: a) percepción deficiente sobre la diferencia entre riesgo e incertidumbre, que fomenta la preponderancia de un enfoque analítico fundamentado en los pronósticos; b) las deficiencias de comunicación y monitoreo, que inhiben la capacidad para actuar de manera oportuna y decisiva ante cambios en el entorno. Entre las principales anomalías en la gestión de riesgos en fondos de pensiones, diBartolomeo (2012) señala la prevalencia de un enfoque retrospectivo en la evaluación de riesgos, en vez de ser prospectivo. También critica las métricas de riesgo convencionales, centradas en el corto plazo y en los rendimientos de inversión, en lugar de la solvencia para financiar las pensiones.

Kitces (2012) critica que en la planeación para el retiro predomine una orientación hacia intentar predecir la ocurrencia de eventos de tipo catastrófico, o centrarse en obtener estimaciones demasiado precisas sobre las probabilidades de éxito de un plan. Sugiere mejor enfocarse en la planeación de la respuesta adecuada ante este tipo de eventos. Para esto, propone que las herramientas cuantitativas no deberían utilizarse para fijar un curso de acción inamovible a partir de las proyecciones, sino para establecer un punto de partida, además de medir la sensibilidad del plan, que permita identificar ajustes requeridos ante eventuales cambios en las condiciones (en línea con lo expuesto por Mills, 2010; Goto, 2013).

Finalmente, se presenta un resumen sobre las principales fallas encontradas en la práctica de la gestión de riesgos en este contexto: a) preponderancia del análisis retrospectivo, en lugar del prospectivo; b) énfasis desmedido en la eficiencia, en detrimento de mantener la diversidad en las estrategias de aseguramiento; c) análisis de riesgos concentrado en las funciones de inversión y el corto plazo, en lugar de vigilar la viabilidad financiera de los planes de pensiones; d) ausencia de un marco para la formulación de planes de contingencia.



## **CAPÍTULO II**

### **GESTIÓN DE RIESGOS EN EL TURBULENTO ENTORNO DE LOS SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN**

Este capítulo describe los principales componentes presentes en sistemas de ahorro-inversión, comprendiendo su funcionamiento e interacción con su complejo entorno. A continuación, se hace un diagnóstico de viabilidad, identificando deficiencias en la operación y conducción de estos sistemas. Posteriormente, se plantean los elementos de viabilidad requeridos para la conducción resiliente de la gestión de riesgos en planeación para el retiro.

#### **II.1 ANÁLISIS SISTÉMICO-CIBERNÉTICO DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS**

##### **II.1.1 Descripción del Entorno Socioeconómico como Sistema Perturbador**

Recurriendo al marco de análisis formulado por Ozbekhan (1977) e incorporando el marco sistémico-cibernético para la gestión de desastres desarrollado por Gelman (1996)<sup>24</sup>, se puede construir un modelo analítico donde se identifican dos sectores concéntricos interrelacionados, los cuales envuelven al entorno interno de un sistema de ahorro-inversión genérico, como muestra la Figura 1:

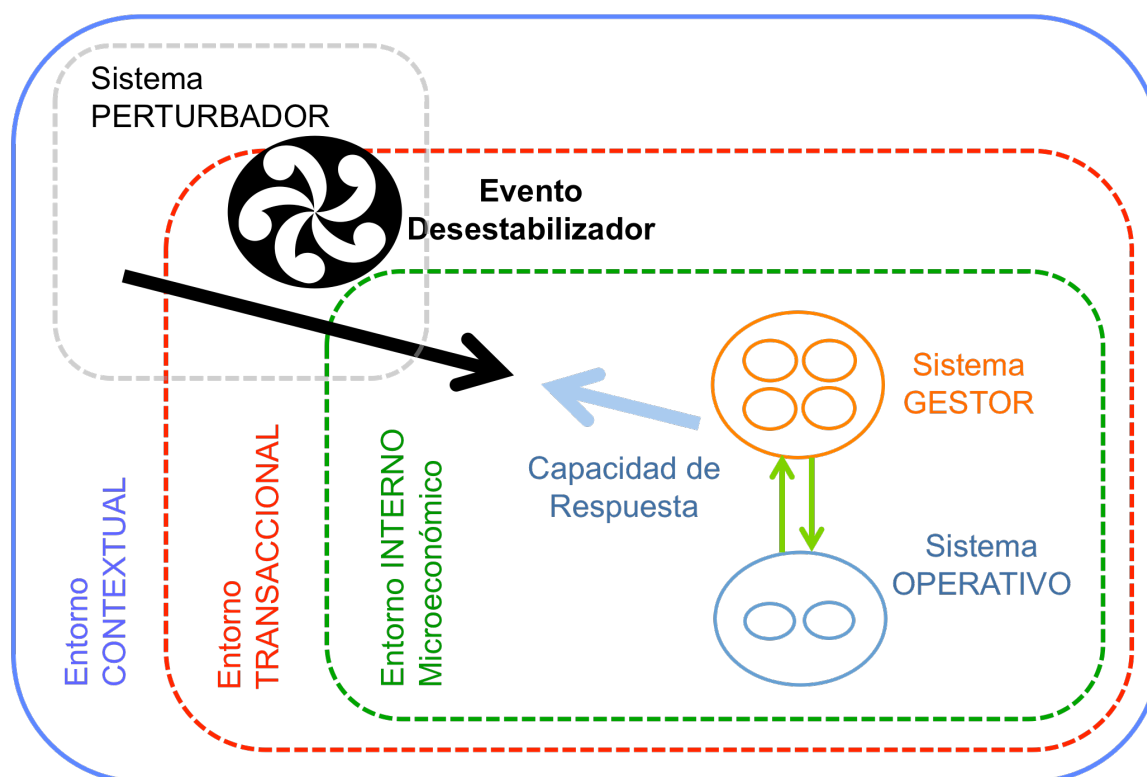
- a) Entorno Contextual, que es el envolvente sistémico periférico de los fondos de pensiones, correspondiente a nivel macro con el ámbito socioeconómico mundial y de México. Se

---

<sup>24</sup> Gelman (1996) desarrolla un marco para gestión de desastres apoyado en dos enfoques complementarios: a) sistémico, que explica las relaciones entre componentes, así como entre sistemas; b) cibernético, en el que un sistema gestor busca conducir a un sistema operativo, interactuando mediante flujos de información y ejecución.

caracteriza por su gran complejidad, incertidumbre y turbulencia (como lo describen Emery y Trist, 1973; Lietaer et al., 2010; Mills, 2010; Persaud, 2011). Adicionalmente, este entorno tiene las funciones de “Sistema Perturbador”, donde se desarrollan eventos desestabilizadores tales como depresiones económicas, colapsos de los mercados, burbujas inflacionarias<sup>25</sup>, así como eventos de origen natural, tecnológico o social con repercusiones económicas serias, caracterizadas por su gran magnitud, concatenación e impredecibilidad, afectando en forma de daños graves a los sistemas que envuelve.

**Figura 1. Análisis de Entorno para Sistemas de Ahorro-Inversión**



Fuente: Adaptado del Análisis Sistémico propuesto por Jiménez-Carreón et al. (2014)

<sup>25</sup> Harrington (2009), Lehmann y Hofmann (2010) discuten sobre riesgo sistémico y las causas que han originado las crisis económico-financieras. Sidaoui et al. (2010), Brugger y Ortiz-Calisto (2011) revisan la interacción entre la economía y los mercados financieros en México.

b) Entorno Transaccional, enmarcado por el envolvente sistémico contextual y constituido por elementos de tipo económico de la seguridad social y de pensiones en México, los cuales son afectados a nivel macro por los cambios demográficos, así como otros factores socioeconómicos y regulatorios (como se explicó en el capítulo anterior). En el caso de los fondos de pensiones, al invertir el ahorro de los trabajadores, participan como inversionistas en los mercados financieros al lado de otros integrantes —e.g. bancos, aseguradoras, sociedades de inversión, fondos de recompra de acciones— con diversas metas de inversión y capacidad de riesgo (Persaud, 2011). Las condiciones del entorno afectan el valor de las inversiones en los fondos, pero también la situación financiera de las organizaciones que las patrocinan, afectando eventualmente el nivel de las pensiones. A su vez, existen factores que limitan de forma colectiva el ahorro y poder adquisitivo de los trabajadores, tales como un entorno económico-laboral adverso, caracterizado principalmente por la persistencia de la inflación y el desempleo, así como por el estancamiento de los ingresos.

Al mismo tiempo, además de la posibilidad de funcionar como un medio para que se propague un evento desestabilizador generado desde el ámbito socioeconómico, el entorno transaccional también amplifica sus efectos debido a los mecanismos de retroalimentación entre los distintos entornos sistémicos, produciendo concatenación con otros eventos desestabilizadores (como explica Gelman, 1996).

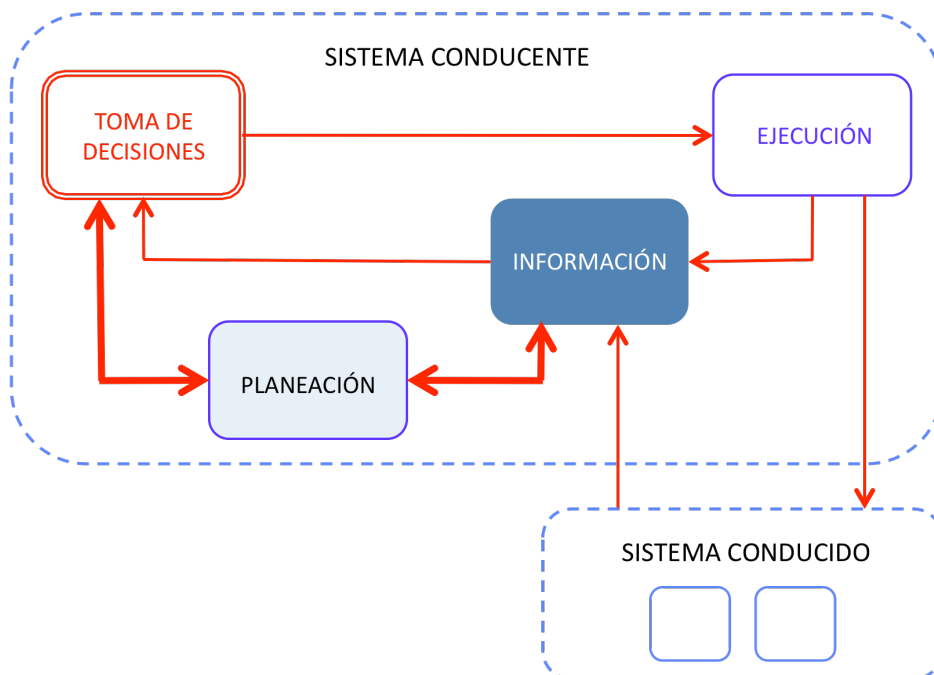
### **II.1.2 Elementos de Gestión-Operación del Entorno Sistémico Interno**

Este entorno se encuentra al interior de la estructura sistémica, al nivel microeconómico, abarcando al propio sistema de ahorro-inversión, representando de manera genérica a un fondo de pensiones privado. Es posible, mediante un ejercicio preliminar de construcción sistémica (Gelman, 1996), identificar los componentes funcionales y estructurales, encargados de la

operación y gestión de las actividades de ahorro e inversión, para comprender mejor su interacción y procesos. De esta forma, como muestra la Figura 1, en un primer nivel se pueden identificar dos componentes:

- a) Sistema Operativo, integrado por dos elementos interconectados, encargados de las funciones de ahorro e inversión para el retiro. Se torna en “Sistema Afectable”, debido a su vulnerabilidad a causa de la interacción con el “Sistema Perturbador”.
- b) Sistema Gestor, formado por cuatro elementos interconectados, encargados de la información, planeación, toma de decisiones y ejecución (como se muestra en la Figura 2), y que conduce al Sistema Operativo hacia la consecución de la viabilidad financiera de los planes para el retiro, además de asegurar ésta ante eventos económicos desestabilizadores.

**Figura 2. El Proceso de Conducción**



Fuente: Adaptación del proceso de conducción formulado por Gelman y Negroe (1982).

### II.1.3 Análisis del Sistema Operativo para el Ahorro y la Inversión

El propósito general del Sistema Operativo, para cada cuenta individual en un plan privado de pensiones de contribución definida<sup>26</sup>, consiste en lograr acumular un mínimo de recursos financieros, para un nivel específico de ahorro —aportado por el trabajador y complementado por el patrocinador del fondo—, e invertirlo a lo largo de los años de su vida laboral activa (etapa de acumulación), que eventualmente permitan, en combinación con otros ingresos futuros disponibles, el financiamiento viable de un nivel meta de consumo durante el retiro laboral (etapa de desacumulación). En un segundo nivel de descomposición sistémica, para el Sistema Operativo es posible identificar dos subsistemas interrelacionados, cada uno con su propio subsistema de servicios de apoyo (como se describe en el Anexo A):

- a) Subsistema de Ahorro, integrado en un tercer nivel por las cuentas individuales de cada trabajador, cada una reflejando, el valor acumulado de sus propias aportaciones, retiros y rendimientos —e.g. al cierre de cada mes, semestre o año—. Su propósito es la captación del ahorro de los trabajadores activos y el pago de pensiones de aquellos ya retirados. Este subsistema es vulnerable a diversos factores, al nivel de cada cuenta individual —e.g. inflación, desempleo y arribo de gastos inesperados desestabilizadores, entre otros.
- b) Subsistema de Inversión, compuesto en un tercer nivel por los distintos fondos de inversión, cada uno reflejando un valor equivalente a la suma total del valor de las cuentas individuales de los trabajadores asignadas por fondo, el cual debería reflejar el valor de mercado de los

---

<sup>26</sup> Los planes de pensiones son uno más de los pilares para financiar el retiro de los trabajadores. Pang y Warshawsky (2013) explican que el modelo de contribución definida es el de menor volatilidad en el costo de fondeo y requiere la menor responsabilidad fiduciaria para el patrocinador de un plan. Además, permite a los trabajadores movilidad en sus recursos y aportaciones complementarias del patrocinador, quien también puede apoyar gestionando eficientemente el ahorro e inversión.

distintos instrumentos financieros, de inversión y aseguramiento, que lo componen en un cuarto nivel sistémico. En el caso de planes de contribución definida, el propósito de este subsistema es la construcción de distintos fondos de inversiones, cada uno identificado por un portafolio de instrumentos financieros con un perfil específico de riesgo e inversión, de acuerdo con la tipología de trabajadores para los que esté destinado cada fondo<sup>27</sup>.

Este subsistema es vulnerable principalmente a distintos tipos de riesgo financiero —e.g. de mercado, de liquidez, de crédito—, entre otros, que impliquen secuencias con rendimientos negativos y/o menores a lo requerido para mantener un nivel establecido de inversión. En todos estos casos, la afectación será más grave mientras mayores sean la magnitud, duración y/o concatenación de los eventos desestabilizadores.

#### **II.1.4 Desastre en Sistemas de Ahorro-Inversión**

Se puede definir como estado sistémico de desastre, a la situación que resulta de eventualidades económicas impredecibles, durante la etapa de acumulación, reflejadas a nivel micro como riesgos sobre los componentes operativos de un sistema de ahorro-inversión, en la que el valor de los recursos económicos acumulados hasta el momento de la fecha predefinida del retiro laboral —o en un momento cercano a esa fecha; e.g. cinco años antes— resulten insuficientes para permitir un financiamiento viable del nivel meta de consumo en el retiro. Es necesario señalar que el sistema es vulnerable a distintos riesgos, según la etapa y momento específico en que un trabajador se encuentre en el ciclo de vida financiero. En el caso de la etapa de acumulación —

---

<sup>27</sup> Una posible tipología consiste en agrupar a los trabajadores en función del momento en que se encuentren dentro de su ciclo de vida financiero. De esta forma, un fondo destinado para trabajadores que, por su edad y ahorro acumulado, se encuentren al inicio de su etapa laboral activa, tendría un perfil distinto de aquel destinado a trabajadores en la mitad de su etapa laboral, de aquellos próximos a retirarse, o de aquellos que se encuentren en su etapa del retiro laboral (Walker, 2009).

que es la de interés para este estudio—<sup>28</sup>, la amenaza proviene de dos tipos de riesgo, como señala Walker (2009): a) riesgo sobre el ahorro, relacionado con la disminución, tanto en el nivel real como en su densidad en el tiempo, del ingreso y/o aportaciones de ahorro del trabajador, originada por la inflación, el desempleo o gastos inesperados; b) riesgo sobre la inversión, relacionado con el nivel real, volatilidad y secuencia en el tiempo de los rendimientos.

A la vez, estos dos tipos de riesgo tendrán un efecto distinto sobre el sistema, según el momento específico en que se encuentre el trabajador, durante el proceso de ahorro e inversión. Walker (2009) precisa que, al inicio de la etapa de acumulación, el monto proyectado de los futuros ingresos disponibles para el retiro será más vulnerable a factores que reduzcan la capacidad de ahorro del trabajador<sup>29</sup>, al perder oportunidades de componer rendimientos en el tiempo, que a los que afecten el valor de su inversión, pues dispone de varias décadas para recuperarse. Lo contrario ocurriría si se encuentra próximo a retirarse, donde el nivel de sus ingresos disponibles para el retiro se sustenta en el capital financiero acumulado, por lo que se tendrá mayor vulnerabilidad al riesgo sobre la inversión.

Con respecto a la vulnerabilidad del sistema ante el riesgo de inversión, Pfau (2013a) señala que por su impacto en el desempeño de un plan para el retiro, la secuencia de los rendimientos de inversión tiene una relevancia descomunal en comparación con el nivel promedio de los rendimientos en el largo plazo, debido al efecto del tamaño relativo de la inversión durante cada

---

<sup>28</sup> Durante la etapa de desacumulación, el desastre ocurre cuando un trabajador se ve obligado a reducir su consumo en el retiro a un nivel por debajo del mínimo para satisfacer sus prioridades económicas. El estado de ruina se presenta cuando el valor de la inversión se agota en algún momento de la vida del trabajador durante su retiro, antes del fallecimiento —i.e. riesgo de longevidad.

<sup>29</sup> De Ferranti et al. (2000), Hormazabal (2011), Cannon y Tonks (2013) revisan los factores que influyen en el riesgo para el ahorro.

momento de la etapa de acumulación. Este argumento es congruente con el concepto de “capacidad de riesgo” explicado por Persaud (2011), por lo que durante la primera mitad de la acumulación, un plan para el retiro tendrá mayor capacidad para absorber riesgos a largo plazo de liquidez y de mercado. Mientras que durante la segunda mitad de la acumulación —cuando la inversión está próxima o ya ha alcanzado sus mayores dimensiones, su valor es más sensible ante una determinada variación en los rendimientos— esta capacidad se reduce considerablemente, exponiendo al plan a riesgos a corto plazo de liquidez y mercado, produciendo pérdidas en la inversión que pudieran requerir de varios años para recuperarse, comprometiendo la fecha predefinida de retiro del trabajador y/o el nivel de su consumo potencial durante el retiro.

Durante el proceso de ahorro y acumulación, es posible que en algún momento específico se presente una serie de eventos económicos que provoquen un desplome bursátil, impactando considerablemente el nivel de la inversión. Sin embargo, si la recuperación de los mercados ocurre de forma oportuna, entonces será menor el impacto, especialmente para los trabajadores que se encuentren en los inicios de la etapa de acumulación<sup>30</sup>. Aunque si éstos se encontraran en la parte final de esta etapa, entonces sería crítico que los mercados se recuperen oportunamente, pues de lo contrario podría afectarse gravemente el logro de las metas para su retiro.

Para ilustrar los argumentos anteriores, la Figura 3 se construyó a partir de la información obtenida mediante un escenario simulado<sup>31</sup>, donde se muestran los valores reales (después del

---

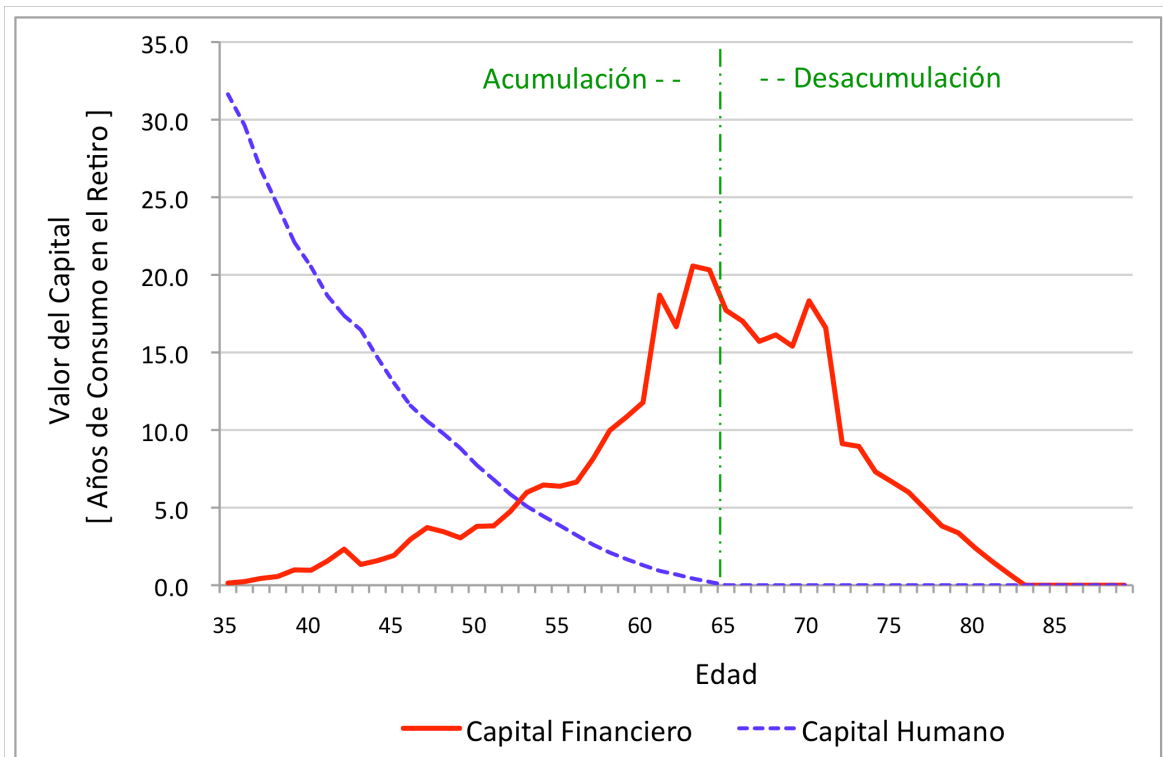
<sup>30</sup> Kitces (2012) argumenta que el tiempo de recuperación a partir del impacto de un evento financiero catastrófico puede ser más importante que su magnitud —suponiendo que no se recurre al endeudamiento o apalancamiento financiero—, pues para causar la ruina de un plan, sólo se requiere una larga secuencia de rendimientos moderadamente negativa o de insuficiente nivel.

<sup>31</sup> Este escenario es uno de los múltiples producidos mediante simulación —de forma similar al análisis aplicado, presentado posteriormente en la tesis—. Supuestos: rendimientos reales y flujos constantes; tasa de ahorro 7.0%;



efecto inflacionario) del componente de inversión (o Capital Financiero) y del valor presente de los flujos por ingreso laboral (o Capital Humano).

**Figura 3. Elementos del Capital en el Ciclo de Vida Financiero de un Trabajador**



Fuente: Elaboración a partir de cálculos propios, con base en una figura de Pfau (2014)

Se observa en la anterior figura que, el nivel de la inversión tiende a incrementarse en el tiempo, durante la etapa laboral —resultado del ahorro acumulado y de los rendimientos compuestos—, tendiendo a llegar a su máximo nivel muy cerca de cuando el trabajador está en las cercanías de su retiro. Durante el último tercio de la etapa de acumulación, en promedio se construye la mitad

---

tasa de reemplazo 50%; edad del trabajador al inicio 35; edad al retiro 65; edad fallecimiento 90; asignación estratégica de activos, con rebalanceo anual, para acumulación y desacumulación respectivamente: 50% y 30% fondo indizado al IPC, 50% y 70% fondo indizado a Cetes-91, sin considerar comisiones e impuestos.

del valor máximo de la inversión, por lo que es el segmento más sensible de esta etapa ante secuencias desfavorables de rendimiento. De forma análoga, durante la etapa de desacumulación, el primer tercio de tiempo es el segmento más sensible, especialmente porque se combinan los efectos de salidas netas de efectivo para financiar el consumo en el retiro. Es por esto que los años próximos (previos o posteriores) al momento del retiro, son los más críticos, pues una situación de desastre en esta fase podría causar un impacto irreversible en el plan para el retiro.

## **II.2 VIABILIDAD SISTÉMICA DE LOS FONDOS DE PENSIONES PRIVADOS**

### **II.2.1 El Modelo de Sistemas Viables**

Es posible aprovechar la forma en la que Sánchez-Lara (2011) recurre al enfoque de Flood y Jackson (1991), quienes desarrollaron un “sistema de metodologías de sistemas” por medio del uso de metáforas, facilitando la identificación del tipo de metodología a abordar para la solución de problemas, de acuerdo con el contexto del sistema. Aplicando este enfoque al contexto de la gestión de riesgos en un sistema de ahorro-inversión, de acuerdo con el análisis sistémico previamente realizado, se puede concluir que el sistema interactúa dentro de un entorno “complejo”, donde se pueden generar eventos desestabilizadores de tipo económico, ante los cuales es vulnerable el sistema. Se puede ubicar al sistema como de tipo “unitario”, pues los recursos económicos en un fondo de pensiones tienen una finalidad muy clara para todos los involucrados, y que consiste en el financiamiento de un nivel predefinido de pensión para los trabajadores (como señalan Kemp y Patel, 2014).

Por lo tanto, el sistema de ahorro-inversión podría describirse como un sistema “complejo-unitario”, cuyas características, de acuerdo con el enfoque de Flood y Jackson (1991), evocarían la metáfora “neurocibernética”. En este sentido, por su enfoque cibernético, sería posible recurrir al marco del Modelo de Sistemas Viables (VSM por sus siglas en inglés), desarrollado por S. Beer

a finales de la década de 1950. Sánchez-Lara (2011) explica que un sistema viable es aquel con capacidad de mantener una existencia autónoma, con capacidad propia para resolver problemas, que sobrevive con base en la capacidad para responder, tanto a eventos de tipo normal, como catastróficos. También señala que la viabilidad es una función del balance entre autonomía e integración de los componentes de un sistema, así como entre su estabilidad y adaptación.

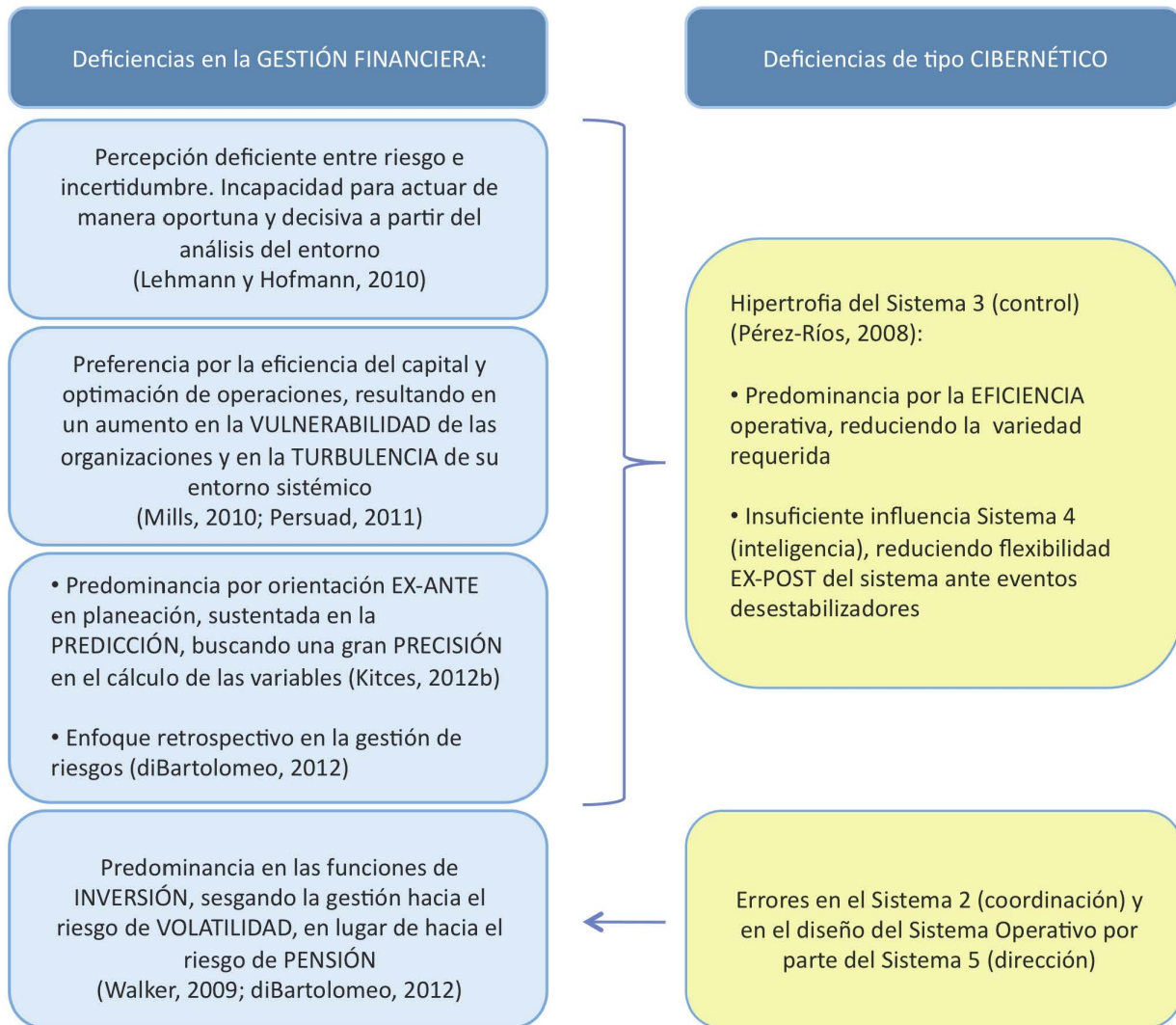
Se destaca en este modelo el énfasis en el diseño de una organización adaptativa, basado en la existencia de mecanismos de auto-organización sistémica para enfrentar las perturbaciones en su entorno. A su vez, un sistema viable debe contar con cinco subsistemas (necesarios y suficientes), como señala Pérez-Ríos (2008), encargados respectivamente de la operación (Sistema 1), coordinación (S-2), control/auditoría (S-3, 3\*), inteligencia (S-4) y dirección (S-5) —éstos cuatro últimos integran el metasisistema o sistema gestor—. Es sobresaliente la función del subsistema encargado de la dirección, que además de establecer la identidad de la organización y su propósito, regula la homeóstasis sistémica —que es el mecanismo a cargo de la adaptación de la organización, mediante la interacción armónica entre los subsistemas de control e inteligencia—. También resalta el subsistema de operación, al estar constituido por unidades operativas autónomas y viables, cada una responsable de su línea de actividad específica, que interactúa con su propio entorno, pero al mismo tiempo mantiene su cohesión y es conducido por el sistema gestor, de acuerdo con la identidad y propósito de la organización.

### **II.2.2 Viabilidad en Sistemas de Ahorro-Inversión**

Con base en el marco del VSM se puede realizar un diagnóstico que permita identificar deficiencias estructurales o funcionales en la viabilidad en sistemas de ahorro-inversión. En la Figura 4 se expone un resumen con las principales fallas de tipo financiero en la gestión de

riesgos en sistemas de ahorro-inversión (identificadas en el capítulo anterior), relacionándolas con su correspondiente deficiencia de tipo cibernético afectando la viabilidad sistémica.

**Figura 4. Diagnóstico de Viabilidad Financiera y Sistémica**



Fuente: Elaboración propia, incorporando elementos del ámbito de viabilidad financiera, pensiones y planeación para el retiro

Una de las posibles causas funcionales que afectan la viabilidad sistémica, de acuerdo con Pérez-Ríos (2008), se refiere a la “hipertrofia” del Sistema 3 (encargado del control), cuya predominancia sobre el Sistema 4 (encargado de la inteligencia) provoca un desbalance en la

gestión, afectando el mecanismo de homeóstasis del sistema en detrimento de su capacidad de adaptación. Dado que el Sistema 3 está orientado hacia la optimización operativa, la predominancia de este sistema influye para que los procesos de gestión se enfoquen desproporcionadamente en la eficiencia e insuficientemente en la diversidad, restringiendo el nivel de variedad requerida por el sistema para asegurar su viabilidad. En la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, esta falla cibernética se refleja en el énfasis desmedido en la eficiencia —que restringe sus opciones y recursos de reserva—, la preponderancia del análisis retrospectivo y predictivo, una limitada capacidad para monitorear el entorno socioeconómico, así como una reducida orientación hacia la formulación de planes de contingencia y respuesta<sup>32</sup>. Como consecuencia, los sistemas tienen una insuficiente flexibilidad en su capacidad de respuesta, lo que aumenta su vulnerabilidad ante la turbulencia de su entorno.

Otra falla cibernética en los sistemas de ahorro-inversión se vincula con la predominancia del componente de inversión sobre el de ahorro, al nivel operativo, que afecta el balance y la interacción entre ambas funciones. Esta anomalía se refleja en el análisis de riesgos, al concentrarse de forma desproporcionada en las funciones de inversión y el corto plazo, en lugar de vigilar la viabilidad financiera de los planes de pensiones. Desde un punto de vista financiero, de acuerdo con Flores-Quiroz et al. (2006), la viabilidad de un plan para el retiro se cumple si y sólo si se validan dos condiciones: a) solvencia, donde el valor presente de los ingresos es mayor o igual al valor presente de los gastos del mismo; b) liquidez, que implica que el valor de los ingresos de cualquier período es mayor o igual que el valor de los gastos del mismo período. En

---

<sup>32</sup> Para el aseguramiento de la viabilidad financiera, se requieren considerar también los medios para la protección y restablecimiento de las funciones sistémicas, en un contexto donde no es posible predecir aspectos relacionados con la situación futura del trabajador —e.g. trayectoria laboral, expectativa de vida—, o pronosticar las inestables variables de tipo financiero.

este sentido, Collins et al. (2015b) señalan la importancia del continuo monitoreo de la solvencia de los planes para el retiro.

Las deficiencias de tipo financiero y analítico descritas, asociadas con anomalías de tipo cibernético, son el resultado de recurrir a un enfoque de planeación eficientista en la gestión de riesgos. Se ha comentado que esta perspectiva no es adecuada para los sistemas de ahorro-inversión, ya que al basarse en la predicción y optimación, se restringe la variedad sistémica requerida para enfrentar la complejidad del entorno<sup>33</sup>, impactando así la flexibilidad de respuesta y capacidad de mitigación ante eventos desestabilizadores.

### **II.2.3 Elementos de Viabilidad para la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos**

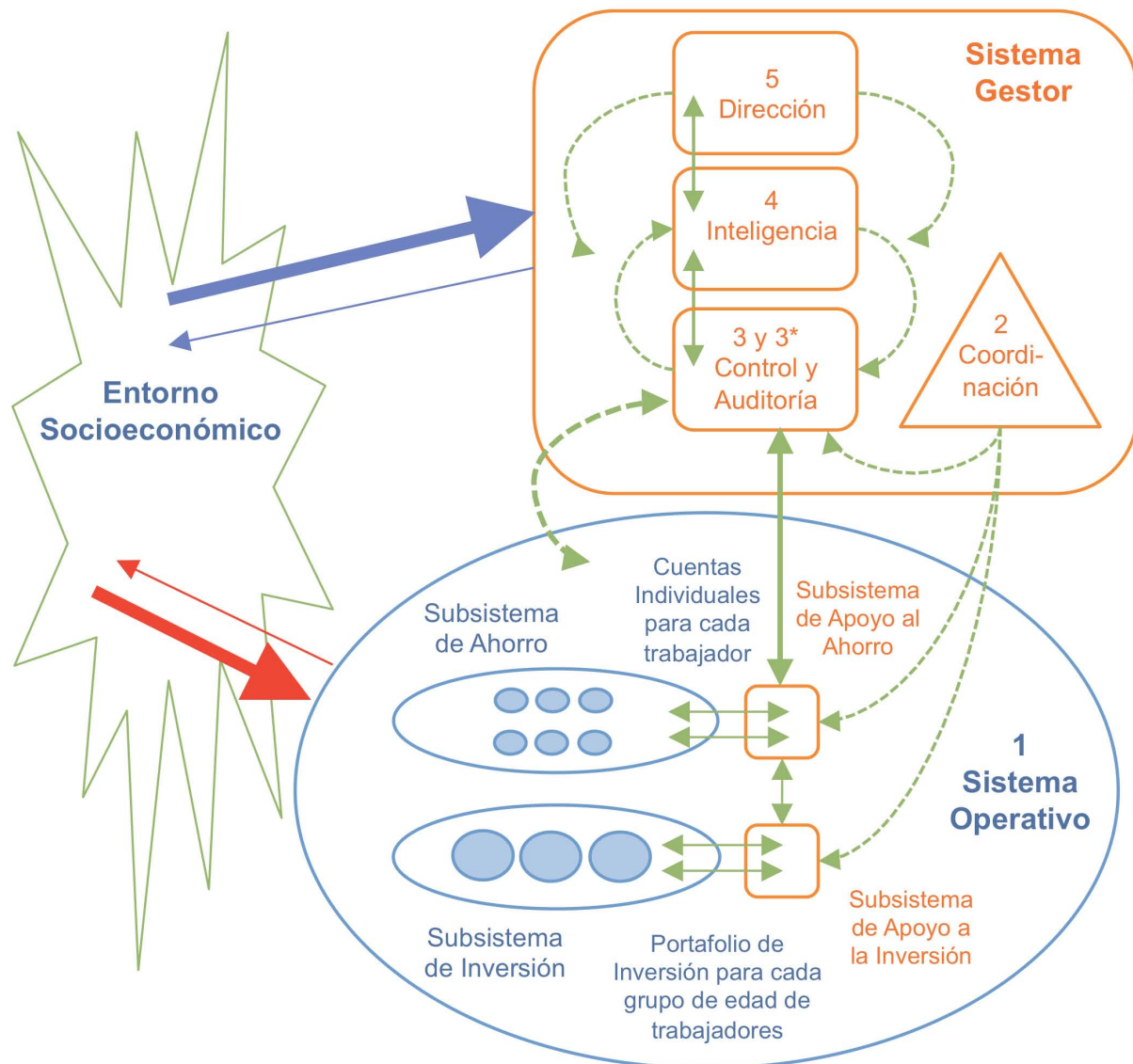
A partir del análisis sistémico-cibernético presentado previamente, es posible aprovechar el marco del VSM para describir la estructura de un sistema de ahorro-inversión genérico, identificando sus elementos de gestión-operación y al entorno socioeconómico, como se muestra en la Figura 5. Se observa en el Sistema Operativo que los subsistemas de Ahorro e Inversión cuentan idealmente cada uno con su propio subsistema de apoyo, que les brinda servicio en actividades de regulación —considerando que ambos subsistemas deberían ser sistemas viables por sí mismos, de acuerdo con la característica de recursividad de los sistemas viables—. Se puede también notar que cada portafolio o subgrupo de inversión representa a un conjunto de cuentas individuales caracterizados por el grupo de edad de los trabajadores (como se muestra en el Anexo A). Por este medio se puede reducir la variedad requerida del entorno, en este caso resultado de las múltiples cuentas individuales de inversión, que harían más complicado la gestión de la inversión, además de que se pueden aprovechar economías de escala que permitan

---

<sup>33</sup> Desde la perspectiva cibernética, la “variedad requerida” se puede definir como el número total de estados (o propiedades en un tiempo específico) posibles de un sistema.

incrementar la eficiencia —e.g. negociando mejores condiciones en las comisiones por intermediación bursátil y/o tasas de interés más atractivas.

**Figura 5. Sistema de Ahorro-Inversión desde la perspectiva del Modelo de Sistemas Viables**

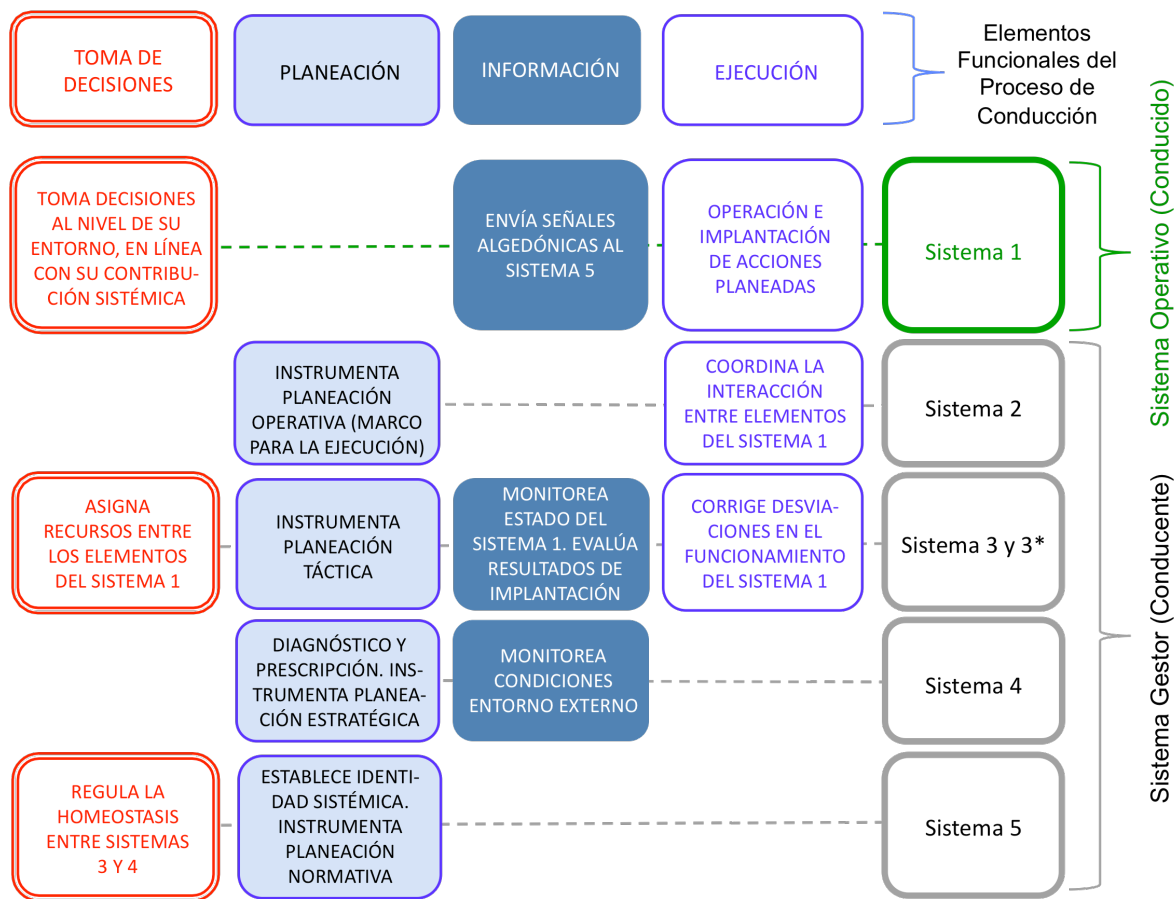


Fuente: Adaptado del Modelo Sistémico-Cibernético propuesto por Jiménez-Carreón et al. (2014)

Es posible realizar un ejercicio de síntesis, apoyado en los marcos elaborados por Gelman y Negroe (1982), Pérez-Ríos (2008), Sánchez-Lara (2011) y Baubion (2013), buscando identificar la función de cada uno de los cinco subsistemas del VSM dentro del proceso de conducción,

como se muestra en la Figura 6. El proceso de gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión será efectivo, en la medida en que conduzca al sistema hacia el aseguramiento de su viabilidad —la cual se sustenta en la capacidad de adaptación—. Por lo tanto, para el desarrollo de la diversidad, redundancia y versatilidad en las opciones sistémicas disponibles, el proceso debe fundamentarse en un enfoque adaptativo de planeación (Jiménez-Carreón et al., 2014).

**Figura 6. Función de los Componentes del Modelo de Sistemas Viables en el Proceso de Conducción**



Fuente: Elaboración propia, integrando elementos de planeación y viabilidad sistémicas

Para el logro de una conducción del proceso de gestión de riesgos orientada hacia el aseguramiento de la viabilidad de un sistema de ahorro-inversión, se propone un diseño



estructural sistémico-cibernético, considerando la siguiente asignación de funciones para cada uno de los subsistemas del VSM<sup>34</sup>:

- a) Sistema 1 – Componente Operativo para el Ahorro-Consumo y la Inversión: Este componente se refiere al Sistema Operativo, el cual se encarga de las funciones interrelacionadas de ahorro-consumo e inversión, así como de los correspondientes componentes recursivos que apoyan estas funciones. Como se mencionó, a cada trabajador se le asigna una cuenta individual, donde se registra el saldo o valor económico de su posición al cierre de cada periodo mensual y/o anual, principalmente como resultado de: i) la plusvalía o minusvalía debido a los rendimientos en las inversiones; ii) las entradas acumuladas de efectivo originadas por su ahorro y las contribuciones de la organización en la que labora; iii) las salidas acumuladas de efectivo para complementar el financiamiento de su consumo durante el retiro laboral.

De acuerdo con criterios elaborados por el Sistema 2, cada cuenta individual es asignada a un determinado portafolio o fondo colectivo de inversión, cada uno integrado por distintos instrumentos financieros de inversión y aseguramiento, en concordancia con la política de inversión definida para cada portafolio. Desde un punto de vista cibernético, la agrupación de muchas cuentas individuales dentro de un menor número de fondos colectivos, representa una vía para atenuar la complejidad en la gestión de un fondo de pensiones. Este componente mantiene un canal de comunicación directo con el Sistema 5, que estará atento

---

<sup>34</sup> En distintos trabajos (IAA, 2011; ISO, 2012a, 2012b; Kemp y Pattel, 2014) se propone la aplicación de las técnicas de ERM (por sus siglas en Inglés, denominada “Enterprise Risk Management”), de enfoque holístico al interior de una organización, para la gestión de riesgos en fondos de pensiones. En la presente tesis se adoptan algunos elementos de gobernanza de ERM, vinculados con la operación, el control y la dirección de fondos de pensiones, para incorporarlos a la estructura del VSM.

en caso de desviaciones significativas en los indicadores de desempeño —a las que se identifica como “señales algedónicas”, como explica Pérez-Ríos (2008).

- b) Sistema 2 – Componente Coordinador del Ahorro-Consumo e Inversión: En función del momento en que cada trabajador se encuentre dentro del ciclo de vida financiero —como resultado del tiempo remanente para la fecha predefinida de retiro laboral, y del monto de inversión acumulado—, en coincidencia con lo indicado por Davis (2012) y Berstein (2013), su cuenta individual será asignada a un determinado portafolio o fondo de inversión, el cual se integra de distintas cuentas individuales con características similares. Este proceso de análisis y asignación debería realizarse periódicamente (e.g. frecuencia anual), a la vez que a cada fondo de inversión le corresponderá una determinada política de inversión.

A la vez, por medio de este componente sistémico, en colaboración con el elemento recursivo de gestión, dentro del Sistema Operativo, encargado de apoyar al ahorro, se otorga asesoría para los trabajadores en planeación para el retiro, donde se establecen los niveles meta de ingresos complementarios para el consumo en el retiro, se definen los niveles de ahorro, además de analizarse su tolerancia y capacidad de riesgo.

- c) Sistema 3 – Componente de Control y Auditoría de los Procesos de Ahorro-Consumo e Inversión: Encargado de monitorear continuamente el desempeño del Sistema 1, con el propósito de corregir oportuna y eficientemente las desviaciones en las funciones de ahorro-consumo e inversión. En conjunción con el Sistema 4, instrumenta estrategias enfocadas en el restablecimiento del sistema de ahorro-inversión, durante una situación de emergencia.

Este componente busca el aseguramiento de la viabilidad financiera, tanto al nivel del fondo de pensiones en conjunto, como de los grupos de cuentas individuales con características similares. A su vez, dentro de ciertos parámetros, regula el nivel de contribución

complementaria al ahorro de los trabajadores, por parte de la organización patrocinadora del fondo de pensiones. Se encarga también de la gestión de aspectos legales, fiduciarios, operativos, administrativos, contables y fiscales, entre otros.

- d) Sistema 4 – Componente de Inteligencia y Desarrollo de Capacidades para un Entorno Turbulento: Se encarga del proceso de planeación, cubriendo en específico las instancias de diagnóstico y prescripción, además de su instrumentación a nivel estratégico. Al mismo tiempo, monitorea las condiciones del entorno socioeconómico, atento a la aparición de indicios de eventuales oportunidades y amenazas (como se señala en IAA, 2011). Entre sus propósitos busca conducir al sistema de ahorro-inversión hacia la mejora de sus capacidades para responder eficazmente ante eventos desestabilizadores<sup>35</sup>.
- e) Sistema 5 – Componente de Dirección: Se manifiesta como un reflejo de la propia dirección a cargo de la organización patrocinadora del fondo de pensiones, por lo que en este componente reside la facultad para establecer la identidad sistémica —que en principio se trata de un sistema de tipo complejo-unitario, a cargo de conducir el ahorro e inversión para financiar el consumo de los trabajadores durante el retiro laboral—, así como para la instrumentación a nivel normativo del proceso de planeación. Por otra parte, como previamente se mencionó, entre sus principales funciones se encarga de asegurar el adecuado balance de los Sistemas 3 y 4, para el correcto funcionamiento de los mecanismos de adaptación sistémica.

---

<sup>35</sup> El Sistema 4 no puede predecir con suficiente precisión el arribo de eventos desestabilizadores, ni puede intervenir en el mecanismo perturbador que los origina (como señala Gelman, 1996). En consecuencia, debe concentrarse en la vulnerabilidad del Sistema Operativo ante estos eventos.

## **II.3 ENFOQUE ADAPTATIVO EN LA GESTIÓN DE RIESGOS PARA FORTALECER LA RESILIENCIA EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN**

### **II.3.1 Elementos de Adaptabilidad y Resiliencia Sistémicas en las Propuestas para la Mejora en la Gestión de Riesgos**

El enfoque eficientista es inadecuado para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, por lo que se requiere un enfoque adaptativo orientado hacia la protección y restablecimiento del sistema ante eventos desestabilizadores. En este sentido, la habilidad de un sistema para protegerse y restablecerse ante perturbaciones producidas en su entorno, se encuentra asociada íntegramente con su resiliencia (Baubion, 2013; Aldunce et al., 2014). Este concepto sistémico está captando gran interés para la gestión de riesgos a nivel global, debido a que los diversos eventos desestabilizadores se están tornando más frecuentes, devastadores e impredecibles (Park et al., 2013; Sudmeier-Rieux, 2014). Sin embargo, en el campo de planeación para el retiro no se han encontrado estudios que aborden el tema de la resiliencia sistémica.

A partir de la revisión de la literatura sobre la gestión de riesgos en el contexto de pensiones y planeación para el retiro, además de la identificación de anomalías en el proceso, se encontraron también algunas propuestas de mejora, que se refieren de forma implícita a aspectos relacionados con la adaptabilidad y resiliencia sistémicas. Durante esta revisión se ha percibido que el estudio de la etapa de acumulación ocupa un aparente segundo lugar, en cuanto a la prioridad de los trabajos de investigación, en comparación con la etapa de desacumulación. Esto parece responder al hecho de que, desde principios del presente siglo, a nivel mundial se ha estado presentando un incremento en el crecimiento del número de personas que entran a la etapa del

retiro laboral<sup>36</sup>, lo que ha requerido el desarrollo de marcos y herramientas que apoyen en la gestión de la inversión y el consumo, así como de los riesgos específicos de esta etapa. Sin embargo, la creciente tendencia en la migración de los sistemas de pensiones hacia el modelo de contribución definida es un factor que mantiene el interés hacia la etapa de acumulación.

Sobre las propuestas para mejorar la práctica de la gestión de riesgos en los planes privados de pensiones, revisando los trabajos de Persaud (2011), diBartolomeo (2012), Cannon y Tonks (2013), Kemp y Patel (2014), se resaltan las siguientes recomendaciones a nivel microeconómico: un cambio en el enfoque de evaluación de riesgos, evolucionando desde el enfoque convencional retrospectivo-introspectivo hacia uno prospectivo y orientado a lo externo; redefinición de métricas de riesgo para enfocarlas más hacia el aseguramiento de la viabilidad financiera del plan para el retiro y menos hacia la volatilidad de corto plazo de la inversión; necesidad de evolucionar hacia un proceso de gestión más holístico y flexible<sup>37</sup>; así como, un enfoque de inversión de acuerdo con la capacidad de riesgo.

Asimismo, en el contexto de los planes financieros individuales durante la etapa de acumulación, revisando los trabajos de Spitzer y Singh (2011), Pfau (2011, 2013a), fue posible identificar las siguientes líneas de acción recomendadas para la gestión de riesgos: incrementar el ahorro para la formación de reservas; flexibilidad en el consumo durante el retiro, para asegurar la viabilidad financiera del plan; utilización de instrumentos de aseguramiento financiero, cuando resulte

---

<sup>36</sup> Collins et al. (2015b) realizan una revisión del estado del arte en el área de planeación para el retiro, enfocándose en la etapa de desacumulación.

<sup>37</sup> Power (2009) argumenta que no es suficiente que un enfoque sea holístico, sino que debe prestar atención a las interacciones entre una organización y su entorno, además de que la gestión no debe gravitar hacia simplemente cumplir con las regulaciones, sino que debe generar condiciones para ampliar las perspectivas para identificar riesgos, más allá de los riesgos conocidos.

conveniente la transferencia del riesgo a un tercero, para protección del ahorro, consumo e inversión; flexibilidad en la estrategia de inversión, para reducir la vulnerabilidad ante el riesgo de secuencia de rendimientos; así como la diversificación en los instrumentos de inversión, para reducir riesgo de crédito y de mercado no sistémico. También desde el ámbito de los planes individuales, aunque centrándose en la etapa de desacumulación, Blanchett y Frank (2009) reconocen que las decisiones financieras no ocurren sólo una vez —e.g. al momento del retiro laboral—, por lo que las estrategias deben basarse en un enfoque adaptativo que incorpore las condiciones dinámicas del entorno y de la situación financiera del trabajador.

Adicionalmente en la revisión, se identificó que en la tipología propuesta por Pfau (2013b) sobre estrategias en planeación para el retiro, existen elementos que guardan similitud con los enfoques de planeación sistémica señalados por Ackoff (1972): a) estrategias estacionarias, que se basan en la identificación ex-ante de parámetros estadísticos para la optimación del ahorro, el consumo y/o la inversión; tienen aspectos en común con los enfoques de planeación eficientista y adaptativo-contingente; b) estrategias dinámicas, que responden a las condiciones cambiantes del entorno o individuales, mediante ajustes ex-post en los parámetros de ahorro, consumo y/o inversión; se vinculan con el enfoque adaptativo-reactivo.

### **II.3.2 Antecedentes Sistémicos de la Resiliencia**

Para una mejor comprensión del concepto de resiliencia que se introduce en esta tesis para el contexto de sistemas de ahorro-inversión, es conveniente revisar los antecedentes de algunos conceptos desarrollados en el contexto del análisis de sistemas —tales como adaptabilidad, homeóstasis, o viabilidad—, los cuales guardan cierta relación con la descripción que hace la literatura sobre el tema de la resiliencia sistémica, como se explica a continuación.

- **Adaptabilidad, Complejidad y Viabilidad Sistémicas**

Ackoff (1971) señala que la adaptabilidad de un sistema consiste en su habilidad para modificarse a sí mismo o a su entorno, cuando éstos hayan cambiado en su desventaja —al reducirle eficiencia para perseguir una o más de sus metas, las cuales definen sus funciones—, de manera que logre recuperar al menos parte de la eficiencia perdida. Diversos autores revisan el concepto de adaptabilidad, al analizar los Sistemas Complejos Adaptativos (CAS, por sus siglas en Inglés), como es el caso de Ashby (1962) y Holland (2006), entre otros. Se señala que el concepto de CAS tiene su origen en las ciencias biológicas, y que se identifican como sistemas con múltiples componentes —usualmente llamados "agentes"—, que interactúan, se adaptan o aprenden, como respuesta a cambios en sus circunstancias, debido a que exhiben capacidad de auto-organización, mediante ajustes, tanto en las conexiones entre los componentes, como en los mecanismos de retroalimentación negativos (para auto-regular un comportamiento) y positivos (para reforzar un comportamiento).

Una característica importante que se destaca en los CAS es su modularidad, que se refiere a que en sus componentes, los grupos de reglas se construyen mediante bloques (sub-rutinas), que pueden ser recombinados para enfrentar situaciones nuevas, en lugar de tratar de anticipar cada posible situación con una regla distinta. Asimismo, los CAS se comportan y evolucionan de acuerdo con dos principios clave: el orden es emergente (no está predeterminado) y el estado del sistema es irreversible (y por lo general es impredecible), por lo que resulta imposible poder predecir su comportamiento, ya que cualquier pequeña variación en las condiciones iniciales crece de manera exponencial, destruyendo la validez de la predicción, por lo que sólo es posible entender su comportamiento una vez que se deja que el sistema evolucione.

Kelly (1998) identifica dos formas opuestas en las que se organizan los elementos de un sistema, y señala que todo sistema contienen una combinación diferente de ambos esquemas: a) Modelo de control centralizado, donde los elementos del sistema funcionan en secuencias y reciben órdenes de forma jerárquica, con la ventaja de impulsar la eficiencia y predictibilidad, pero a costa de reducir su flexibilidad para adaptarse a cambios del entorno; b) Modelo de “enjambre”, donde las funciones ocurren de forma interdependiente a lo largo de extensas redes interconectadas, y el control se distribuye entre todos los elementos autónomos, reaccionando de manera individual ante su entorno —de acuerdo con ciertas reglas simples—, otorgándoles mucha flexibilidad, así como capacidad de innovación y crecimiento sin límites, pero a costa de reducir la predictibilidad y eficiencia del sistema, además de que sin el apoyo de algún elemento de autoridad centralizado, sus elementos se paralizan al encontrar demasiadas opciones<sup>38</sup>.

- **Resiliencia Sistémica**

Fiksel (2003), vincula los conceptos de CAS, sustentabilidad y resiliencia, definiendo a esta última como la habilidad de un sistema para resistir al desorden. Argumenta que, debido a las características de los CAS, para el diseño de sistemas que deban enfrentar eventos desestabilizadores e inesperados, no es recomendable un enfoque basado en la predicción de estos eventos a los que los sistemas son vulnerables, sino enfocarse en mejorar cuatro características sistémicas que en conjunto impulsen su resiliencia: a) diversidad, comprendida como la existencia de múltiples formas y comportamientos; b) eficiencia, entendida como el desempeño sistémico con base a un consumo modesto de recursos; c) adaptabilidad, que se

---

<sup>38</sup> Es posible notar que la estructura del Modelo VSM manifiesta una combinación de los dos tipos de organización sistémica identificados por Kelly (1998), en la que ambos interactúan entre sí y con su entorno: modelo de control centralizado, para los componentes del sistema gestor, y modelo de “enjambre”, para los elementos autónomos del sistema operativo.



refiere a la flexibilidad de un sistema para cambiar como respuesta a nuevas presiones; d) cohesión, implicando la existencia de fuerzas o ligas unificadoras.

De acuerdo con Rose (2009), la palabra “resiliencia” tiene su raíz del Latín “resilio”, que significa rebotar o recuperarse, y comenta que el término fue adoptado e introducido por el área de la Ecología, a principios de la década de los 1970, para indicar el comportamiento de sistemas dinámicos encontrados lejos del estado de equilibrio, donde la resiliencia se comprende como la cantidad de alteración que un sistema puede absorber antes de cambiar a otro estado. Comenta que, a partir de entonces y desde distintas disciplinas, se han dado diversos significados al concepto de resiliencia. A la vez, señala que una organización siempre podrá presentar una habilidad ordinaria de lidiar con las crisis (resiliencia inherente), pero que puede mejorar su resiliencia, previamente al impacto, mediante un proceso de planeación que apoye el desarrollo eficiente de la capacidad sistémica para absorber impactos, mediante estrategias enfocadas en la mitigación de desastres. De igual forma, explica que la organización podrá responder y adaptarse tras el impacto (resiliencia adaptativa), a fin de mantener su función y acelerar su recuperación, y en consecuencia mejorar su posición para reducir pérdidas ante futuros desastres, mediante estrategias enfocadas hacia el aprendizaje y mejoras en la tecnología.

Dijkstra (2011) destaca que los conceptos de viabilidad y resiliencia sistémicas se encuentran vinculados, y explica que un sistema resiliente debe contar con cuatro cualidades: a) responder tanto a amenazas regulares como irregulares, de una forma robusta, pero a la vez flexible; b) monitorear lo que ocurre, tanto a su alrededor como su propio desempeño; c) anticipar riesgos y oportunidades en el largo plazo; d) aprender de la experiencia. Por su parte, Zolli y Healy (2012) señalan diversas estrategias que impulsan la resiliencia en los sistemas, tales como el aseguramiento eficiente de reservas, la diversificación de recursos, monitoreo del desempeño con

respecto a umbrales críticos, diseño de barreras de protección, o diseño modular —que permite el desacoplamiento de distintos elementos del sistema, mediante protocolos simples y flexibles de comunicación, que transmitan los valores y propósito desde un núcleo, así como las señales desde la periferia.

Ante las dificultades de medición cuantitativa de la resiliencia, Fiksel (2003), propone un enfoque cualitativo para reflejar la direccionalidad de los impactos sobre los principales indicadores del desempeño del sistema. Por su parte, Kahan et al. (2009) explican que para determinar el perfil de resiliencia de un sistema, se requiere identificar tres parámetros: a) Desempeño de la función, que es la habilidad para desempeñar un proceso crítico; b) Límite de Estado Latente, referido al tiempo máximo antes de que la función se degrade irreversiblemente; c) Frontera de Desempeño Mínimo, correspondiente al nivel mínimo aceptable de desempeño para la función. Vugrin et al. (2011), caracterizan la resiliencia de un sistema como su habilidad para reducir eficientemente la magnitud y duración por desviaciones en sus niveles de desempeño, y proponen una evaluación del costo de resiliencia apoyada en dos componentes<sup>39</sup>:

- a) **Impacto en el Sistema (SI)**, que se refiere al impacto en la productividad, debido al efecto del evento desestabilizador, y se mide evaluando la diferencia entre el desempeño meta del sistema (TSP) y el desempeño real del sistema (SP), tras ocurrir el impacto.

$$SI = \int_{t_0}^{t_f} [TSP(t) - SP(t)] dt$$

---

<sup>39</sup> Gelman (1996) identifica dos clases de costos, a consecuencia de los desastres: primarios, que reflejan el costo económico del daño, y secundarios, que reflejan el costo de rescate y recuperación.

b) **Esfuerzo Total de Recuperación (TRE)**, que se refiere a la eficiencia con la que el sistema se recupera tras el impacto destructivo, y se mide por los recursos gastados en el proceso de recuperación (RE).

$$\text{TRE} = \int_{t_0}^{t_f} [\text{RE}(t)] dt$$

Al mismo tiempo, presentan un análisis cualitativo complementario, donde consideran tres capacidades fundamentales de un sistema con resiliencia, las cuales pueden ser incrementadas mediante la planeación: a) absorción, mediante estrategias que impulsen la robustez, redundancia y diversidad; b) adaptación, por medio de estrategias de mejora tecnológica y aprendizaje, o de sustitución de insumos y componentes; c) restauración, a través de estrategias que faciliten las reparaciones o mejoras.

Henry y Ramírez (2011) proponen una medición cuantitativa, que represente de manera genérica el concepto de resiliencia de un sistema como una función dependiente del tiempo. Definen que la resiliencia de un sistema (en el tiempo  $t$ ), se describe como una tasa o razón, donde se compara un primer componente que refleja la magnitud de recuperación de funcionalidad del sistema (en el tiempo  $t$ ), contra un segundo componente que mide la pérdida en funcionalidad sufrida por el sistema en un punto previo de tiempo, a partir del impacto desestabilizador.

Church et al. (2012) argumentan que el concepto de resiliencia debiera cubrir completamente el espectro temporal de un desastre, mediante dos etapas: a) etapa proactiva, previamente al evento desestabilizador, enfocada en la anticipación y absorción, buscando reducir la magnitud o duración del trastorno; b) etapa reactiva, hasta la posteriormente al evento desestabilizador, enfocada en la adaptación y recuperación, buscando que el sistema se mueva hacia un estado deseado, semejante o distinto del estado previo al desastre.

### **II.3.3 Gestión de Riesgos y Resiliencia Sistémica**

Previamente se identificaron distintos elementos de tipo financiero y cibernético requeridos para la formulación de un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, orientado hacia el aseguramiento, no sólo de la viabilidad financiera de un plan para el retiro, sino de la viabilidad sistémica. Se puede concluir que la viabilidad de un sistema se sustenta en su adaptabilidad, debido a que los elementos operativos de un sistema viable tienen capacidad de auto-organización, lo que les permite enfrentar, de manera flexible, las perturbaciones del entorno externo. La adaptabilidad y la resiliencia son habilidades sistémicas que se encuentran vinculadas, debido a que un sistema adaptable puede hacer ajustes internos o externos para disminuir su vulnerabilidad, reduciendo así su propensión a cambiar hacia un estado de desastre (Gelman, 1996; Engle, 2011). De forma similar, los ajustes pueden orientarse para agilizar la recuperación del sistema para salir del estado de desastre, posteriormente a los efectos de un evento desestabilizador. Como resultado, una menor propensión de un sistema a cambiar de estado y una mayor agilidad para restablecerse, son características de resiliencia sistémica.

Un enfoque de planeación es adaptativo (Ackoff, 1972), cuando se dispone de un marco que ajusta el tipo de planeación de acuerdo con el grado de conocimiento que se tiene sobre el comportamiento futuro del entorno. En cambio, en un enfoque eficientista se asume que es posible predecir la evolución de un entorno complejo, con la finalidad de optimar el desempeño de un sistema. En esta tesis se denomina enfoque de planeación adaptativo orientado hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica, a la perspectiva de planeación basada en un marco integrado por dos componentes, donde respectivamente se establece: a) la planeación de contingencia para reducir la vulnerabilidad del sistema; b) la planeación de respuesta para agilizar el restablecimiento funcional tras el desastre. Por lo tanto, por conducción resiliente del

proceso de gestión de riesgos se entiende que, el propósito de la gestión es conducir al sistema hacia un estado de mayor resiliencia, que le permita mantener y recuperar su funcionamiento ante la ocurrencia de un evento desestabilizador (Musman y Agbolosu-Amison, 2014).

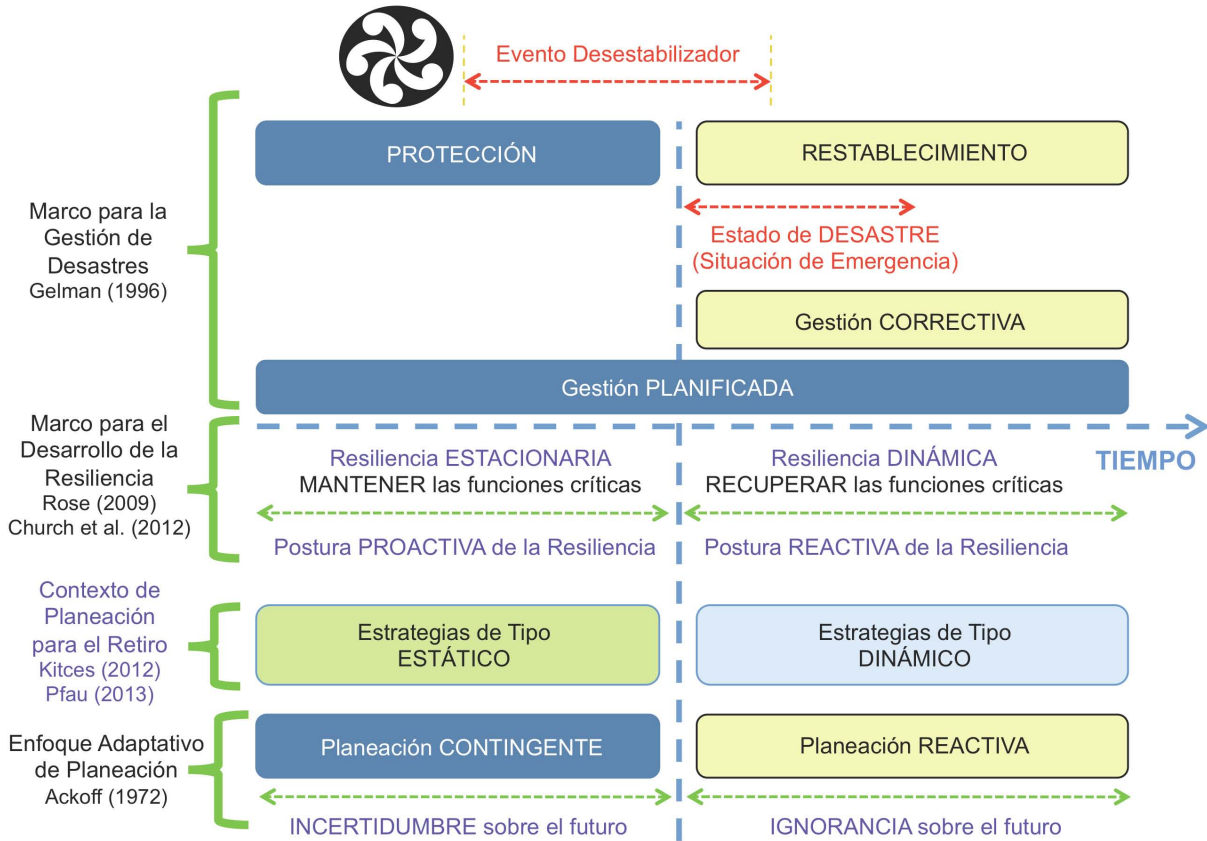
A continuación se enuncia una definición de resiliencia que permite su aplicación en la gestión de riesgos en sistemas de ahorro/inversión: “Es la habilidad de un sistema de ahorro-inversión, para reducir eficientemente la ocurrencia y magnitud de la desviación en el nivel de recursos financieros acumulados —a partir de un nivel mínimo, que permita el financiamiento viable del consumo requerido durante el retiro—, debido al efecto de secuencias desfavorables de rendimientos, mediante la utilización de estrategias de protección y restablecimiento”<sup>40</sup>.

La Figura 7 exhibe una estructura conceptual que incorpora elementos provenientes de distintos marcos de planeación para contextos específicos: planeación sistémica (Ackoff, 1972), planeación para el retiro (Kitces, 2012; Pfau, 2013b), gestión de desastres (Gelman, 1996) y planeación para el fortalecimiento de la resiliencia (Rose, 2009; Church et al., 2012). Esta estructura se ha construido como base para formular un marco para gestión de riesgos en planeación para el retiro, basado en un enfoque adaptativo orientado hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica, como se explica en el siguiente capítulo. La escala de tiempo mostrada, corresponde a los momentos en que ocurre el evento desestabilizador y se presenta la situación de desastre (daños graves en el desempeño sistémico). También corresponde a los momentos en que se activan tanto las estrategias orientadas hacia la protección (resiliencia estacionaria), como aquellas guiadas hacia el restablecimiento del sistema (resiliencia dinámica).

---

<sup>40</sup> En esta definición se establece que el evento desestabilizador se manifiesta como una secuencia desfavorable de rendimientos (especialmente si ocurre durante la parte final de la etapa de acumulación, como señala Pfau, 2013a). El estado de desastre se presenta como una desviación en el nivel de recursos acumulados, que resulte inferior al nivel mínimo necesario para asegurar la viabilidad financiera del plan.

**Figura 7. Elementos Sistémicos y de Gestión Financiera para el Marco de Gestión de Riesgos en Sistemas de Ahorro-Inversión**



Fuente: Elaboración propia, a partir de elementos de los ámbitos financiero y de planeación sistémica

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO SISTÉMICO-CIBERNÉTICO PARA LA CONDUCCIÓN RESILIENTE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN**

A partir de un enfoque sistémico-cibernético, este capítulo integra elementos del proceso de planeación para el retiro y de resiliencia sistémica, para la formulación de un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, orientado hacia el fortalecimiento de su resiliencia. A continuación, se propone un marco para evaluación de estrategias de ahorro-inversión —que es una de las funciones de la gestión de riesgos—, basado en el Costo de Resiliencia.

#### **III.1 CONSTRUCCIÓN SISTÉMICA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS**

##### **III.1.1 Modelo de la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos**

- **Elementos del Sistema Gestor de Ahorro-Inversión**

El Sistema Gestor conduce las funciones de ahorro e inversión del Sistema Operativo, hacia la consecución de la viabilidad financiera de los planes para el retiro, así como asegurar que el Sistema Operativo se desempeñe adecuadamente en situaciones normales y de desastre. Esta segunda responsabilidad corresponde con la gestión de riesgos, la cual diBartolomeo y Minahan (2014) explican como el proceso de identificar la posibilidad de que ocurran problemas que afecten el logro del propósito de los planes de pensiones privados —que consiste en que los trabajadores reciban un nivel de pensión satisfactorio—, para desarrollar e implantar estrategias que reduzcan la ocurrencia y magnitud de los posibles eventos desestabilizadores.

Recurriendo al enfoque sistémico-cibernético de Gelman (1996) como soporte metodológico, es posible formular un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión que incorpore elementos de distintas propuestas, originadas en los contextos de planeación sistémica y planeación para el retiro. De esta forma, en el ámbito de planeación sistémica, de Gelman y Macías (1983) se toma como referencia su modelo del proceso de planeación de la respuesta ante eventos desestabilizadores —basado en un enfoque de planeación adaptativa—, a partir del cual se adecúan los componentes de diagnóstico, prescripción e instrumentación al contexto de sistemas de ahorro-inversión, tomando también en consideración el modelo del proceso de gestión de crisis propuesto por Baubion (2013). De manera análoga, de Fuentes-Zenón y Sánchez-Guerrero (1995) se adopta la estructura de su modelo de planeación normativa, ajustando el componente de diseño de soluciones para integrar los elementos de prescripción e instrumentación de estrategias de ahorro-inversión, así como el componente de regulación para contener los elementos de control y adaptación. Del mismo marco de Gelman (1996) se apropian al contexto de planeación para el retiro, los conceptos de estados sistémicos, conducción planificada y correctiva, metas de protección y restablecimiento, así como de los sistemas perturbador y afectable, tomando como base el marco de Murrieta (1999) para la correspondencia entre la gestión de desastres y el riesgo al nivel microeconómico.

En el contexto de las aseguradoras, planes de pensiones y planeación para el retiro, del marco de Davis (2012) se incorporan los elementos del proceso de ahorro e inversión, así como de aquellos relacionados con la evaluación de estrategias. De IAA (2011), Goto (2013), Kemp y Patel (2014) se adoptan algunos elementos de gobernanza organizacional relacionados con las fases de identificación y evaluación de riesgos, así como con la fase de instrumentación de soluciones. Adicionalmente, de ISO (2012a, 2012b), donde se presenta un marco de gestión de



riesgos basado en los fundamentos de BCM (por sus siglas en Inglés, denominada “Business Continuity Management”), se toma como referencia para el análisis de los estados del Sistema Operativo y la correspondiente respuesta del Sistema de Gestión, así como para la definición de los componentes de los subsistemas encargados del diseño de soluciones y de la regulación.

Con referencia al marco para la gestión de desastres de Gelman (1996), en el contexto de sistemas de ahorro-inversión se identifican dos modalidades interrelacionadas de conducción en que se puede presentar la gestión de riesgos:

- a) Gestión Planificada, que comprende la fase de preparación, anterior a la situación de emergencia (estado de desastre), mediante el desarrollo de la capacidad de respuesta para la protección y restablecimiento del sistema ante secuencias desfavorables de rendimientos.
- b) Gestión Correctiva, que corresponde a la fase de respuesta, se encarga del restablecimiento del sistema durante y tras los efectos de secuencias desfavorables de rendimientos.

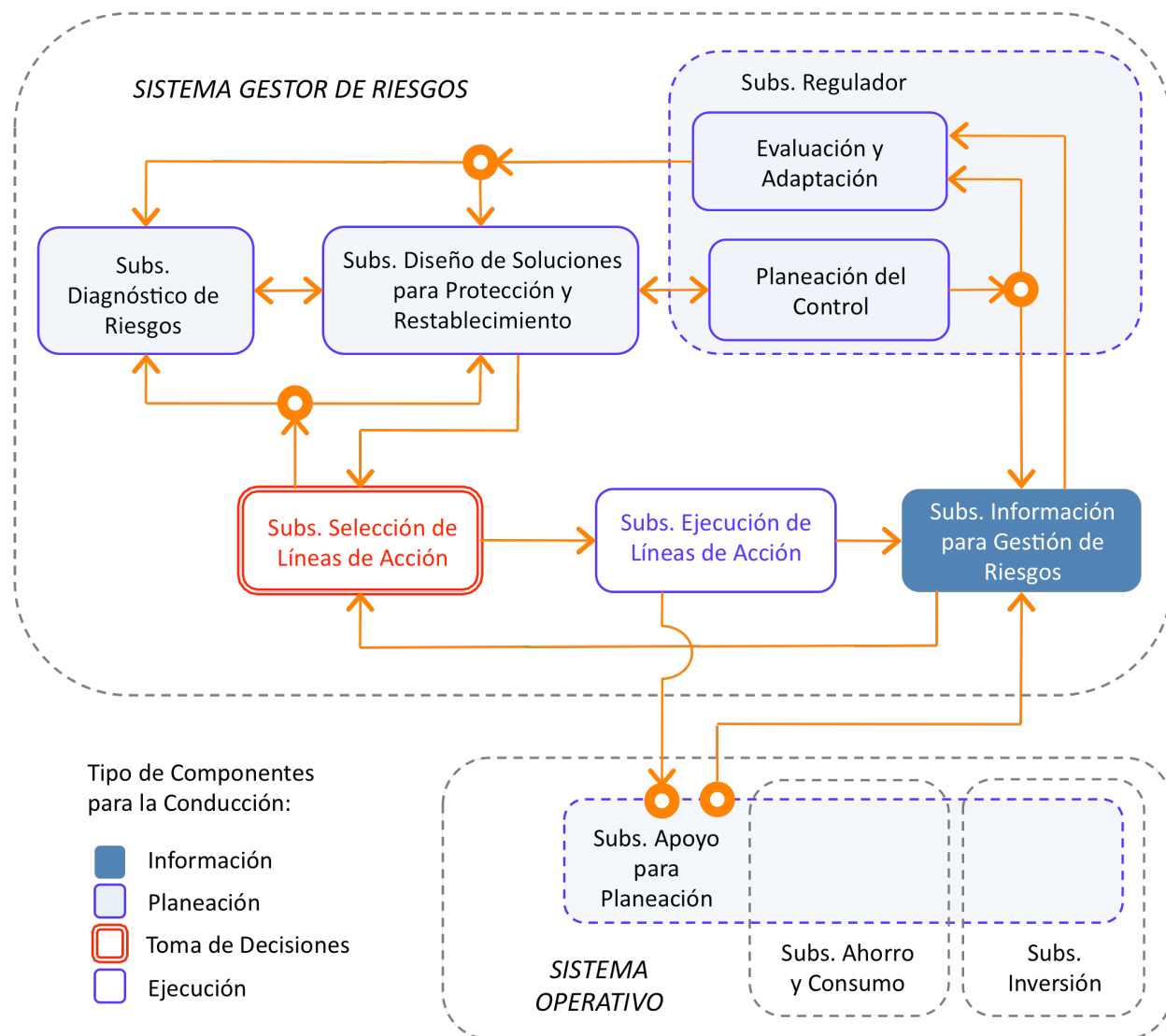
Mediante un análisis sistémico del proceso de gestión de riesgos, es posible identificar cuatro componentes interconectados, como se muestra en la Figura 8:

- a) Planeación, que se integra por los componentes de Diagnóstico, donde se realizan las actividades de identificación y evaluación de riesgos; Diseño de Soluciones, a cargo, entre otras funciones, de la generación y evaluación de estrategias alternativas de ahorro-inversión para la reducción de riesgos<sup>41</sup>; Regulación, encargado de las actividades de planeación del control y adaptación del sistema.

---

<sup>41</sup> Murrieta (1999) explica sobre tres alternativas disponibles para el tratamiento de riesgos al nivel microeconómico: evasión de riesgos, que consiste en no tomar una acción que pueda exponer ante posibles pérdidas; financiamiento de riesgos, mediante su retención (absorbiendo las pérdidas por daños) o por medio de su

**Figura 8. Modelo de la Conducción del Proceso de Gestión de Riesgos**



Fuente: Elaboración propia, incorporando elementos de planeación sistémica

- b) Información para la Gestión de Riesgos, que proporciona los elementos necesarios sobre las condiciones del Sistema Operativo y del entorno socioeconómico, así como las evaluaciones de las decisiones tomadas y realizadas, en apoyo a la planeación y toma de decisiones.

transferencia a un tercero (adquiriendo un seguro); reducción de riesgos, mediante acciones para disminuir la vulnerabilidad sistémica ante eventos desestabilizadores.

- c) Toma de Decisiones, a cargo de la selección de estrategias de ahorro-inversión, orientadas hacia la protección y restablecimiento del Sistema Operativo (en el Anexo A se describen las etapas funcionales de ahorro e inversión).
- d) Ejecución de las estrategias de ahorro-inversión.

Por otro lado, también en la Figura 8 se identifican tres componentes funcionales interrelacionados, en un segundo nivel de descomposición sistémica, dentro del componente de Planeación —a cargo del proceso de Gestión Planificada:

- a) *Subsistema Diagnóstico de Riesgos*<sup>42</sup>, constituye la primera instancia del proceso y se compone de dos fases:
  - i) Identificación de riesgos: Se refiere a la detección de las posibles situaciones de emergencia —estado en que el valor de la inversión se encuentra por debajo de algún nivel preestablecido— que se presentan ante la ocurrencia de secuencias desfavorables de rendimientos, considerando que un sistema de ahorro-inversión no puede intervenir sobre el mecanismo perturbador que origina este evento desestabilizador. Para el riesgo en el ahorro, los eventos económicos afectan el monto disponible en las aportaciones de recursos para el retiro al nivel del trabajador (e.g. pérdida del empleo, arribo de gastos inesperados) y/o de su patrón (e.g. desaceleración económica, pérdida de participación de mercado, cambios en la regulación). Para el riesgo en la inversión, la exposición a distintos factores de mercado, liquidez y crédito puede tomar la forma de secuencias desfavorables de rendimientos,

---

<sup>42</sup> Gelman y Macías (1983) describen que la función de este componente es identificar y estructurar los problemas actuales y futuros por resolver, que surgen del conflicto entre las diferentes metas o funciones en un sistema conducido. Para esto, se recurre al análisis de las discrepancias entre el estado actual y el deseado, así como de sus proyecciones.

causando pérdidas en el corto plazo —situación que puede ser grave, si ocurre al final de la etapa de acumulación o al inicio de la desacumulación—, o afectar la rentabilidad sobre los recursos acumulados en el largo plazo —en combinación con el efecto erosivo de la inflación en el poder adquisitivo—, provocando que el valor terminal de la inversión resulte inferior al requerido para un financiamiento viable de la meta mínima de pensión.

ii) Evaluación de riesgos<sup>43</sup>: A partir de la fase anterior, busca la descripción de las posibles situaciones de emergencia, determinando límites mínimo y máximo de gravedad que pueda ser ocasionada al sistema, con base en un análisis para la estimación de la ocurrencia y magnitud de daños en el desempeño funcional.

b) *Subsistema Diseño de Soluciones para Protección y Restablecimiento*, integrado por dos elementos interrelacionados:

i) Prescripción<sup>44</sup>, que es la instancia que especifica y evalúa las estrategias alternativas de ahorro-inversión, las cuales deben estar orientadas hacia el desarrollo de la respuesta del sistema para impedir la extensión del daño provocado por secuencias desfavorables de rendimientos, así como acelerar y afianzar su recuperación.

---

<sup>43</sup> Para la evaluación de riesgos, Gelman (1996) señala dos clases de modelos: a) De "Caja Negra", que presentan al sistema en su totalidad —e.g. mediante una función matemática—; b) De "Caja Transparente", que analizan la estructura funcional del sistema, calculando el riesgo en función de la magnitud del evento desestabilizador y vulnerabilidad sistémica.

<sup>44</sup> Gelman y Macías (1983) explican que la prescripción busca solucionar los problemas ya planteados mediante la elaboración, análisis y evaluación de las alternativas factibles, considerando las restricciones, para lograr un estado deseado. Posteriormente, la instrumentación transforma la solución del problema en un programa, determinando los ideales (planeación normativa), las metas de largo plazo (p. estratégica), las metas de corto plazo (p. táctica), así como los medios requeridos (p. operacional).

ii) Instrumentación, esta instancia plantea las metas de la respuesta del sistema y establece las alternativas de acción, que sirvan como base normativa para la toma de decisiones, tanto para las situaciones de emergencia identificadas —i.e. planes de contingencia para reducir la vulnerabilidad sistémica, mediante ajustes temporales en la estrategia de inversión y/o los montos de aportación de ahorro—, como para aquellas imprevistas —i.e. planes de respuesta orientados en el desarrollo de la flexibilidad y versatilidad en las soluciones.

c) *Subsistema Regulador o de Control*, que busca corregir y mejorar sistemáticamente el plan, mediante la estimación de su eficiencia, así como por la detección de sus errores y cambios en el entorno. De modo similar, se puede descomponer en tres elementos interrelacionados:

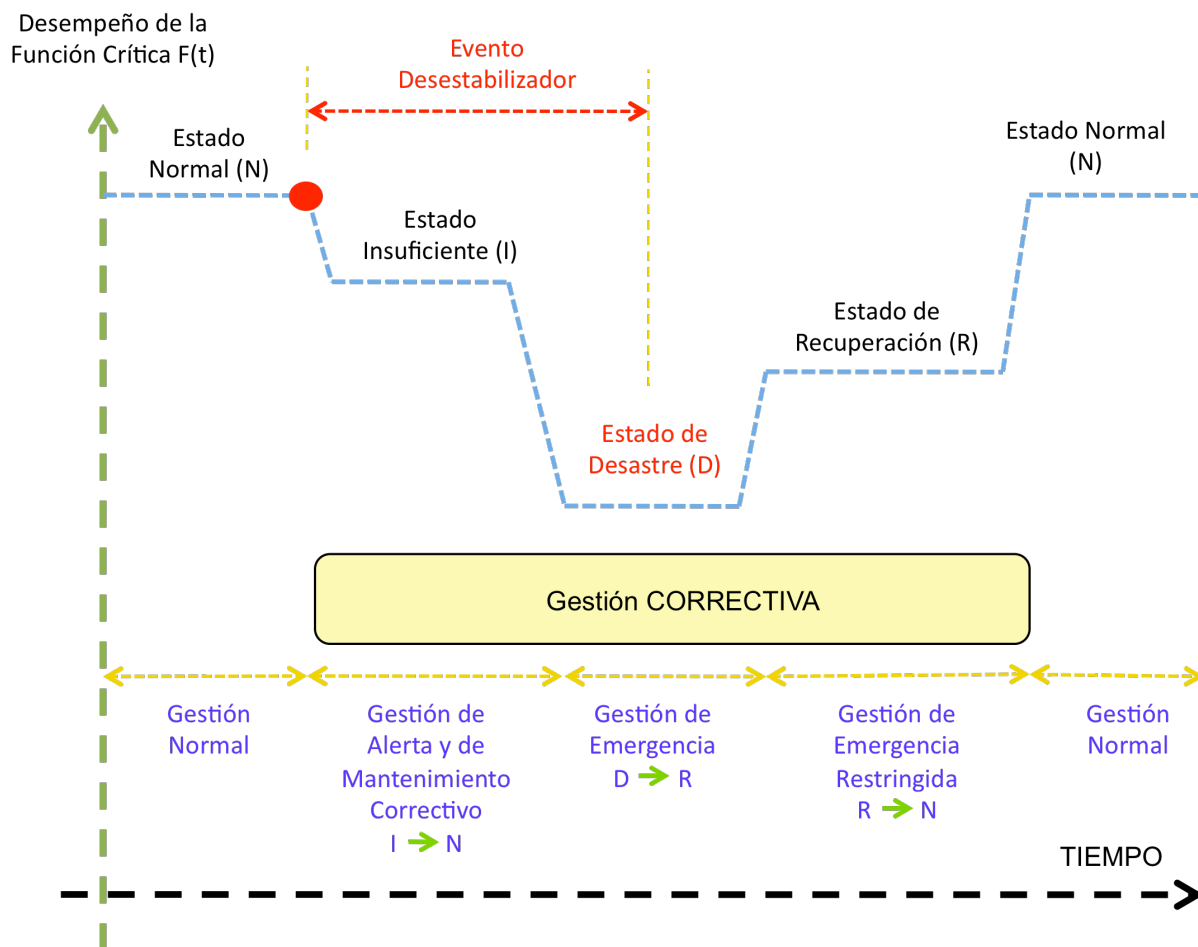
i) Planeación del Control, que es la planeación de la ejecución y puesta en práctica, así como de los instrumentos para evaluar la implantación; ii) Evaluación de Resultados, que mide la eficacia de las metas estratégicas y la eficiencia de los planes para lograrlos; iii) Adaptación, que realiza los ajustes y cambios de acuerdo con la evaluación de resultados.

- **Estados de Desempeño del Componente Operativo en Sistemas de Ahorro-Inversión**

El estado de un sistema constituye una característica global determinada por el conjunto de valores en que se encuentra el sistema afectable (Gelman, 1996), que en el contexto de planes de pensiones se refiere al componente operativo en los sistemas de ahorro-inversión. Durante el Diagnóstico —al inicio de la Gestión Planificada— se definen los posibles estados sistémicos de desempeño operativo, mientras que el Subsistema de Información para Gestión de Riesgos se encarga del monitoreo del estado funcional, como parte de las actividades de la Gestión Correctiva. En la Figura 9 se distingue un espacio con cuatro áreas, correspondientes a diferentes estados en los que se puede encontrar el sistema, de acuerdo con su nivel de desempeño:

a) *Área de estados normales (N)*: Corresponde al conjunto de estados en los cuales el sistema tiene un funcionamiento normal y estable, por lo que puede lograr sus finalidades para el ahorro, inversión y financiamiento del consumo. Como métrica de desempeño funcional durante la etapa de acumulación, se puede recurrir a la Razón de Fondeo de la pensión, que es un cociente que refleja el nivel de recursos acumulados con relación al nivel de pensión requerido (Cannon y Tonks, 2013).

**Figura 9. Estados del Sistema Afectable y del Sistema de Gestión**



Fuente: Elaboración propia, a partir del Proceso de Gestión de Desastres propuesto por Gelman (1996)

- b) *Área de estados insuficientes (I)*: Engloba todos aquellos en los cuales el sistema todavía funciona con normalidad, pero presenta una alteración no significativa, producida por algún evento económico desestabilizador. Partiendo del supuesto de que un trabajador esté cumpliendo con las metas de ahorro, Pfau (2011) explica sobre la dificultad para determinar si un plan de ahorro para el retiro está logrando el desempeño esperado, específicamente ante el riesgo en la inversión, debido a que el efecto de secuencias desfavorables de rendimientos se incrementa significativamente conforme se acerca la fecha preestablecida para iniciar el retiro laboral. De esta forma, aún cuando la Razón de Fondeo se encuentre en línea o por encima de los niveles requeridos (estado normal) durante los dos primeros tercios de la etapa de acumulación, no es un indicativo suficiente de que durante el último tercio de esta etapa la inversión no enfrente rendimientos negativos que impacten la viabilidad financiera del plan para el retiro (estado de desastre). De forma similar, el desempeño del plan se puede encontrar inicialmente en estado insuficiente, y durante el último tramo de la acumulación, debido a una fuerte alza en el mercado accionario, incrementarse la inversión hasta terminar con una Razón de Fondeo en el nivel requerido.
- c) *Área de estados de desastre (D)*: Agrupa los estados en los cuales el funcionamiento del sistema falla, presentando una alteración significativa y progresiva en los niveles de ahorro e inversión, que imposibilita al sistema cumplir sus finalidades, incluso con el potencial de volverse muy graves e irreversibles (e.g. estado de ruina en la etapa del retiro, en que un portafolio de inversión pierde su valor antes de que la persona fallezca). Para la etapa de acumulación, se explicó previamente que el estado de desastre se presenta como una desviación en el nivel de recursos acumulados, que resulte inferior al nivel mínimo necesario para asegurar la viabilidad financiera del plan el retiro.

d) *Área de estados de retorno (R)*: Incluye todos los estados del sistema intermedios entre el área de estados de desastre y el área de estados normales. Se caracteriza por la disminución de la alteración y la recuperación progresiva de las funciones del sistema.

- **Estados del Componente de Gestión en Sistemas de Ahorro-Inversión**

Entre las principales funciones del sistema de gestión se encuentra el control de transiciones de un estado al otro del sistema afectable (Gelman, 1996). Previamente se indicó que se pueden distinguir cuatro estados básicos del sistema afectable: normal (N), insuficiente (I), de desastre (D) y de retorno (R), así como también es posible identificar una serie de transiciones que ocurren entre estos estados, los cuales se pueden agrupar en dos tipos: imprevistas y controladas<sup>45</sup>. De esta forma, para realizar este control de transiciones, se definen los siguientes estados del componente de gestión (identificadas en la Figura 9):

a) *Gestión normal*: Ocurre cuando el estado del sistema afectable es normal, por lo que puede realizar su funcionamiento normal y logra sus finalidades. En situaciones normales de desempeño del componente operativo del sistema, el componente de gestión se encontrará en modo normal, aunque continuamente realizando funciones de monitoreo del estado del componente operativo y de las condiciones del entorno socioeconómico. Durante la fase anterior a la ocurrencia de un evento desestabilizador, la Gestión Planificada se encarga de construir e instrumentar el proceso de planeación para el retiro, donde se definen: i) los fines, como en el caso del nivel de consumo deseado o requerido en el retiro; ii) los medios,

---

<sup>45</sup> Gelman (1996) argumenta que la transición que se da entre un estado y otro, es resultado de que el sistema se encuentre fuera de los rangos permisibles para cada uno de sus parámetros. Identifica dos tipos de transiciones: a) imprevistas, que se originan por causas internas del sistema afectable o como resultado del impacto de las calamidades desde el sistema perturbador (i.e. del estado normal al insuficiente); b) controladas, realizadas a través de ciertas actividades específicas del componente gestor (i.e. del estado de desastre al de retorno).



con relación a los niveles de ahorro y rendimiento requeridos; iii) los mecanismos que aseguren el cumplimiento del plan, mediante la definición de los parámetros para gestión del desempeño y el riesgo, o las políticas de gestión de inversiones, entre otros aspectos.

La resiliencia del sistema de ahorro/inversión puede ser desarrollada, previamente al desastre, mediante la Gestión Planificada, que desarrolle un marco para la identificación y realización de actividades para la protección del sistema, mediante el desarrollo de estrategias de prevención y mitigación, y que al mismo tiempo formule y coordine un marco que permita el desarrollo e instrumentación de la Gestión Correctiva, la cual permitirá coordinar el restablecimiento del sistema durante y tras la situación de desastre, mediante estrategias de respuesta y recuperación. En la Figura 9 es posible notar que, ante la ocurrencia de un evento desestabilizador, el componente de gestión sale de su estado normal para la activación de los estados donde se instrumenta la Gestión Correctiva, y sólo volverá a la normalidad cuando se regrese a los niveles requeridos de desempeño.

- b) Gestión de alerta: Tiene lugar durante la transición del estado normal del sistema hacia el espacio de estados insuficientes y/o cuando se detecten situaciones que pueden provocar un estado de desastre. Implica la realización de la transición controlada  $I \rightarrow N$ , a través de actividades de gestión para el mantenimiento correctivo.
- c) Gestión de emergencia: Se presenta durante la transición del sistema al estado de desastre. Su finalidad es realizar la transición controlada  $D \rightarrow R$  para conducir al sistema desde el estado de desastre hacia uno de retorno.
- d) Gestión de emergencia restringida: Ocurre cuando la transición controlada del sistema desde el estado de retorno hacia el normal ( $R \rightarrow N$ ), por medio actividades de gestión para la recuperación que disminuyan el estado de emergencia.

- **Metas de la Gestión de Riesgos en Sistemas de Ahorro-Inversión**

El componente encargado de la gestión de desastres debe cumplir con dos metas fundamentales (Gelman, 1996): la primera es la de protección, con la misión de reducir los riesgos antes de la ocurrencia del desastre, y la segunda es la de restablecimiento, con la intención de restablecer la situación normal, durante y después de la respuesta al desastre. Para el contexto de los sistemas de ahorro-inversión, las metas del Sistema Gestor se pueden enunciar de la siguiente forma:

- a) Meta de Protección, que consiste en asegurar el nivel requerido en la inversión, mediante estrategias basadas en la prevención y mitigación de riesgos, previamente a la ocurrencia de un evento desestabilizador. Se pueden destacar las siguientes estrategias genéricas:
  - i) Monitoreo de las condiciones del entorno socioeconómico y del desempeño del componente operativo del sistema ahorro-inversión con respecto a umbrales críticos preestablecidos.
  - ii) Exploración continua de áreas de oportunidad para incrementar los ingresos y/o los rendimientos de inversión, y al mismo tiempo reducir los riesgos, identificando y evaluando estrategias para gestionar el riesgo.
  - iii) Incremento de redundancia y diversidad, mediante reservas adicionales de ahorro, así como diversificación de fuentes de ingreso e instrumentos de inversión. Debido a la capacidad de recuperación en el largo plazo que ha tenido históricamente el mercado accionario, un portafolio de inversiones adecuadamente diversificado podría reducir la necesidad de vender activos con pérdidas para evitar riesgos específicos de alguna empresa, sector o país, que pudieran intensificarse y causar pérdidas aún mayores o irreversibles.

iv) Reducción de la vulnerabilidad, mediante utilización de instrumentos de aseguramiento (Benson et al., 2013) —i.e. opciones financieras y seguros de renta vitalicia—, así como reducción en los niveles de endeudamiento.

v) Asignación Estratégica de Activos, se refiere al establecimiento de una mezcla estable de instrumentos de inversión, buscando los mayores rendimientos a largo plazo. De acuerdo con las meta de ahorro durante la acumulación y consumo durante el retiro, expectativas de mercado y/o tolerancia al riesgo del trabajador, esta directriz puede determinar un nivel fijo de exposición accionaria para una postura conservadora, moderada o agresiva, o establecer una trayectoria descendente en el nivel de exposición, para reducir la susceptibilidad de la Razón de Fondeo ante rendimientos desfavorables durante el final de la acumulación (e.g. fondos para fecha predefinida de retiro).

vi) Asignación Táctica de Activos - Reductiva, que se refiere a la ejecución de reducciones menores y temporales en la exposición al riesgo del mercado accionario, con respecto al nivel preestablecido de asignación estratégica (a la cual se encuentra subordinada, en el marco de las políticas de inversión), con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad de la inversión ante pérdidas potenciales de corto plazo, debido a condiciones de sobrevaloración del mercado<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Solow et al. (2011) proponen un marco de análisis para la implementación de la Asignación Táctica de Activos. Pfau (2012b) explica que en el largo plazo, el nivel de precios del mercado accionario tiende a reflejar los factores económicos que lo sostienen. Debido a esto, las variaciones de corto y mediano plazo en el nivel de precios permiten potencialmente la oportunidad de ser aprovechados mediante ajustes tácticos en la asignación de activos, aunque no es posible predecir la magnitud ni el tiempo en que ocurrirán estas variaciones —sólo se podrá tener una estimación a partir de información estadística.

vii) Ajuste Táctico en la Tasa de Contribución, se refiere a una variación temporal en la tasa de ahorro para el retiro —la cual refleja la proporción del salario neto de un trabajador disponible para el ahorro, en combinación con la aportación de su patrón— con respecto al nivel meta. Cuando el ajuste es positivo indica que se busca acelerar la formación de reservas para mitigar el efecto de rendimientos negativos. En este caso, la estrategia está orientada hacia la protección. Por otro lado, cuando tras un desempeño sobresaliente en la inversión se decide hacer un ajuste negativo, lo que se intenta es desacelerar la acumulación de reservas para reducir el costo de aseguramiento, en beneficio del consumo presente. Sin embargo, en un intento por incrementar la eficiencia, la reducción en el ahorro podría a largo plazo reducir las reservas destinadas a enfrentar situaciones no previstas.

b) Meta de Restablecimiento, a través de rehabilitar el nivel requerido en la inversión, mediante estrategias basadas en la respuesta y recuperación, durante y tras la ocurrencia de un evento desestabilizador. Se identifican las siguientes estrategias genéricas:

i) Líneas de acción basadas en mejorar la capacidad adaptativa del componente operativo del sistema, que desarrollen su flexibilidad y rapidez de respuesta, como podría ser elegir inversiones con alto grado de liquidez, o evitar contratos a largo plazo que limiten la posibilidad de hacer ajustes de acuerdo a las condiciones cambiantes del entorno socioeconómico.

ii) Desarrollar condiciones para evitar situaciones donde los errores puedan llevar a daños irreversibles, al mismo tiempo que se favorezcan situaciones que permitan ampliar el abanico de oportunidades.

iii) Asignación Táctica de Activos - Incremental, se refiere a la ejecución de incrementos menores y temporales en la exposición al riesgo del mercado accionario, con respecto al

nivel preestablecido de asignación estratégica, con la finalidad de aprovechar oportunidades por subvaluación del mercado, que permita amplificar su potencial de rentabilidad y así acelerar la recuperación tras una secuencia negativa de rendimientos.

iv) Inicio de la Etapa del Retiro, consiste en la decisión de cesar la acumulación de ahorro e iniciar la etapa del retiro laboral, asumiendo que el nivel de recursos económicos acumulados permitirán (o complementarán) el financiamiento viable para un nivel de consumo meta en esta segunda etapa.

v) Reducción del Nivel Meta de Consumo, consiste en la decisión de cesar la acumulación de ahorro e iniciar la etapa del retiro laboral, pero asumiendo que el nivel de recursos económicos acumulados es insuficiente para permitir (o complementar) el financiamiento viable de un nivel de consumo mínimo requerido en esta segunda etapa. Por este motivo, se requiere un ajuste de magnitud menor en el nivel meta de consumo, al menos para los primeros años de la etapa de desacumulación.

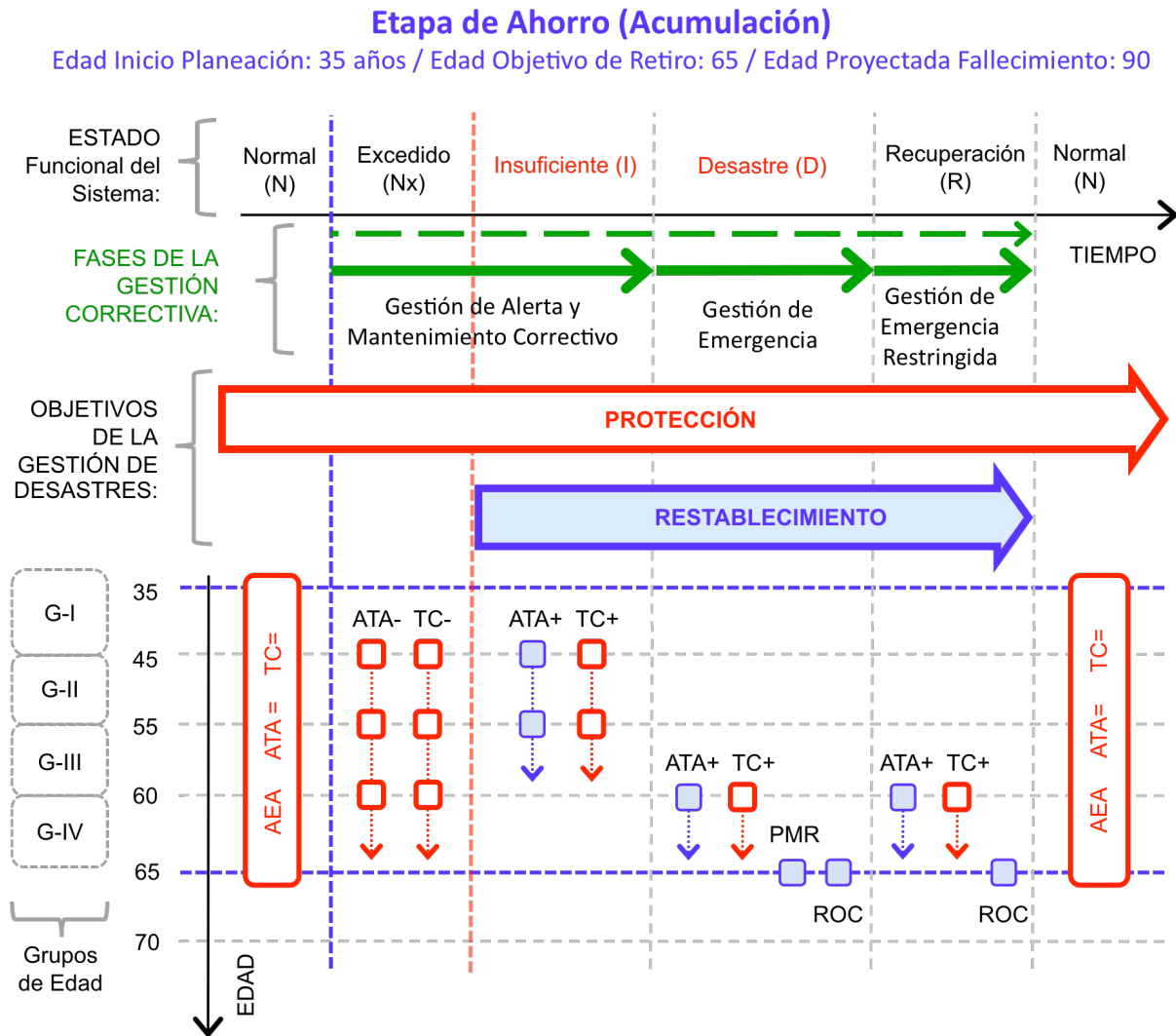
vi) Postergación del Momento (Fecha Predefinida) de Inicio del Retiro, a partir del supuesto de que el nivel de los recursos económicos acumulados resulta insuficiente para permitir (o complementar) el financiamiento viable de un nivel de consumo mínimo requerido en la etapa de desacumulación —incluso tras haber considerado ajustes en el nivel meta de consumo, durante los primeros años en esta segunda etapa, que no rebasen el mínimo requerido para la subsistencia del trabajador.

### **III.1.2 Modelo de la Activación de Estrategias de Protección y Restablecimiento**

En las secciones anteriores se describieron los elementos necesarios para conducir la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión hacia el desarrollo de su resiliencia: los estados funcionales del sistema afectable, las fases de la gestión correctiva y las metas de la gestión de riesgos —protección y restablecimiento. A continuación, se presenta un modelo de tipo prescriptivo, como se muestra en la Figura 10, donde se destacan los elementos para la conducción correctiva en la gestión de riesgos. Se destacan dos parámetros para el tiempo, correspondientes con: a) la línea horizontal de tiempo señala la secuencia de los estados de desempeño funcional del Sistema Operativo con respecto a los efectos causados por la ocurrencia de un eventos desestabilizador; b) la línea vertical de tiempo ubica el grupo en que se encuentra un trabajador, de acuerdo con su edad —e.g. el grupo G-II congrega a trabajadores entre 45 y 55 años, mientras que el G-IV reúne a los de 60 a 65 años.

Para el primer parámetro de tiempo, en este modelo se define un marco de referencia que relaciona uno-a-uno las condiciones funcionales del Sistema Operativo con la correspondiente respuesta del componente encargado de la conducción correctiva. De esta forma, para un estado funcional normal, correspondería una respuesta de gestión normal, así como para un estado funcional de desastre correspondería una gestión correctiva de emergencia, continuando sucesivamente con esta lógica para cada estado funcional. Para el segundo parámetro de tiempo, de acuerdo con el marco del ciclo de vida financiero, se asume que los componentes de ahorro e inversión tienen respectivamente una vulnerabilidad distinta en cada momento de la vida del trabajador —durante la primera parte de la acumulación, el desempeño de un plan para el retiro es más susceptible a una interrupción en el ahorro, mientras que en la última parte de esta etapa, la inversión es más susceptible al afecto de secuencias negativas de rendimientos.

**Figura 10. Modelo de Activación de la Gestión Correctiva**



**Líneas de Acción:** ( AEA ) Asignación Estratégica de Activos; ( ATA ) Asignación Táctica de Activos; ( TC ) Tasa de Contribución; ( ROC ) Reducción Objetivos de Consumo durante el Retiro; ( PMR ) Postergar Momento de Retiro; ( + ) Incrementar nivel; ( - ) Disminuir nivel; ( = ) Restablecer nivel

Fuente: Elaboración propia, incorporando elementos de planeación sistémica y gestión de fondos de pensiones

En el caso de un trabajador que recién se incorporara a un determinado plan de pensiones, y que aún no contara con el monto mínimo de recursos económicos para el retiro, correspondiente para su edad y metas, de forma excepcional se le podría asignar a un grupo de menor edad (donde la exposición al mercado accionario fuera más agresiva para impulsar la rentabilidad de la

inversión) en combinación con una mayor tasa meta de contribución (combinando el ahorro del trabajador y la aportación complementaria del patrón). Otra alternativa para el trabajador recién entrante sería definir metas más conservadoras en el retiro: menor meta de pensión y/o mayor edad para retirarse.

Las líneas de acción alternativas, correspondientes a distintas estrategias de ahorro-inversión orientadas hacia la protección y/o restablecimiento del sistema (explicadas previamente), aparecen en el modelo de la Figura 10 indicadas mediante cuadros, para señalar el momento de su activación: Asignación Estratégica de Activos (AEA), Asignación Táctica de Activos (ATA), Ajuste Táctico en la Tasa de Contribución (TC), Reducción del Nivel Meta de Consumo en el Retiro (ROC) y Postergación del Momento del Retiro (PMR). Los cuadros pueden estar conectados con flechas verticales para mostrar la duración y terminación del efecto de las estrategias, además de que se indica con el signo positivo (+) cuando la estrategia implica un incremento en los ajustes temporales en la tasa de ahorro o en la exposición al riesgo accionario, o en su caso el signo negativo (-) si la estrategia se refiere a una reducción en estos ajustes de conducción correctiva.

Para ilustrar la mecánica del Modelo de Activación de la Gestión Correctiva, se plantean a continuación los siguientes ejemplos hipotéticos simplificados, para distintos trabajadores que hayan iniciado un determinado plan de pensiones a partir de los 35 años de edad y que hubieran cumplido plenamente con su plan de ahorro —en complemento con aportaciones de su patrón—, por lo que el análisis se centra en el riesgo sobre la Razón de Fondo de la pensión:

- a) El trabajador “A” cumplió 45 años y durante los pasados 10 años el mercado accionario ha tenido un desempeño negativo (estado insuficiente). Para acelerar el restablecimiento es



posible incrementar de forma táctica la exposición al riesgo accionario (ATA+) y/o mitigar los bajos rendimientos aumentando la tasa de ahorro (TC+) para incrementar las reservas.

- b) El trabajador “B” cumplió 55 años y durante los pasados 10 años el mercado accionario ha tenido un desempeño sobresaliente (estado excedido), pero en el rango superior de los registros históricos. Para mitigar el efecto de un eventual ciclo de retroceso en los rendimientos, se puede reducir de forma táctica la exposición al riesgo accionario (ATA-) y posiblemente también disminuir la tasa de ahorro (TC-) —aunque sería preferible mantener el nivel de aportaciones para disponer de reservas de contingencia.
- c) El trabajador “C” cumplió 60 años y durante los pasados 10 años el mercado accionario ha tenido un desempeño positivo, en línea con lo esperado, pero sumado a la década anterior que fue de rendimientos muy elevados (estado excedido tras 20 años), existe el riesgo de una eventual regresión de la tendencia a sólo cinco años de poderse retirar. Para mitigar el efecto de pérdidas en la inversión que pongan en riesgo las metas para el retiro, se puede reducir de forma táctica la exposición al riesgo accionario (ATA-) y posiblemente también disminuir la tasa de ahorro (TC-), pues la vulnerabilidad al riesgo sobre el ahorro es menor durante la parte final de la acumulación.
- d) El trabajador “D” cumplió 60 años y durante los pasados 10 años el mercado accionario ha tenido un desempeño negativo (estado de desastre, al sólo disponerse de cinco años para recuperar el nivel requerido en la Razón de Fondeo). Para acelerar el restablecimiento es posible incrementar de forma táctica la exposición al riesgo accionario (ATA+) y mitigar los bajos rendimientos aumentando la tasa de ahorro (TC+) para incrementar las reservas. A pesar de que existe la posibilidad de que la tendencia bajista continúe en el corto-mediano plazo y de esta forma aumente el potencial de pérdidas, al mismo tiempo mientras menor sea

el nivel en la Razón de Fondeo, mayor será la oportunidad que la amenaza como incentivo para recurrir a la estrategia ATA+.

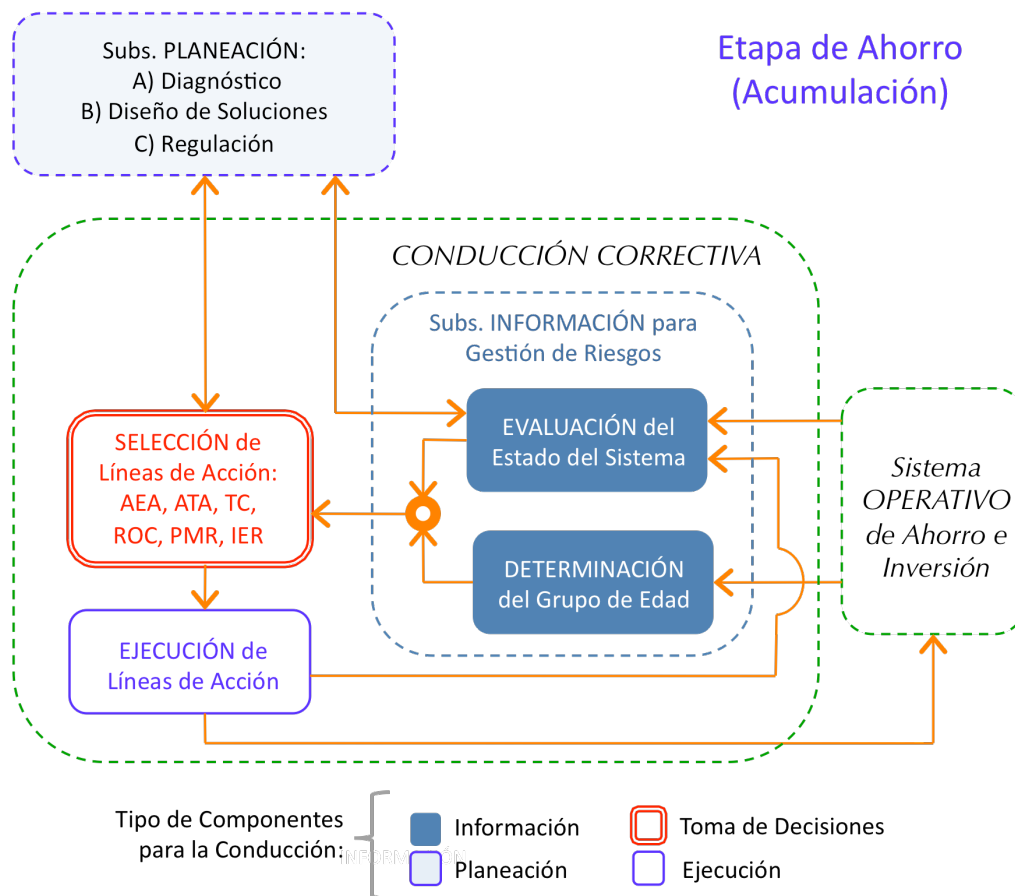
- e) El trabajador “E” cumplió 65 años y durante los pasados 10 años el mercado accionario ha tenido un desempeño negativo (estado de desastre, al haber llegado a la edad meta para retirarse con un monto de inversión insuficiente para alcanzar el nivel requerido en la Razón de Fondeo). Dependiendo del nivel obtenido en la Razón de Fondeo, el trabajador podría optar por retirarse con un nivel de pensión moderadamente menor al previsto (ROC) y/o posponer la fecha meta para retirarse (PMR).

En la Figura 11 se muestra un modelo complementario al anterior, donde se prescribe de manera funcional la forma en la que se activa la Gestión Correctiva, de acuerdo al estado en que se encuentre el desempeño del componente operativo de ahorro-inversión. Se destaca el Subsistema de Información para Gestión de Riesgos, el cual se integra de dos elementos que corresponden respectivamente con los dos parámetros de tiempo definidos en el primer modelo: secuencia de estados sistémicos y edad del trabajador. En consecuencia, en función de cada combinación resultante de los dos parámetros, se podrá activar una estrategia específica, orientada hacia la protección y/o restablecimiento del sistema. La responsabilidad sobre la elección de la estrategia alternativa a ejecutarse corresponde al componente de gestión encargado de tomar decisiones, con base al marco preestablecido por la Gestión Planificada.

El desempeño funcional se puede medir comparando la evolución de la Razón de Fondeo con respecto a algún parámetro de referencia predeterminado, como propone Davis (2012). Sin embargo, esta alternativa puede presentar algunos inconvenientes. En primer lugar, requiere establecer un parámetro específico para las diversas posibilidades de metas de ahorro y/o pensión, así como para cada combinación de estrategia de inversión. En segundo lugar, como se

explicó previamente (en coincidencia con Pfau, 2011), ante el riesgo en la inversión es muy difícil determinar si el desempeño obtenido durante el inicio de la acumulación pudiera ser un indicador confiable para el periodo remanente de esta etapa. En este sentido, sería preferible recurrir a un indicador de desempeño del mercado accionario que compare el crecimiento de largo plazo en los rendimientos o su nivel de valuación —e.g. precio vs. utilidades— con respecto a los niveles históricos (Solow et al., 2011; Pfau, 2012b), considerando una eventual (aunque impredecible en tiempo y magnitud) reversión del mercado hacia la tendencia de largo plazo.

**Figura 11. Modelo Funcional de Activación de la Gestión Correctiva**



**Líneas de Acción:** ( AEA ) Asignación Estratégica de Activos; ( ATA ) Asignación Táctica de Activos; ( TC ) Tasa de Contribución; ( ROC ) Reducción Objetivos de Consumo durante el Retiro; ( PMR ) Postergar Momento de Retiro; ( + ) Incrementar nivel; ( - ) Disminuir nivel; ( = ) Restablecer nivel

Fuente: Elaboración propia, incorporando elementos de planeación sistémica y gestión de fondos de pensiones

## III.2 MARCO PARA LA EVALUACIÓN DEL COSTO DE RESILIENCIA EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN

Se han desarrollado distintas formas de evaluación de estrategias en planeación para el retiro, aplicables a la etapa de acumulación. La Tabla 4 presenta estas formas y los criterios de evaluación empleados para esta función del componente de Diseño de Soluciones para la gestión de riesgos, dentro del Sistema de Planeación.

**Tabla 4. Marcos para la Evaluación de Estrategias de Ahorro-Inversión**

Criterio de Evaluación	Propósito	Observación
I. Minimizar las fluctuaciones en el nivel requerido de pensión.  Walker (2009), Hormazábal (2011)	Reducir la volatilidad de la Tasa de Reemplazo (i.e. razón de pensión requerida vs. ingreso laboral), de acuerdo con el grado de tolerancia al riesgo del trabajador.	Ambigüedad para discernir el grado de dominancia entre estrategias alternativas (Collins et al., 2015).
II. Maximizar la Utilidad Marginal del valor terminal de la inversión.  Kumara y Pfau (2011), Han y Hung (2012)	Reducir el potencial de pérdidas en la inversión acumulada (que condiciona el nivel esperado de pensión), a pesar de disminuir su potencial de crecimiento.	Aunque el criterio depende del grado de tolerancia al riesgo, no describe directamente el riesgo en el nivel de pensión.
III. Minimizar la tasa de ahorro que asegure el nivel requerido de pensión.  Pfau (2011)	Identificar el nivel de ahorro mínimo necesario que garantice la viabilidad financiera, incluso en las peores condiciones históricas de rendimientos de inversión.	Presiona el consumo del trabajador a reducciones difíciles e innecesarias ante eventos de baja ocurrencia, lo que encarece el costo de aseguramiento.
IV. Minimizar el riesgo en la Razón de Fondeo (i.e. cociente del valor terminal de la inversión vs. pensión requerida).  Cannon y Tonks (2013), Blake et al. (2013)	Reducir la probabilidad de que los recursos acumulados no permitan el financiamiento viable del nivel requerido de pensión.	No se describe íntegramente el factor de riesgo, al no considerar la magnitud de desviación (Park et al., 2013, diBartolomeo y Minahan, 2014), ni incorporar el costo de aseguramiento (Gelman, 1996; Davis, 2012).

Fuente: Elaboración propia.

Estas formas de evaluación están orientadas en el aseguramiento de la viabilidad financiera en sistemas de ahorro-inversión, en contraste con la práctica recurrente de centrarse en la volatilidad a corto plazo del rendimiento de inversión. El marco de evaluación que se propone busca corregir las deficiencias presentes en las formas de evaluación empleadas, al introducir una métrica de riesgo basada en elementos de resiliencia sistémica, que incorpora simultáneamente la probabilidad y magnitud de desastre, así como el costo de aseguramiento<sup>47</sup>.

Para la evaluación de estrategias de ahorro-inversión se introduce la métrica del Costo de Resiliencia (Vugrin et al., 2011), comprendiendo que mientras menor sea su magnitud, mayor será la contribución de una estrategia al desarrollo de la resiliencia sistémica, por lo que la gestión de riesgos deberá orientarse hacia reducir este costo. En esta métrica se identifican dos componentes que reflejan respectivamente el impacto en la productividad sistémica, así como el esfuerzo para reducir el daño. Estos se describen en términos de la Razón de Fondeo de la pensión (cociente que refleja el nivel de recursos acumulados con relación al nivel de pensión requerido), se encuentran interrelacionados y pueden sumarse entre sí, al estar ambos expresados en años de consumo:

- a) Desviación Esperada en la Razón de Fondeo (DERF), describe la pérdida promedio en la Razón de Fondeo durante la parte final de la etapa de acumulación, debido al efecto de secuencias desfavorables de rendimientos. Al ser un factor de riesgo que integra la ocurrencia y severidad del desastre —i.e. cuando el nivel acumulado en la inversión resulta por debajo del mínimo predeterminado—, la DERF se obtiene multiplicando la probabilidad de ocurrencia por la magnitud esperada de daño. Se puede recurrir al análisis de periodos

---

<sup>47</sup> Tomlinson (2015) propone una métrica que incorpora simultáneamente la ocurrencia y magnitud de impacto, pero en el contexto de estrategias aplicadas en la etapa de desacumulación.

históricos o a la simulación (Collins et al., 2015) para calcular la probabilidad, estimando así la frecuencia con que la Razón de Fondeo resulte por debajo del mínimo (esta desviación refleja la magnitud del daño), por lo que la DERF es un prorrateo de las pérdidas esperadas.

- b) Costo Esperado de Protección y Restablecimiento (CEPR). Esta cantidad refleja el monto promedio de recursos empleados en la reducción del riesgo en la Razón de Fondeo, aplicados mediante una aportación adicional de ahorro del trabajador (y/o de su patrón) — e.g. un mayor esfuerzo de ahorro para aumentar las reservas de contingencia, implica disminuir el consumo del trabajador durante la acumulación—. Cualquier actividad que no implique aportaciones adicionales de ahorro (o ajustar el consumo, más adelante durante el retiro), no afectará la métrica de CEPR, pero reducirá el nivel y/o desempeño esperado de la inversión —e.g. primas de opciones financieras y de rentas vitalicias, comisiones e impuestos por transacciones, impuestos sobre ganancias de capital o por intereses—. El valor esperado del CEPR se puede calcular a partir de los resultados de la simulación, y mientras menor sea este costo con respecto al nivel de la DERF, mayor será la eficiencia del aseguramiento.

Tomando como referencia la tipología de estrategias propuesta por Pfau (2013b), las estrategias estacionarias —e.g. Asignación Estratégica de Activos— buscan la protección de la Razón de Fondeo, sin afectar el CEPR (al no haber variaciones en el ahorro), pero influyendo en la DERF y desempeño esperado de la inversión. Asimismo, las estrategias dinámicas —e.g. Asignación Táctica de Activos, Ajustes Tácticos en la Tasa de Contribución— buscan tanto la protección como el restablecimiento de la Razón de Fondeo, influyendo en la DERF y desempeño de la inversión, aunque sólo los ajustes temporales de ahorro tienen efecto sobre el CEPR.

## **CAPÍTULO IV**

### **APLICACIÓN DEL MARCO PARA LA CONDUCCIÓN RESILIENTE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN**

Para este capítulo se presenta un análisis aplicado, para la comprensión y verificación del marco propuesto para la conducción resiliente de la gestión de riesgos, mediante la evaluación de distintas estrategias de ahorro-inversión basadas en los enfoques de planeación eficientista y adaptativa.

#### **IV.1 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS**

Para una mejor comprensión y verificación del marco teórico propuesto, se propone un análisis aplicado, considerando el caso hipotético de un plan de pensiones genérico, basado en el modelo de contribución definida<sup>48</sup>, donde un trabajador inicia su plan —se asume que no dispone de ahorros previos—, acaba de cumplir 35 años y espera retirarse a la edad de 65, para un supuesto horizonte de tiempo en el retiro de 25 años. No se toman en cuenta aspectos específicos del trabajador, como género o situación económica. Se supone el ideal de que conserve su empleo en la misma organización durante toda la acumulación, permitiéndole ahorrar para asegurar un retiro financieramente viable. Se considera además lo siguiente:

- a) Los rendimientos son anuales y reales (descontando inflación), al igual que los flujos de efectivo, que ocurren al final de cada año.

---

<sup>48</sup> La elección por este modelo se fundamenta en los resultados del análisis realizado por Pang y Warshawsky (2013), aunque se considera conveniente adoptar algunas características de los modelos híbridos, como la centralización de las decisiones de inversión por parte de un comité, así como el acompañamiento al trabajador también durante la etapa del retiro laboral, además del apoyo de asesoría.

- b) La trayectoria del sueldo del trabajador se mantiene fija en términos reales durante toda la etapa laboral. Al mismo tiempo, por tratarse de un análisis a nivel estratégico y conceptual, no se consideran comisiones ni impuestos<sup>49</sup>.
- c) La meta de ahorro anual es 7% sobre el sueldo neto (el límite es 8%), que incorpora en partes iguales las aportaciones del trabajador y su patrón.
- d) Se establece una tasa de reemplazo meta de 50% (complementando al 20-30% estimado de pensión por seguridad social, como estiman Alonso et al., 2014).
- e) Los trabajadores del plan de pensiones tienen un nivel neutral de tolerancia al riesgo ( $\gamma = 0$ , como indican Kumara y Pfau, 2011).

Con respecto al proceso de inversión, se señalan los siguientes aspectos:

- a) En la base de datos del Banco de México se obtiene información sobre inflación anual al consumidor, cierre anual del IPC de la Bolsa Mexicana de Valores y tasas de interés mensuales de CETES a 90 días, para el periodo de 1981 al 2014<sup>50</sup>, permitiendo calcular 34 pares de datos de rendimiento real-anual para cada año de historia (Anexo B), obteniéndose los parámetros estadísticos  $\mu$  y  $\sigma$  respectivamente de +16.6% y 41.5% para el mercado accionario, +4.6% y 8.3% para el mercado de deuda, ambos con correlación  $\rho = 38.3\%$ .

---

<sup>49</sup> Dado que la perspectiva de la planeación para el retiro es de largo plazo, incorporar los impuestos, cuya normatividad es dinámica y específica, dificultaría la elaboración y comprensión del análisis. Collins et al. (2015a) elaboran sobre la “Paradoja de Bonini”, la cual sostiene que no es posible construir modelos que expliquen con precisión el comportamiento de sistemas complejos, debido a que mientras más exhaustivo sea el modelo, menos entendible será —dificultando la comprensión de los mecanismos del “mundo real” que el modelo intenta representar—, y para que el modelo sea más entendible, se requiere que sea menos exhaustivo y por lo tanto será menos preciso.

<sup>50</sup> <http://www.banxico.org.mx/>

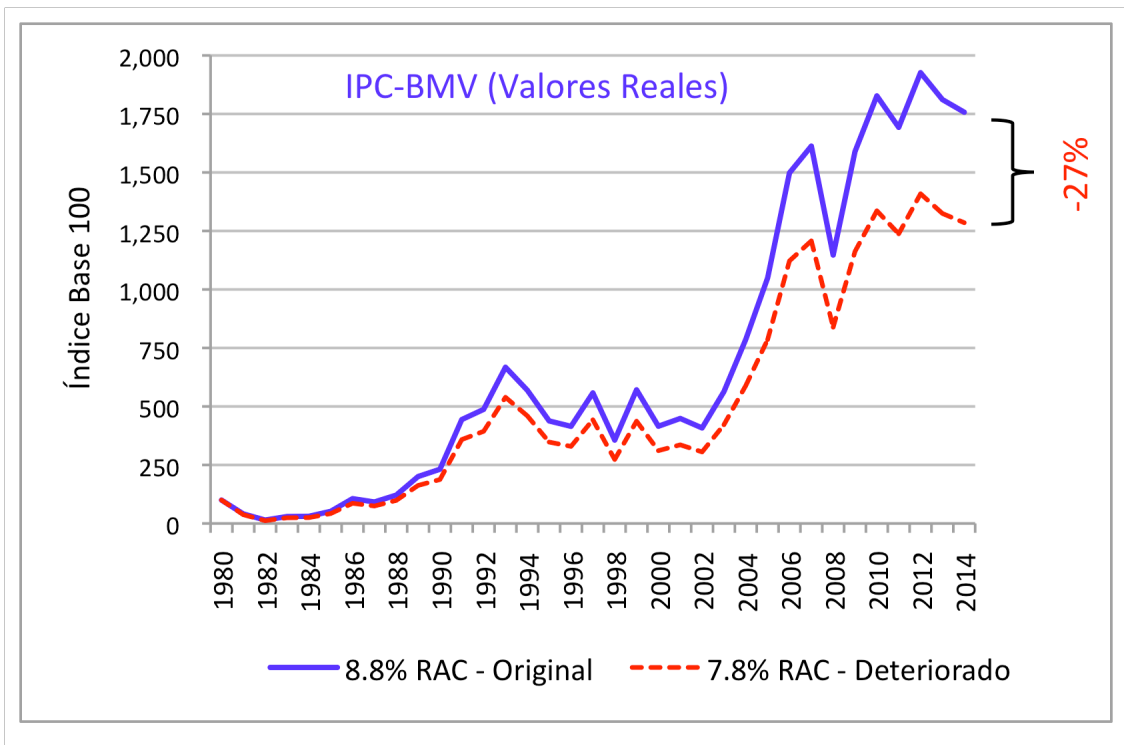


- b) Se propone medir la sensibilidad en el Costo de Resiliencia en la utilización de estrategias alternativas de ahorro-inversión, en el caso hipotético de un “escenario deteriorado” en la rentabilidad del mercado accionario. Con esta finalidad, a partir de los datos históricos para el periodo 1981-2014, se modificaron las cifras originales mediante la reducción del nivel de rendimiento en los años con mayor rendimiento, y se incrementó el valor absoluto de rendimiento en los años con desempeño negativo (Anexo B), de tal forma que se redujera la media de los rendimientos y se incrementara su desviación estándar, de modo que el Rendimiento Real Anual Compuesto (RAC) pasara de un nivel de 8.8% obtenido con los datos históricos originales, a un 7.8% con los datos ajustados. Aunque pareciera una reducción menor, se puede observar en la gráfica inferior de la Figura 12, que tras 34 años, la diferencia en valor real entre los dos casos es considerable: el valor final del índice con los datos ajustados es 27% menor que el índice original<sup>51</sup>. De esta forma, se obtienen los siguientes parámetros estadísticos para el análisis de sensibilidad propuesto, que reflejan el “escenario deteriorado”:  $\mu$  y  $\sigma$  respectivamente de +16.1% y 41.9% para el mercado accionario, +4.6% y 8.3% para el mercado de deuda, ambos con correlación  $\rho = 38.7\%$ .
- c) De forma genérica para la Asignación Estratégica de Activos (Tabla 5), las asignaciones agresiva, moderada y conservadora invierten 70%, 50% y 30% respectivamente de sus recursos en un fondo accionario (replicando al IPC), y el remanente en un fondo de deuda (compuesto por CETES-90, replicando vencimientos escalonados trimestralmente).

---

<sup>51</sup> Para un escenario hipotético de mayor deterioro, en el que se hubiera considerado un nivel de RAC del 6.8% tras 34 años, el valor final del índice con datos ajustados sería 47% menor que el índice original.

**Figura 12. Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original vs. Deteriorado, para el Análisis de Sensibilidad**



- d) Para la asignación de trayectoria descendente, en los primeros 20 años de acumulación se invierte como en la asignación agresiva, los siguientes 5 años como en la moderada, y los últimos 5 años de forma conservadora.
- e) Al inicio de cada año se incorporan nuevas aportaciones de ahorro, y se busca restablecer los niveles de asignación estratégicos predeterminados (rebalanceo), reduciendo la posición de aquel fondo que haya tenido el mejor desempeño durante el año previo, y aumentándola en el que se hubiera rezagado.

**Tabla 5. Asignaciones Estratégica y Táctica de Activos para el Análisis Aplicado**

Tipo de Asignación Estratégica de Activos (AEA)	Estado que Dispara Ajuste en Asignación Táctica de Activos (ATA)	Edad				
		35-44	45-54	55-59	60-64	65-90
		ACUMULACIÓN				DESACUMULACIÓN
Nivel de Exposición en Mercado Accionario						
Trayectoria Descendente	Insuficiente	80%	80%	60%	40%	30%
	Normal	70%	70%	50%	30%	30%
	Excedido	60%	60%	40%	20%	30%
Agresivo	Insuficiente	80%	80%	80%	80%	30%
	Normal	70%	70%	70%	70%	30%
	Excedido	60%	60%	60%	60%	30%
Moderado	Insuficiente	60%	60%	60%	60%	30%
	Normal	50%	50%	50%	50%	30%
	Excedido	40%	40%	40%	40%	30%
Conservador	Insuficiente	40%	40%	40%	40%	30%
	Normal	30%	30%	30%	30%	30%
	Excedido	20%	20%	20%	20%	30%

Se recurre al análisis de simulación, mediante el método de muestreo aleatorio sin reemplazo (bootstrapping), para generar 400 trayectorias (o escenarios) formadas por distintas secuencias de rendimientos de inversión<sup>52</sup>, para un horizonte de 30 años de acumulación de ahorro, utilizando las mismas trayectorias en las cuatro posturas de asignación estratégica. En un proceso análogo al de “barajar las cartas”, se genera cada posible secuencia de rendimientos intercalando 30 pares

<sup>52</sup> Para un nivel de confianza de 95% y 400 simulaciones, el valor esperado terminal en la inversión, con una estrategia agresiva, tiene 5.9% de error (Anexo C). Se identificó que a partir de 200-250 simulaciones, el valor esperado tiende a estabilizarse (i.e. la distribución de probabilidad se torna estacionaria). Utilizar muestras mayores incrementaría marginalmente la precisión y comprensión del análisis, al disponerse solamente 34 datos estadísticos (con 1,000 simulaciones se tendría 3.7% de error).

de datos anuales (de los fondos accionario y de deuda, para cada año) tomados aleatoriamente y sin repetición, a partir del conjunto de 34 pares de rendimientos reales-anuales. Todas las posibles trayectorias generadas tienden a compartir entre sí las mismas propiedades estadísticas, valores extremos y tasa de crecimiento a largo plazo, sin embargo, para cada trayectoria los rendimientos anuales son independientes año con año (Collins et al., 2015), por lo que no se conservan las características de auto-correlación de corto y mediano plazo presentes en la secuencia original<sup>53</sup>. Para cada trayectoria generada, se calcula la Razón de Fondeo sobre el valor terminal de la inversión, al final de la etapa de acumulación.

Como se comentó previamente, mientras menor sea la Razón de Fondeo, menores serán los recursos disponibles para un financiamiento viable de la pensión requerida. Este argumento se puede asociar con la determinación de un nivel límite satisfactorio de probabilidad de ruina en el retiro (i.e. situación catastrófica durante la etapa del retiro, en que se agotan prematuramente los recursos disponibles para financiar el consumo del trabajador). Milevsky y Robinson (2005) proponen una variante de la Ecuación 1, que permite calcular esta probabilidad (PRR) de forma directa mediante la Distribución Gamma en una hoja de cálculo, sin necesidad de simulaciones:

$$PRR = \text{GammaDist} \left( \frac{2(\mu_{\text{portafolio}}) + 4(\lambda)}{\sigma^2_{\text{portafolio}} + \lambda} - 1, \frac{\sigma^2_{\text{portafolio}} + \lambda}{2} \mid \frac{1}{RF} \right) \quad (1)$$

En esta ecuación, RF es la Razón de Fondeo de la pensión y  $\lambda$  es la tasa de mortandad del trabajador, para una edad específica (asumiendo que a los 65 años de edad, la expectativa de vida

---

<sup>53</sup> López-Herrera et al. (2012) analizan las características de auto-correlación de largo plazo en el mercado accionario mexicano.

sea de 25 años, de acuerdo con Milevsky y Robinson, se tiene que  $\lambda = \text{Ln}(2) / 25 = 2.8\%$ ). Para el cálculo de los parámetros  $\mu$ ,  $\sigma$  y  $\rho$ , para un portafolio de inversión específico resultante de distintas combinaciones del fondo accionario (FA) y el fondo de deuda (FD), se utilizan las Ecuaciones 2 y 3, derivadas de la Teoría Moderna de Portafolios:

$$\mu_{\text{portafolio}} = \omega_{\text{FA}} (\mu_{\text{FA}}) + \omega_{\text{FD}} (\mu_{\text{FD}}) \quad (2)$$

$$\sigma^2_{\text{portafolio}} = \omega^2_{\text{FA}} (\sigma^2_{\text{FA}}) + \omega^2_{\text{FD}} (\sigma^2_{\text{FD}}) + 2(\omega_{\text{FA}})(\omega_{\text{FD}})(\sigma_{\text{FA}})(\sigma_{\text{FD}})(\rho) \quad (3)$$

Suponiendo que el trabajador pudiera optar por un portafolio de inversión conservador para toda la etapa de su retiro, entonces  $\omega_{\text{FA}}$  y  $\omega_{\text{FD}}$  son los niveles de asignación estratégica, respectivamente 30% para el fondo accionario y 70% para el fondo de deuda. Sustituyendo en las Ecuaciones 2 y 3 los datos disponibles, se obtiene:  $\mu_{\text{portafolio}} = +8.2\%$ ,  $\sigma^2_{\text{portafolio}} = 0.0243$ .

Con esta información, mediante la Ecuación 1 se puede calcular la probabilidad de ruina para diferentes escenarios de Razón de Fondeo, como se muestra en las primeras dos columnas de la Tabla 6. En las siguientes columnas se indica la probabilidad resultante tras considerar reducciones moderadas en el nivel de pensión (necesarias pero desfavorables), para incrementar la viabilidad financiera del plan para el retiro. Se observa también que para cocientes menores a 15 años, resultaría prudente realizar ajustes al plan para disminuir la probabilidad de ruina (e.g. niveles menores al 20%), de modo que más adelante no se requieran reducciones excesivas en el consumo del trabajador, aunque esto dependerá de su tolerancia al riesgo. En esta tesis se considera como estado de desastre cuando el valor de la inversión en la parte final de la acumulación resulte en una Razón de Fondeo menor a 15 años. Así, la magnitud esperada de daño se calcula para cada trayectoria como la diferencia entre la Razón de Fondeo resultante y el

nivel definido como desastre (15 años). La probabilidad de desastre se calcula a partir del número de trayectorias que terminen en estado de desastre, dividido entre el número total de trayectorias generadas. Multiplicando esta probabilidad por la magnitud de desastre, se obtiene la métrica DERF (de acuerdo con el marco de evaluación propuesto en el capítulo anterior). Este procedimiento se aplica para cada estrategia de ahorro-inversión a evaluarse.

**Tabla 6. Correspondencia entre la Razón de Fondeo y la Probabilidad de Ruina en el Retiro**

Razón de Fondeo [años]	Probabilidad de <b>RUINA</b> en el Retiro		
	Sin Ajustar Consumo Retiro	-10% Ajuste Consumo Retiro	-20% Ajuste Consumo Retiro
30.0	3%	2%	1%
20.0	10%	7%	5%
17.0	15%	12%	8%
16.0	18%	14%	10%
15.0	21%	16%	12%
14.0	25%	19%	14%
13.0	29%	23%	17%
9.0	56%	48%	39%
7.0	76%	68%	59%
5.0	93%	89%	83%

En cuanto a la incorporación de estrategias dinámicas —e.g. Asignación Táctica de Activos— que respondan ante cambios en el entorno, la Tabla 7 muestra una matriz donde las condiciones en un sistema de ahorro-inversión, en la forma del rendimiento accionario durante los 10 o 20 años previos, se corresponden con posibles ajustes ex-post temporales en el ahorro y/o inversión que permitan disminuir pérdidas potenciales en la Razón de Fondeo. La información exhibida se construyó a partir de las múltiples secuencias de rendimientos generadas mediante la simulación.

**Tabla 7. Condiciones para la Activación de Ajustes Temporales**

DISPARADORES de AJUSTES TÁCTICOS en Función del Rendimiento del Mercado Accionario			
Desempeño Obtenido en los 10 (o 20) Años Previos:	Desempeño Esperado para los Siguietes 10 Años:	Probabilidad de Ocurrencia en Función del Desempeño Obtenido...	
		10 Años Previos	20 Años Previos
<b>EXCEDIDO:</b> RAC $\geq$ +15%  <b>REDUCIR</b> Exposición Accionaria	EXCEDIDO	13%	1%
	NORMAL	30%	19%
	INSUFICIENTE	57%	80%
		100%	100%
<b>NORMAL:</b> +5% < RAC < +15%	EXCEDIDO	38%	25%
	NORMAL	27%	41%
	INSUFICIENTE	35%	34%
		100%	100%
<b>INSUFICIENTE:</b> RAC $\leq$ +5%  <b>AUMENTAR</b> Exposición Accionaria y/o Tasa de Ahorro	EXCEDIDO	51%	74%
	NORMAL	34%	23%
	INSUFICIENTE	15%	3%
		100%	100%

RAC: Rendimiento Real Anual Compuesto

En la Tabla 7, para cada segmento de 10 (o 20) años de duración se analizó el segmento de rendimientos para el siguiente periodo de 10 años, intentando detectar los parámetros que relacionen el desempeño previo y el subsecuente, que justifique el empleo de estrategias dinámicas para reducir satisfactoriamente el riesgo en la Razón de Fondeo (Solow et al., 2011), aunque sin intención de encontrar niveles óptimos. Para esto, se probaron distintos parámetros alternativos, y finalmente se eligieron los que se indican en la primera columna de la Tabla 7, donde se aprecian tres posibles escenarios de desempeño previo (con fundamento en el modelo propuesto de Activación de la Gestión Correctiva): a) Excedido, correspondiente a un mercado

accionario que ha tenido un crecimiento muy superior a lo esperado, reflejando condiciones de sobrevaluación, con un Rendimiento Real Anual Compuesto (RAC) en 10 años mayor o igual al +15%, representando 1/3 de la muestra (la media y mediana de toda la muestra oscilan alrededor del +9% RAC); b) Normal, que refleja condiciones de valuación razonables con RAC en línea con lo esperado, en un rango entre +5% y +15% (alrededor de 1/4 de la muestra); c) Insuficiente, reflejando condiciones de subvaluación, con RAC menor o igual al +5% (2/5 de la muestra).

Como explica Pfau (2012b), existe una probabilidad considerable de que un mercado accionario que se encuentre sobrevaluado, eventualmente retornará a niveles de precios que reflejen condiciones que tiendan hacia una valuación en línea con la media histórica. En este sentido, la segunda y tercera columna en la Tabla 7 indican, que para un escenario de desempeño excedido durante los 10 años previos, en los siguientes 10 años es significativamente probable (57%) que tendrá un desempeño insuficiente (la cuarta columna es análoga con la tercera, aunque para un segmento de 20 años previos). Por el contrario, un escenario insuficiente, es poco probable (15%) que en los 10 siguientes años tenga un desempeño insuficiente. En un escenario normal, las probabilidades para un desempeño futuro insuficiente se encuentran balanceadas con el evento de que resulte excedido. Por lo tanto, en principio tendría sentido aplicar reducciones técnicas en la posición accionaria, tras experimentar 10 años de desempeño excedido, que reduzcan el impacto en la Razón de Fondeo ante una eventual secuencia desfavorable de rendimientos. De forma análoga, sería conveniente aplicar incrementos técnicos en la posición accionaria (complementados con un aumento en la tasa de contribución de ahorro, que ayuden a restablecer las reservas), tras una década de desempeño insuficiente que, muy probablemente, proyecte en el futuro un desempeño favorable.



Continuando con el análisis aplicado, la asignación táctica en el fondo accionario ante un desempeño excedido, en función de que la asignación estratégica sea agresiva, moderada o conservadora (como se ilustra en la Tabla 5), serían respectivamente 60%, 40% o 20% (aplicando estos niveles también como referencia para el rebalanceo anual). Por otro lado, ante un desempeño insuficiente los niveles de asignación correspondientes serían 80%, 60% o 40% en el fondo accionario, mientras que la tasa de ahorro se establecería en 8%. Para la asignación estratégica de trayectoria descendente, los ajustes tácticos en la asignación durante los primeros 20 años de acumulación se aplican como en la postura agresiva, los siguientes 5 años como en la moderada, y los últimos 5 años de forma conservadora.

Las condiciones para activar estas estrategias de tipo dinámico (Tabla 7) aplican solamente en los siguientes momentos designados (en concordancia con el modelo propuesto de Activación de la Gestión Correctiva): pasados los primeros 10 años de acumulación (al cumplir el trabajador 45), tras otros 10 años (edad de 55) y cinco años antes del retiro (edad de 60). Si en alguno de estos momentos las condiciones indican normalidad, entonces se desactivan los ajustes tácticos, para regresarse a los niveles predefinidos estratégicos de ahorro e inversión, hasta volver a monitorearse en el siguiente momento designado, excepto faltando cinco años para el retiro. En este caso, en lugar de tomarse como referencia el desempeño normal durante los 10 años anteriores, se consideran los 20 anteriores para verificar que cerca del retiro —cuando la inversión es más susceptible ante la volatilidad de corto-mediano plazo en los rendimientos—, no resulten condiciones excedidas, que expongan a la Razón de Fondeo a un eventual desplome, o condiciones insuficientes, que indiquen que no se ha logrado acumular lo suficiente debido a un largo rezago en los rendimientos, lo cual podría repentinamente revertirse al alza y por tanto debería aprovecharse para acelerar la recuperación en la Razón de Fondeo.

Para calcular la métrica CEPR, que es el costo esperado de aseguramiento, se sigue el siguiente procedimiento (con base en el marco propuesto de evaluación de estrategias de ahorro-inversión): i) para cada trayectoria generada, en caso de haberse activado ajustes debido a condiciones de insuficiencia (tasa de ahorro ajustada del 8%), se suma el ahorro ajustado resultante durante los 30 años de acumulación; ii) este monto se resta del nivel de referencia, que consiste en el ahorro acumulado sin ajustes (tasa meta del 7%); iii) la diferencia obtenida se divide entre el nivel requerido de pensión, quedando en las mismas unidades que la Razón de Fondeo; iv) este esfuerzo adicional de ahorro se suma con el calculado en cada trayectoria, y al dividir este monto entre el total de simulaciones, se obtiene CEPR.

## **IV.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN**

En esta sección se hace un conciso análisis descriptivo, mostrando en la Tabla 8 una matriz que sintetiza los resultados de la simulación, tras aplicar el marco de evaluación de estrategias de ahorro-inversión. La sección izquierda de la matriz corresponde a la alternativa de no aplicar ajustes tácticos de ahorro-inversión, mientras que la sección derecha se refiere a su aplicación. A su vez, las columnas se corresponden con los distintos tipos de asignación estratégica. En la sección superior de la matriz se reflejan algunos parámetros estadísticos útiles, que describen la dispersión de los posibles valores que puede adquirir la Razón de Fondeo (RF) para cada estrategia de ahorro-inversión (las Figura 13 y 14 exhiben la distribución de los resultados para la Razón de Fondeo y su estado de desastre). Se puede observar que los resultados de la asignación agresiva tienen en general los niveles de Razón de Fondeo más elevados (con la excepción del valor mínimo, aunque éste no está muy por debajo que en las otras asignaciones), seguidos por los obtenidos en las asignaciones de trayectoria descendente, moderada y conservadora.

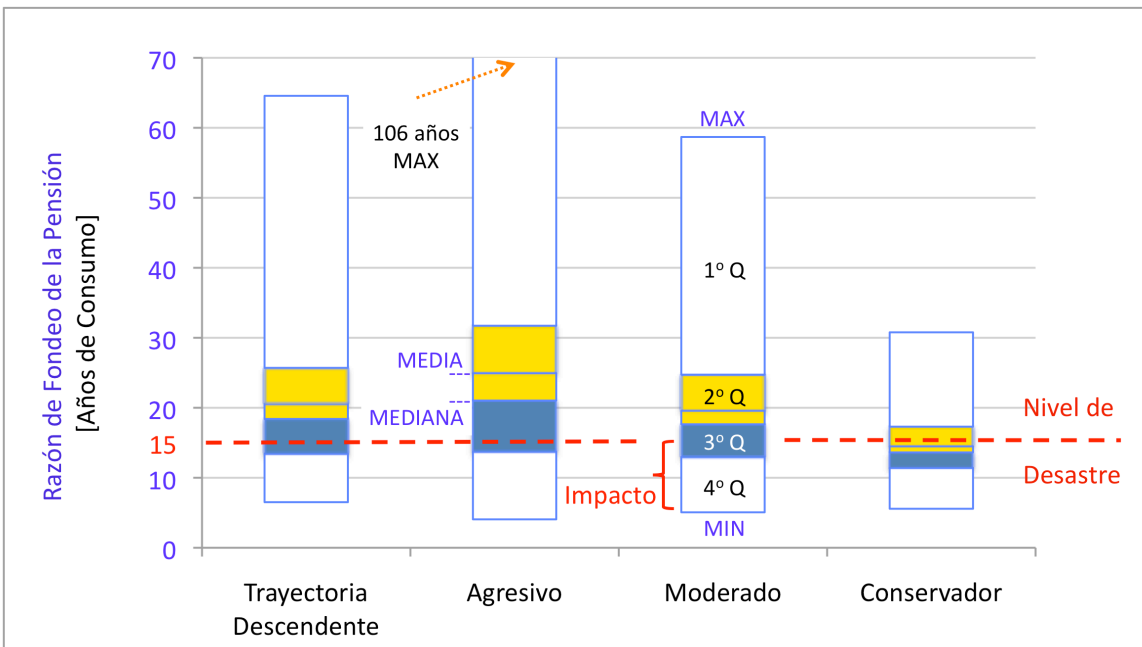
**Tabla 8. Matriz de Resultados – Evaluación de Estrategias**

Tipo de Asignación Estratégica de Activos:		Sin Ajustes				Con AJUSTES en Ahorro e Inversión			
		Trayec. Descendente	Agresivo	Moderado	Conservador	Trayec. Descendente	Agresivo	Moderado	Conservador
Razón de Fondeo (RF) [años]	Máximo	64.6	106.4	58.7	30.8	64.5	106.8	58.4	31.7
	Mediana	18.4	21.0	17.6	13.6	19.7	22.8	18.9	15.0
	4° Q	13.5	13.7	13.0	11.4	14.6	14.8	14.0	12.0
	Mínimo	6.5	4.1	5.1	5.6	6.1	3.7	4.7	5.1
	Media	20.6	24.9	19.6	14.5	21.9	26.8	21.0	15.6
	Desviación STD	9.8	15.1	8.7	4.4	9.8	15.6	9.2	4.8
Daños durante DESASTRE RF < 15 [años]	Probabilidad	36.5%	29.8%	36.5%	60.3%	26.8%	25.3%	30.0%	50.0%
	Daño Esperado	3.04	3.86	3.38	3.43	3.09	3.90	3.41	3.28
	DERF	1.11	1.15	1.24	2.07	0.83	0.99	1.02	1.64
	CEPR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16
	Costo de Resiliencia	1.11	1.15	1.24	2.07	0.98	1.14	1.18	1.80
Catástrofe RF < 9 [años]	Probabilidad	4.8%	6.8%	6.0%	7.8%	3.8%	5.8%	5.5%	6.8%
	DERF	0.33	0.51	0.43	0.54	0.26	0.45	0.40	0.48

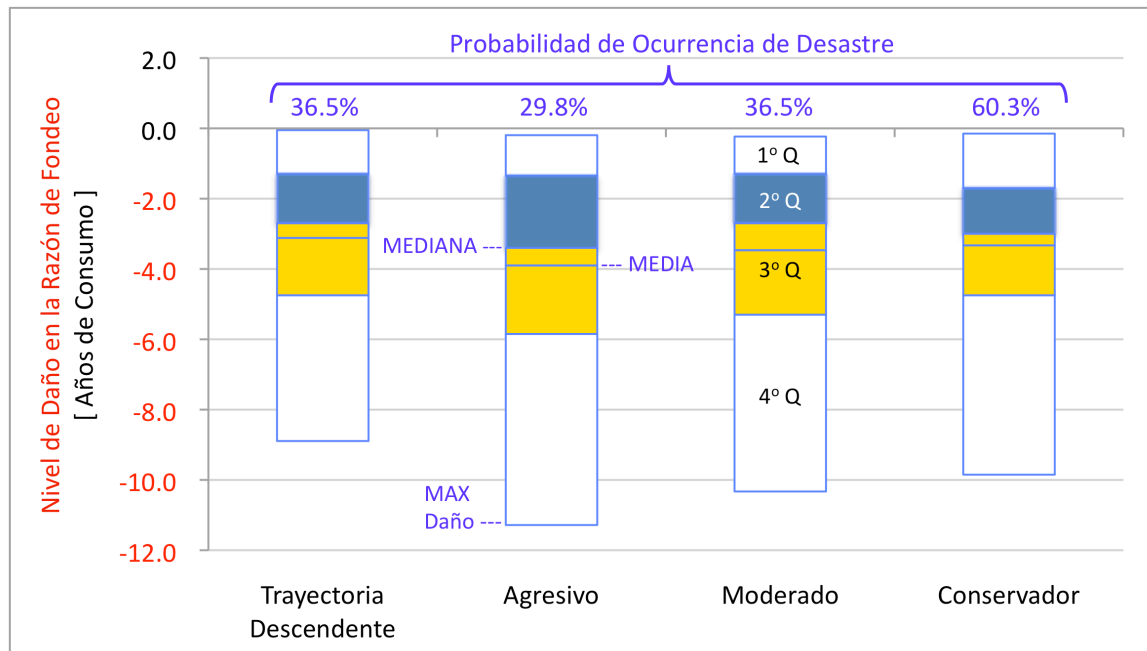
En la sección inferior de la matriz se despliegan las cifras para los distintos componentes del Costo de Resiliencia, de acuerdo con la definición de desastre (RF < 15). Se puede apreciar que, aunque con la asignación agresiva se tiene la mayor magnitud de daño, al mismo tiempo es la de menor probabilidad de ocurrencia. La métrica de Costo de Resiliencia contribuye a la objetividad en el análisis de selección de estrategias, por reducir la confusión al optar por la menor entre la probabilidad o la magnitud de desastre, al integrar ambos parámetros en su cálculo. Así, un mayor daño en la asignación agresiva se compensa con una menor ocurrencia, reflejado en un menor Costo de Resiliencia que en las asignaciones moderada y conservadora, aunque mayor que en la trayectoria descendente.

En la base de la matriz (Tabla 8) se muestra la probabilidad y desviación esperada en condiciones de catástrofe ( $RF < 9$ ), en las que el bajo valor terminal de la inversión produce una probabilidad de ruina en el retiro muy elevada (Tabla 6). La asignación de trayectoria descendente es la que tiene los mejores resultados en esta métrica. Asimismo, la sección derecha de la matriz evidencia que las estrategias de tipo dinámico permiten en general aumentar los niveles esperados en la Razón de Fondeo, reduciendo tanto el Costo de Resiliencia, como la ocurrencia y daños catastróficos. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que, al utilizar ajustes tácticos para reducir el riesgo de desastre, la magnitud del costo de aseguramiento (CEPR) no debe eliminar el aumento en productividad. En este caso, el CEPR es el mismo para todas las asignaciones, dado que este costo se origina por ajustes en el ahorro, y éstos se activan por las mismas condiciones de desempeño (Tabla 7).

**Figura 13. Resultados de la Simulación – Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)**



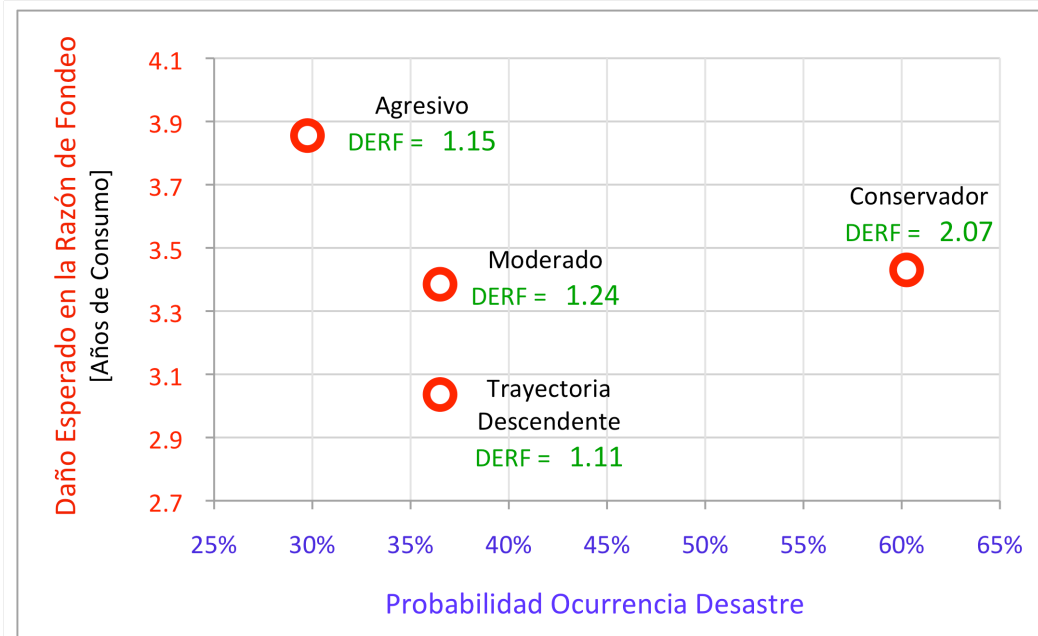
**Figura 14. Resultados de la Simulación – Nivel de Daño en la Razón de Fondo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)**



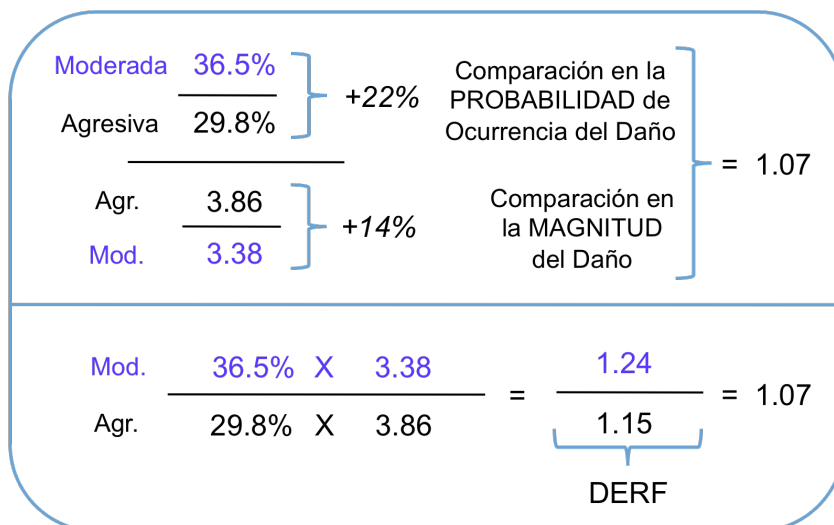
En la Figura 15 se destacan la magnitud esperada y probabilidad de ocurrencia del estado de desastre, que son los dos parámetros requeridos para la estimación de la Desviación Esperada en la Razón de Fondo (DERF) —el componente del Costo de Resiliencia que mide el factor de riesgo en la inversión, obtenido al multiplicar ambos parámetros—. Se puede observar que la asignación conservadora, al presentar al mismo tiempo mayor ocurrencia y magnitud de daño, es dominada por las asignaciones moderada y de trayectoria descendente. Recurriendo a la métrica DERF es posible eliminar la ambigüedad que se puede presentar al momento de comparar estrategias. Por ejemplo, la estrategia agresiva produce un mayor daño esperado que la moderada (3.86 vs. 3.38 años de consumo), aunque a cambio de una menor probabilidad de ocurrencia (29.8% vs. 36.5%), por lo se dificulta determinar cuál es la asignación estratégica dominante. Sin embargo, como muestra la Figura 16, al presentar la asignación agresiva una menor DERF que la moderada (1.15 vs. 1.24 años de consumo), refleja que la relación en el daño esperado en la

agresiva vs. la moderada (+14%) sea menor que la relación en la probabilidad de ocurrencia entre ambas (+22%). De forma similar, con base en la métrica DERF, la asignación estratégica dominante es la trayectoria descendente, seguida de cerca por la agresiva.

**Figura 15. Ocurrencia y Magnitud del Daño Esperado en la Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)**



**Figura 16. Incorporación en la Métrica DERF de Ocurrencia y Magnitud del Daño Esperado en la Razón de Fondeo (sin Ajustes en Ahorro-Inversión)**



## **IV.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

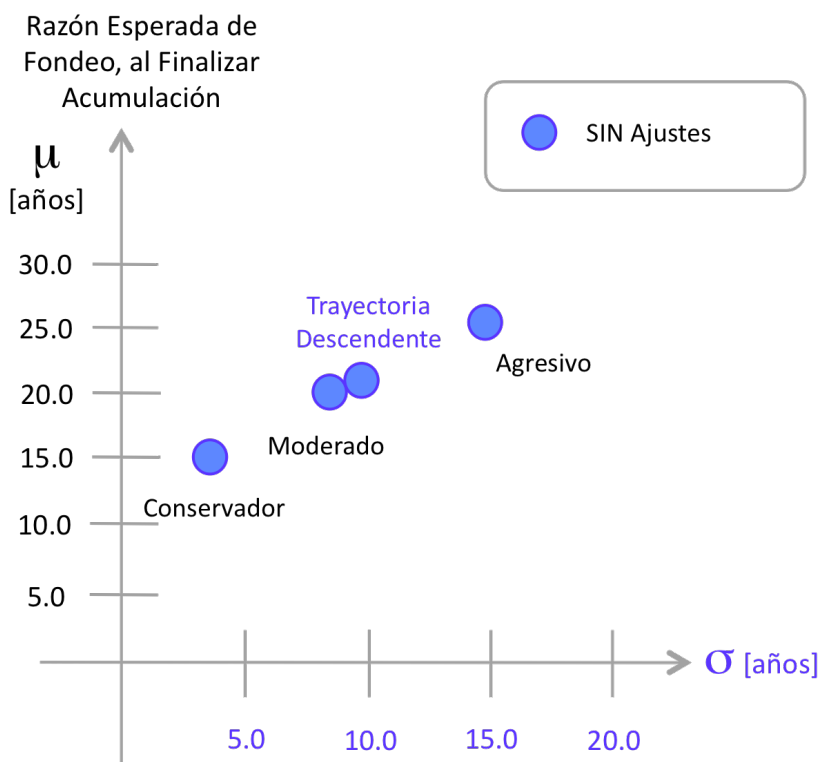
### **IV.3.1 Efectos de la Gestión Correctiva en el Costo de Resiliencia**

Revisando el análisis de la sección anterior, se observa que, de acuerdo con el criterio de minimizar las fluctuaciones en el nivel requerido de pensión (como sugiere Walker, 2009), cualquiera de las asignaciones estratégicas podría ser conveniente para un trabajador, pues elegiría aquella cuya combinación de media y desviación estándar en la Razón de Fondeo se adecuara mejor a su grado de tolerancia al riesgo —e.g. un trabajador que quisiera maximizar el nivel esperado en su pensión, optaría por la asignación agresiva, mientras que otro que prefiriera minimizar la volatilidad en su pensión, elegiría la conservadora—, como se muestra en la Figura 17. Por otra parte, según el criterio de reducir la probabilidad de no lograr un nivel mínimo en la Razón de Fondeo (como proponen Cannon y Tonks, 2013), la asignación agresiva sería la apropiada, pues ofrece las mejores condiciones de desempeño (mayor pensión esperada) y riesgo (menor probabilidad de desastre), mientras que la asignación conservadora otorga las peores (menor pensión y mayor probabilidad de desastre), como se ilustra en la Figura 18.

Sin embargo, recurriendo al criterio de reducir el Costo de Resiliencia, comparando las asignaciones agresiva y de trayectoria descendente, la primera ofrece un mejor desempeño, pero la segunda presenta un menor riesgo. Como se observa en la Figura 19, en el caso de no realizarse ajustes tácticos de ahorro-inversión, no se percibe en principio una dominancia entre ambas asignaciones estratégicas. Sin embargo, se puede notar que tras el empleo de estrategias de tipo dinámico, con la asignación agresiva se presenta una mejora en el desempeño (+7.6%), pero sólo una reducción marginal (-0.9%) en el Costo de Resiliencia, mientras que con la asignación de trayectoria descendente se mejora el desempeño (+6.3%) y se reduce satisfactoriamente (-11.7%) el Costo de Resiliencia. Adicionalmente, con la asignación de

trayectoria descendente la ocurrencia y daños catastróficos son menores, especialmente tras recurrir a ajustes tácticos (Tabla 8). Desde este criterio, resulta evidente que las asignaciones moderada y conservadora no son adecuadas para la etapa de acumulación, debido a que son dominadas en desempeño y menor riesgo por las otras<sup>54</sup>.

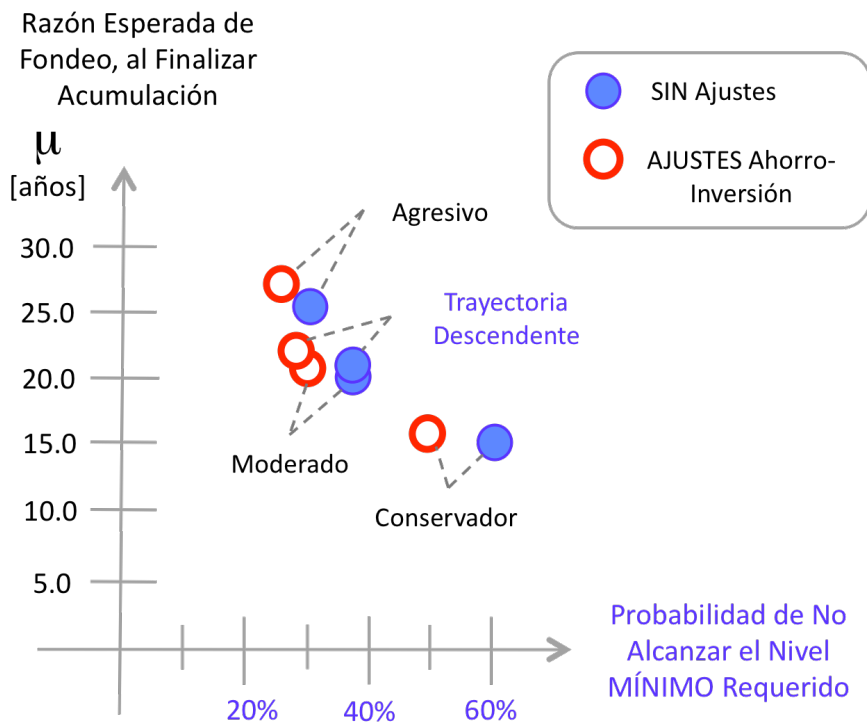
**Figura 17. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Desviación Estándar) en la Razón de Fondo**



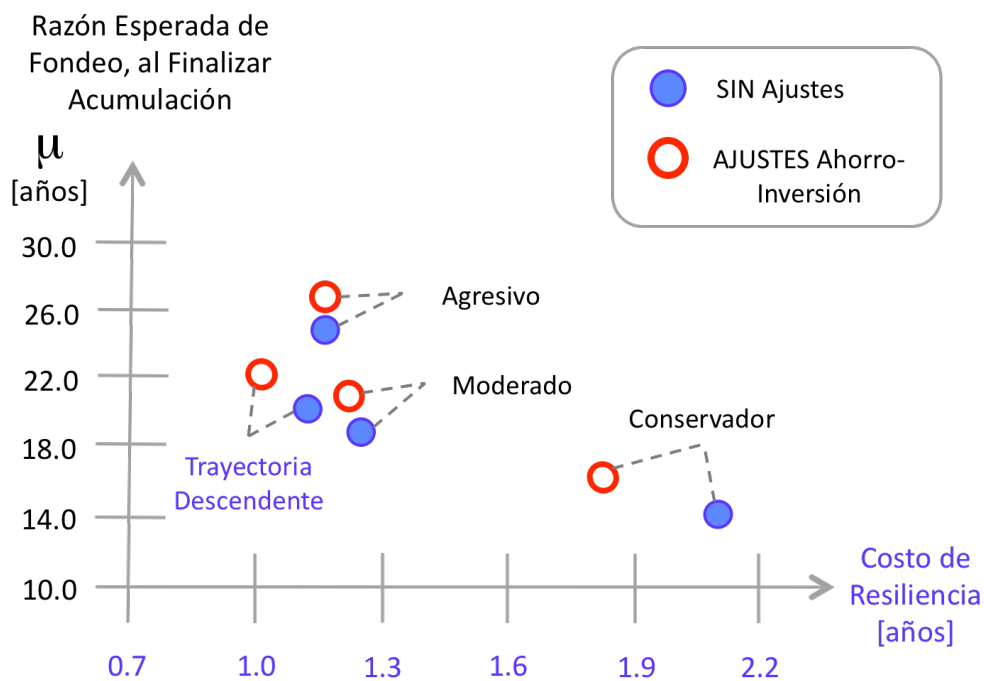
<sup>54</sup> Estos resultados están en línea con los hallazgos de Kumara y Pfau (2011) para México y otros países, donde se señala que la asignación de trayectoria descendente es la apropiada para un trabajador con un grado relativo de tolerancia al riesgo.



**Figura 18. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Probabilidad de No Alcanzar el Nivel Mínimo Requerido) en la Razón de Fondeo**



**Figura 19. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo**



A continuación, como se muestra en la Figura 20, se propone una tipología para agrupar las trayectorias de largo plazo originadas por las diferentes secuencias simuladas de rendimientos anuales reales, a partir de la trayectoria original del mercado accionario mexicano, durante el periodo 1980-2014 (Anexo B). En la Tabla 9 se muestran los resultados de la probabilidad de ocurrencia de desastre obtenidos mediante las 400 simulaciones organizados para su análisis en cinco grupos (con y sin ajustes tácticos en el ahorro e inversión), de acuerdo con esta tipología propuesta para la etapa de acumulación, en la que se le ha asignado un nombre a cada grupo de trayectorias para facilitar su reconocimiento y mayor claridad en el análisis:

- a) **“Justo a Tiempo”**: Tras una primera década en la acumulación sin mayores complicaciones, los siguientes 15 años reflejan una secuencia de rendimientos desfavorable para el mercado accionario, con una combinación de desplomes y rendimientos de bajo nivel. Sin embargo, en los últimos 5 años de la acumulación ocurre un cambio radical en la tendencia y se inicia una secuencia de rendimientos significativamente favorable. A partir de los resultados obtenidos con la simulación, se trata del tipo de trayectoria más frecuente (30% del total).

En este tipo de trayectoria, las asignaciones estratégicas de activos más favorecidas son agresiva y moderada, mientras que la de trayectoria descendente resulta afectada, pues su recuperación se estanca al no logra capturar la sobresaliente subida del mercado, debido a su baja exposición al riesgo accionario durante los últimos 5 años de la acumulación. Sin embargo, esta estrategia resulta muy beneficiada por los ajustes correctivos, que le permiten aumentar satisfactoriamente su potencial de recuperación.

- b) **“Nunca a Tiempo”**: Tras una primera década en la acumulación sin mayores complicaciones, los siguientes 15 años reflejan una secuencia de rendimientos desfavorable

para el mercado accionario, con una combinación de desplomes y rendimientos de bajo nivel. Desafortunadamente, se mantiene la tendencia negativa para los últimos 5 años de la acumulación, por lo que se continúa en una secuencia de rendimientos adversa.

En este tipo de trayectoria, todas las asignaciones estratégicas de activos resultan devastadas, aunque la estrategia de trayectoria descendente es la menos perjudicada. Otro grave inconveniente de este tipo de trayectoria es que los ajustes correctivos sólo logran mejoras marginales, aunque por el lado positivo, con la simulación, este tipo de trayectoria ha resultado en la de menor frecuencia de todas (12% del total).

- c) **“Final Desfavorable”**: Tras una primera década en la acumulación sin mayores complicaciones, los siguientes 15 años son de prosperidad en los rendimientos. No obstante, un cambio desafortunado en la tendencia provoca una secuencia de rendimientos devastadora para los últimos 5 años de la acumulación. Resulta inconveniente que este tipo de trayectoria sea la segunda más frecuente (22% del total).

En este tipo de trayectoria, todas las asignaciones estratégicas de activos resultan afectadas, aunque en menor medida para la estrategia de trayectoria descendente, la cual resulta muy beneficiada tras la aplicación de ajustes correctivos, que le permiten reducir satisfactoriamente su potencial de pérdidas. Estos mismos ajustes sólo permiten ligeros beneficios para las asignaciones estratégicas agresiva y moderada.

Es necesario señalar que, desde el punto de vista de las Finanzas Conductistas<sup>55</sup>, los inversionistas otorgan mayor importancia a las pérdidas que a las ganancias, por lo que para

---

<sup>55</sup> En Inglés se conoce como “Behavioral Finance”, al área de Finanzas fundamentada en el marco teórico de Kahneman y Tversky (1992), que busca explicar anomalías en el comportamiento de los mercados financieros debido a sesgos psicológicos que afectan la toma de decisiones de los inversionistas.

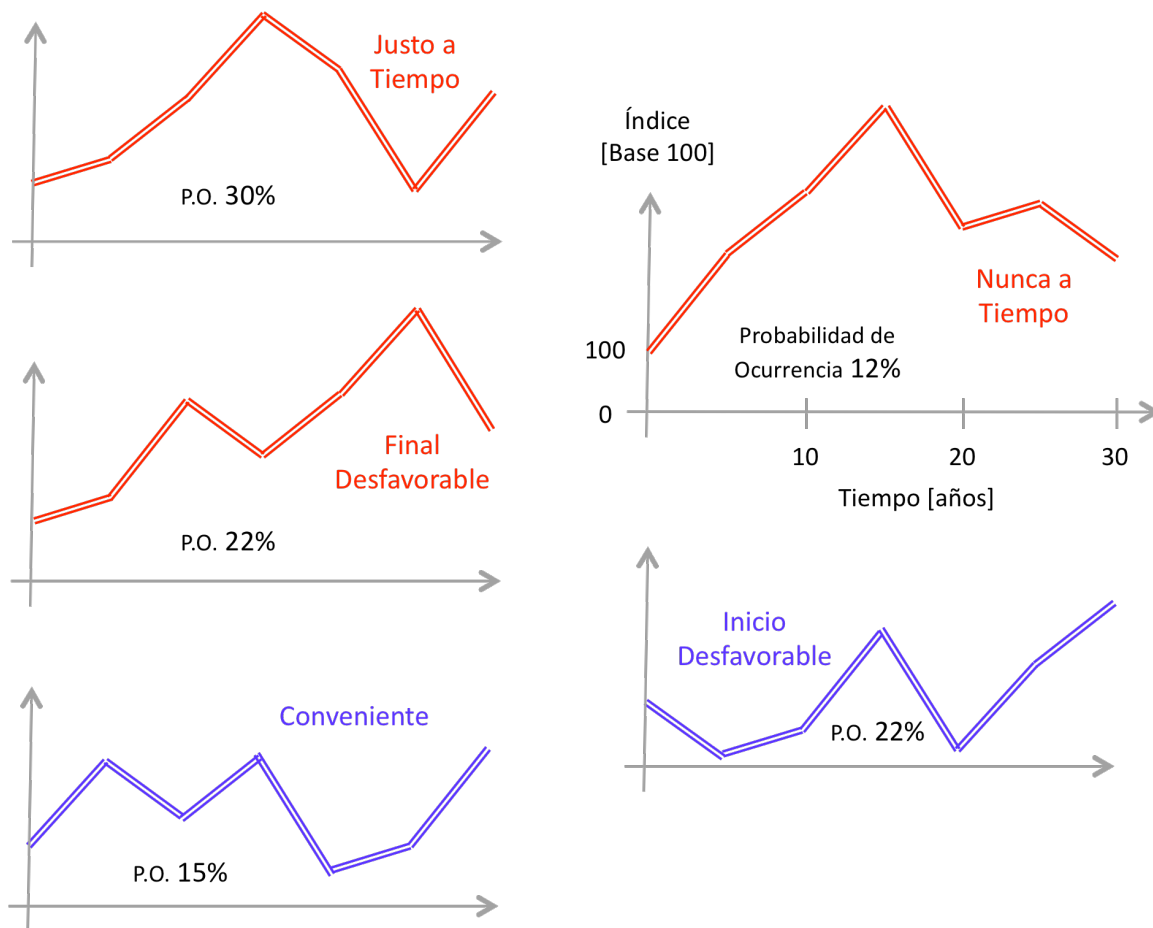
un trabajador mayor de 60 años y muy cerca de su retiro laboral, con elevadas expectativas sobre su estilo de vida en el retiro, tras haber acumulado favorables rendimientos durante los últimos 15 años, le produciría un terrible impacto psicológico la eventual ocurrencia de un desplome del mercado accionario —especialmente si sus recursos financieros se encontraran invertidos de acuerdo con el perfil agresivo de asignación estratégica de activos, guiado por maximizar rendimientos para aumentar las probabilidades de una mejor pensión.

- d) **“Inicio Desfavorable”**: Se inicia la primera década en la acumulación con una secuencia de rendimientos adversa. Por fortuna, los siguientes 20 años en esta etapa son de prosperidad en los rendimientos. Este tipo de trayectoria es la tercera más frecuente (cerca de 22% del total). Afecta de modo marginal a todas las asignaciones estratégicas, aunque la conservadora —al igual que con todas las trayectorias— tiene la mayor probabilidad de ocurrencia de desastre. Por otro lado, los ajustes correctivos tienen beneficios poco notables.
- e) **“Conveniente”**: A pesar de que se llegan a presentar algunos problemas a lo largo de los años, éstos resultan ser de corto plazo y en general se tienen secuencias de rendimientos relativamente favorables durante los 30 años de acumulación. Este tipo de trayectoria es la penúltima en frecuencia (15% del total), además de que los ajustes correctivos tienen beneficios poco notables.

Haciendo un resumen del análisis anterior, se puede observar que la asignación de trayectoria descendente es la que mejor responde a los ajustes de conducción correctiva, lo cual se refleja en una mayor reducción en la probabilidad de ocurrencia del estado de desastre, mientras que la conservadora es la que ha resultado con la peor respuesta. Por otro lado, la asignación agresiva, presenta el mejor desempeño en las trayectorias tipo “Justo a Tiempo” (la más frecuente), pero resulta muy afectada en las tipo “Final Desfavorable” (la segunda más frecuente). Para esta

asignación estratégica deben considerarse su insuficiente respuesta a los ajustes correctivos y al nivel de tolerancia al riesgo de los trabajadores.

**Figura 20. Tipología de Trayectorias de Largo Plazo en el Rendimiento Accionario, para la Etapa de Acumulación**



Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de las trayectorias generadas en la simulación.

En la Figura 20 se observan trayectorias simplificadas para ilustrar la tipología propuesta. Se puede notar también que se indica la probabilidad con que se detectó la ocurrencia de cada uno de estos tipos en el total de las simulaciones. Por otro lado, en la Tabla 9 se destaca que los tipos de trayectoria “Nunca a Tiempo”, “Final Desfavorable” y “Justo a Tiempo” son los que

presentan mayores dificultades (en ese orden) para la gestión de riesgos, debido a la vulnerabilidad de los sistemas de ahorro-inversión durante el último segmento de la etapa de acumulación —los tres tipos combinados se presentaron en el 64% de las trayectorias simuladas (el Anexo D es similar a la Tabla 9, pero para condiciones deterioradas de rentabilidad).

**Tabla 9. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre según el Tipo de Trayectoria**

Escenario Rentabilidad Original		30%	12%	22%	22%	15%	100%	Total			
RAC 8.8%		119	48	88	87	58	400	Simulaciones			
Tipo de Asignación Estratégica de Activos (AEA)	Tipo "Justo a Tiempo"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento insuficiente; último lustro, rendimiento normal o excedido	Tipo "Nunca a Tiempo"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento insuficiente; último lustro, rendimiento insuficiente	Tipo "Final Desfavorable"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento normal o excedido; último lustro, rendimiento insuficiente	Tipo "Inicio Desfavorable"	Primera década, rendimiento insuficiente; siguientes dos décadas, rendimiento normal o excedido	Tipo "Conveniente"	Primera década, rendimiento normal o excedido; siguientes dos décadas, rendimiento normal o excedido	Total Estado DESASTRE (RF <15)
	SIN Ajustes:	Trayectoria Descendente	73 61.3%	35 72.9%	25 28.4%	9 10.3%	4 6.9%	146 36.5%	Total Prob Desastre		
AJUSTES Ahorro e Inversión:	Agresivo	34 28.6%	39 81.3%	38 43.2%	6 6.9%	2 3.4%	119 29.8%	Total Prob Desastre			
	Moderado	44 37.0%	42 87.5%	48 54.5%	9 10.3%	3 5.2%	146 36.5%				
	Conservador	86 72.3%	48 100.0%	76 86.4%	17 19.5%	14 24.1%	241 60.3%				
	Trayectoria Descendente	44 37.0%	35 72.9%	18 20.5%	8 9.2%	2 3.4%	107 26.8%				
Agresivo	27 22.7%	36 75.0%	33 37.5%	3 3.4%	2 3.4%	101 25.3%	Total Prob Desastre				
Moderado	33 27.7%	41 85.4%	38 43.2%	5 5.7%	3 5.2%	120 30.0%					
Conservador	61 51.3%	47 97.9%	66 75.0%	15 17.2%	11 19.0%	200 50.0%					

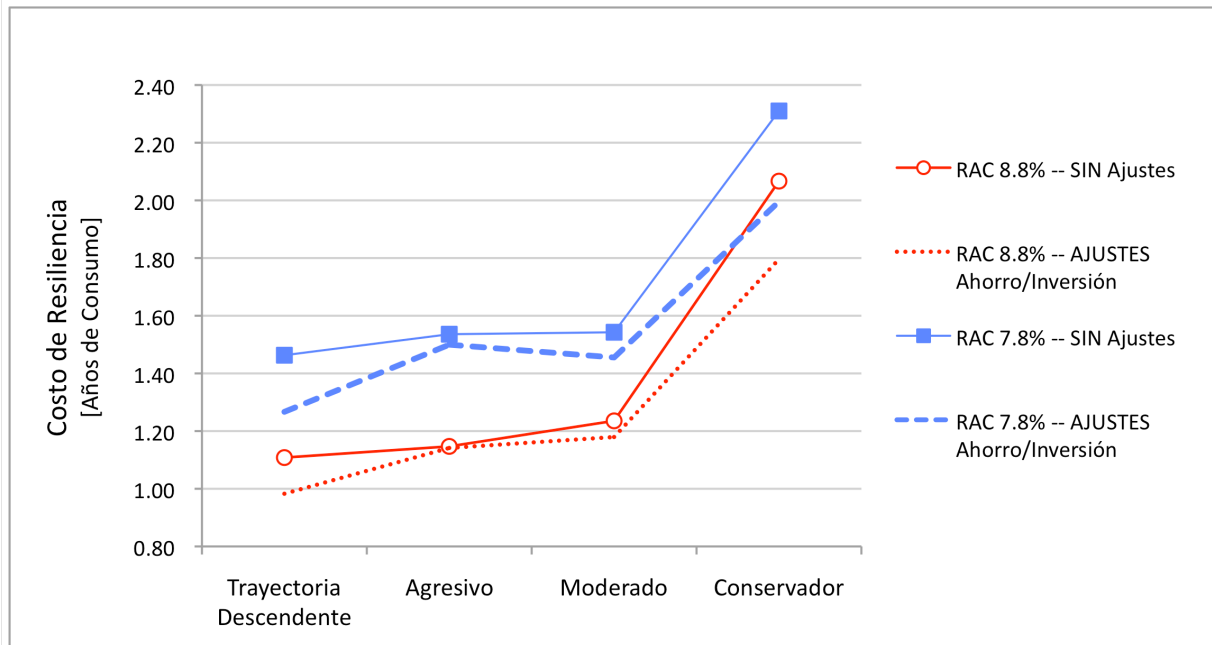
### IV.3.2 Sensibilidad del Costo de Resiliencia ante el Nivel de Rentabilidad

En la tabla y gráfica mostrados en la Figura 21 se identifican los dos componentes del Costo de Resiliencia, reflejando el daño funcional (DERF) y el costo de aseguramiento (CEPR). Se

observa que para el escenario original (datos históricos), con Rendimiento Real Anual Compuesto (RAC) de 8.8%, las cifras coinciden con las exhibidas en la Tabla 8. Se muestran también las cifras correspondientes a un escenario hipotético de rentabilidad deteriorada, con RAC de 7.8%, debido al efecto a largo plazo (34 años) de un menor desempeño medio y mayor volatilidad en el rendimiento anual del mercado accionario, con respecto a los niveles originales.

**Figura 21. Evaluación del Costo de Resiliencia: Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original y Deteriorada**

Tipo de Asignación Estratégica de Activos (AEA)	Desviación Esperada en la Razón de Fondeo [años] DERF						Costo de Resiliencia [años]			
	RAC 8.8%			RAC 7.8%			RAC 8.8%		RAC 7.8%	
	SIN Ajustes	AJUSTES Ahorro / Inversión	CEPR [años]	SIN Ajustes	AJUSTES Ahorro / Inversión	CEPR [años]	SIN Ajustes	AJUSTES Ahorro / Inversión	SIN Ajustes	AJUSTES Ahorro / Inversión
Trayectoria Descendente	1.11	0.83	0.16	1.46	1.10	0.17	1.11	0.98	1.46	1.27
Agresivo	1.15	0.99	0.16	1.54	1.33	0.17	1.15	1.14	1.54	1.50
Moderado	1.24	1.02	0.16	1.54	1.29	0.17	1.24	1.18	1.54	1.46
Conservador	2.07	1.64	0.16	2.31	1.83	0.17	2.07	1.80	2.31	2.00



Se puede notar en los resultados del escenario deteriorado (y sin ajustes tácticos en ahorro e inversión) que el Costo de Resiliencia presenta niveles mayores que los del escenario original. Esto es debido a que la menor rentabilidad en el mercado accionario reduce el potencial del valor terminal de la inversión, especialmente en las asignaciones de inversión con mayor exposición accionaria, como la agresiva (incrementando +34% su Costo de Resiliencia, 1.15 vs. 1.54 años de consumo, al comparar los escenarios original y deteriorado), seguido por la de trayectoria descendente (+32%), moderada (+25%) y conservadora (+12%).

Sin embargo, la utilización de ajustes tácticos permite mitigar el aumento en el Costo de Resiliencia (ya incluyendo el costo de aseguramiento CEPR) en todas las asignaciones de inversión analizadas: agresiva (incrementando +31% su Costo de Resiliencia, 1.14 vs. 1.50 años de consumo, al comparar los escenarios original y deteriorado), trayectoria descendente (+29%), moderada (+23%) y conservadora (+11%). No obstante, como se observa en la gráfica de la Figura 21, en las asignaciones de trayectoria descendente y conservadora se obtiene el mayor beneficio al recurrir a los ajustes tácticos, pues se logra una mayor reducción en el Costo de Resiliencia. Revisando esta métrica en el caso del escenario deteriorado (+7.8% RAC), en la trayectoria descendente la reducción es del -13% (1.46 vs. 1.27 años de consumo, al comparar el caso de no hacer ajustes vs. la alternativa de utilizarlos), debido a la instrumentación de la Gestión Correctiva, mientras que en la asignación conservadora la reducción es del -14%. Al mismo tiempo, en las asignaciones agresiva y moderada esta reducción es de solamente -2% y -6% respectivamente.

El efecto anterior se debe a que con las asignaciones de trayectoria descendente y conservadora no es posible aprovechar satisfactoriamente una recuperación en el mercado accionario durante la última parte de la acumulación (tras una tendencia desfavorable de mediano-largo plazo), al



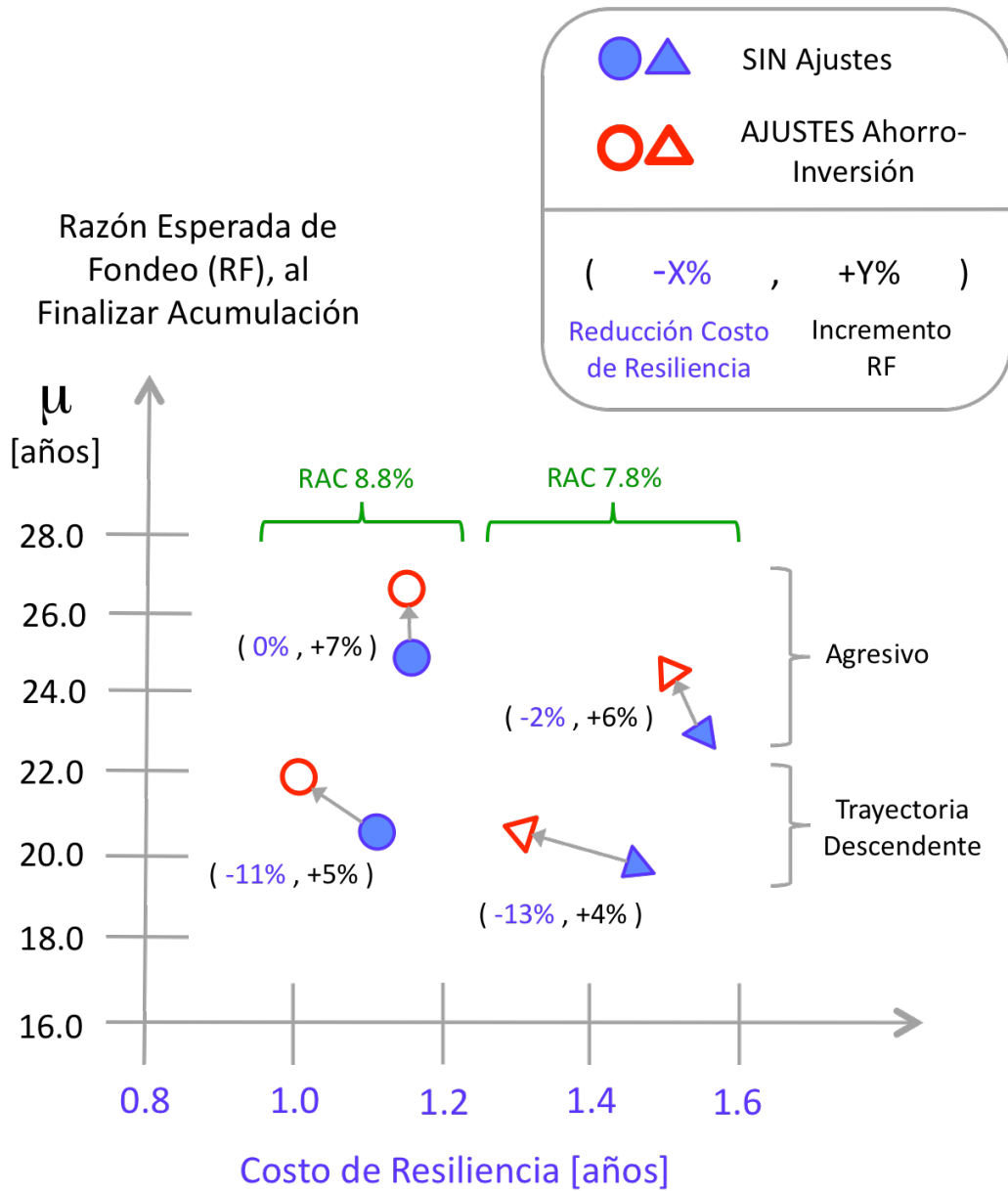
tener una baja exposición al riesgo accionario. Al recurrir a ajustes tácticos de ahorro e inversión, se tiene la posibilidad de acelerar la recuperación de la Razón de Fondeo de la pensión, a cambio de una mayor exposición temporal al riesgo accionario (llegando al 40% a partir de un 30% original, como indica la Tabla 5). Al mismo tiempo, en un caso opuesto, si después de que el mercado accionario hubiera tenido una tendencia muy favorable de mediano-largo plazo, para terminar la última parte de la acumulación con una tendencia negativa de corto plazo, la baja exposición accionaria durante este periodo de ambas asignaciones de inversión estratégicas, en combinación con una reducción táctica en el nivel de exposición (llegando al 20% a partir de un 30% original), permiten reforzar la disminución del impacto sobre la Razón de Fondeo.

La acción combinada de una aceleración en la recuperación y un reforzamiento en la protección de la Razón de Fondeo, mediante la instrumentación de la Gestión Correctiva, permiten que las asignaciones de trayectoria descendente y conservadora, a partir de un nivel de exposición accionario relativamente bajo, logren una significativa reducción en el Costo de Resiliencia. En contraste, en las asignaciones agresiva y moderada, al mantener un nivel de exposición accionario relativamente alto, los ajustes tácticos para acelerar la recuperación y reforzar la protección de la Razón de Fondeo durante la última parte de la acumulación, tienen un efecto menor sobre el Costo de Resiliencia.

En la Figura 22 se comparan las asignaciones agresiva y de trayectoria descendente, donde se observa la reducción en la Razón de Fondeo y el aumento en el Costo de Resiliencia para ambas asignaciones estratégicas, en las condiciones deterioradas, en comparación con los resultados en las condiciones originales. Se puede identificar que la asignación de trayectoria descendente tiene una mejor respuesta para reducir el Costo de Resiliencia que la agresiva (-13% vs. -2%, en condiciones deterioradas), tras la ejecución de los ajustes tácticos en el ahorro e inversión. De

esta forma, debido a sus efectos para incrementar la flexibilidad de respuesta y reducir la vulnerabilidad sistémica, se verifica la utilidad de la asignación de trayectoria descendente en la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión.

**Figura 22. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo, para Condiciones de Deterioro en la Rentabilidad**



### IV.3.3 Sensibilidad del Costo de Resiliencia ante el Nivel de Ahorro

La Tabla 10 y Figura 23 muestran información similar a la presentada en la Figura 21, comparando los resultados en DERF, CEPR y Costo de Resiliencia para dos niveles fijos alternativos de tasa de ahorro (6% y 8%), y el nivel meta de 7% incluyendo ajustes tácticos. En la parte superior de la Tabla 10 se muestra la situación del mercado accionario con los rendimientos históricos originales (RAC 8.8%), mientras que en la inferior se muestra el caso de rentabilidad deteriorada (RAC 7.8%).

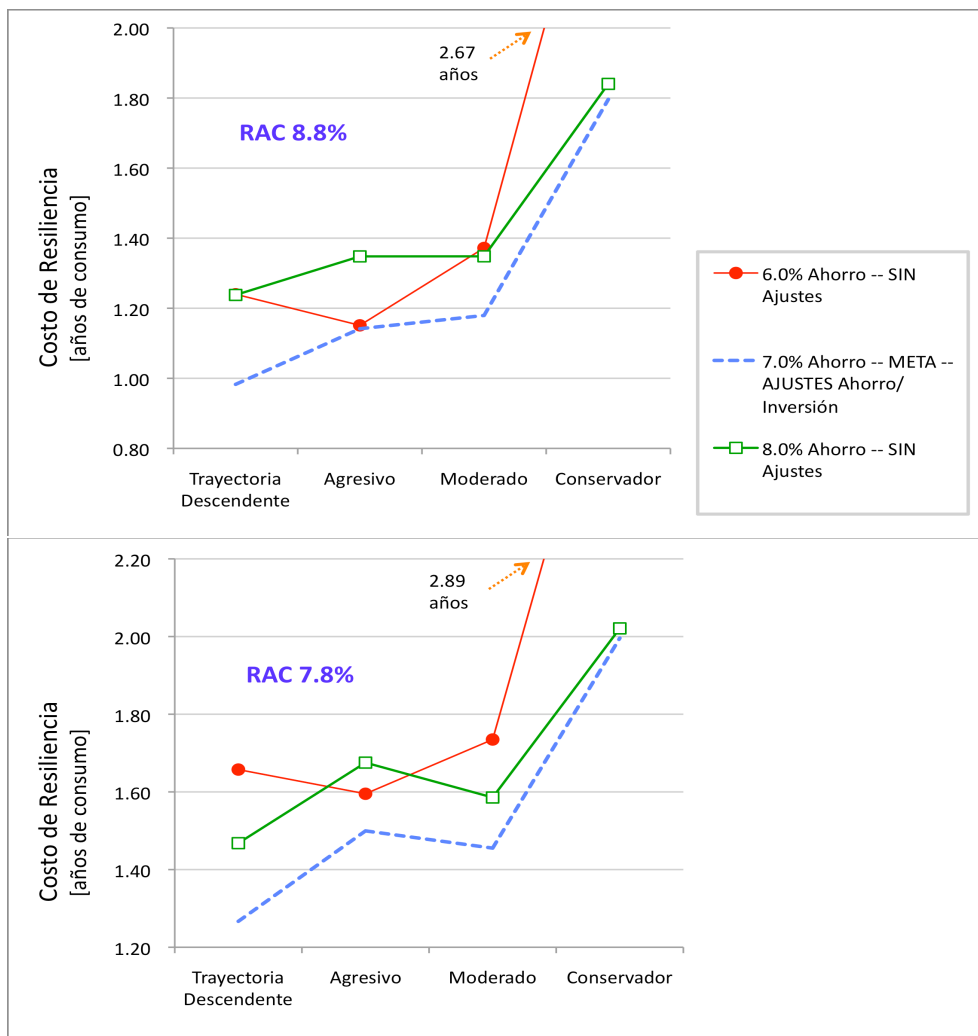
**Tabla 10. Evaluación del Costo de Resiliencia: Comparación entre Escenarios de Rentabilidad Original y Deteriorada, ante Cambios en el Ahorro**

Tipo de Asignación Estratégica de Activos (AEA)	RAC 8.8%									
	Desviación Esperada en la Razón de Fondo [años] (DERF)						Costo de Resiliencia [años]			
	6% Ahorro, SIN Ajustes	CEPR [años]	8% Ahorro, SIN Ajustes	CEPR [años]	7% Ahorro, AJUSTES Ahorro / Inversión	CEPR [años]	6% Ahorro, SIN Ajustes	8% Ahorro, SIN Ajustes	7% Ahorro, AJUSTES Ahorro / Inversión	
	Trayectoria Descendente	1.84	-0.60	0.64	0.60	0.83	0.16	1.24	1.24	0.98
Agresivo	1.75	-0.60	0.75	0.60	0.99	0.16	1.15	1.35	1.14	
Moderado	1.97	-0.60	0.75	0.60	1.02	0.16	1.37	1.35	1.18	
Conservador	3.27	-0.60	1.24	0.60	1.64	0.16	2.67	1.84	1.80	
	RAC 7.8%									
	Trayectoria Descendente	2.26	-0.60	0.87	0.60	1.10	0.17	1.66	1.47	1.27
	Agresivo	2.20	-0.60	1.08	0.60	1.33	0.17	1.60	1.68	1.50
	Moderado	2.33	-0.60	0.99	0.60	1.29	0.17	1.73	1.59	1.46
	Conservador	3.49	-0.60	1.42	0.60	1.83	0.17	2.89	2.02	2.00

Para calcular el monto del Costo Esperado de Protección y Restablecimiento (CEPR) para los niveles fijos de ahorro del 6% y 8%, se recurre al siguiente procedimiento (con base en el marco propuesto de evaluación de estrategias de ahorro-inversión): i) para cada trayectoria generada, se

suma el ahorro anual (para una tasa fija de ahorro del 6% o del 8%) resultante durante los 30 años de acumulación; ii) este monto se resta del nivel de referencia, que consiste en el ahorro acumulado sin ajustes (tasa meta del 7%); iii) la diferencia obtenida —monto negativo para la tasa de ahorro del 6%, debido a que implica un incremento en el nivel de consumo anual durante la acumulación, y positivo para la tasa del 8%, pues implica un incremento en la formación de reservas— se divide entre el nivel requerido de pensión, quedando en las mismas unidades que la Razón de Fondo; iv) este esfuerzo adicional de ahorro se suma con el calculado en cada trayectoria, y al dividir este monto entre el total de simulaciones, se obtiene CEPR.

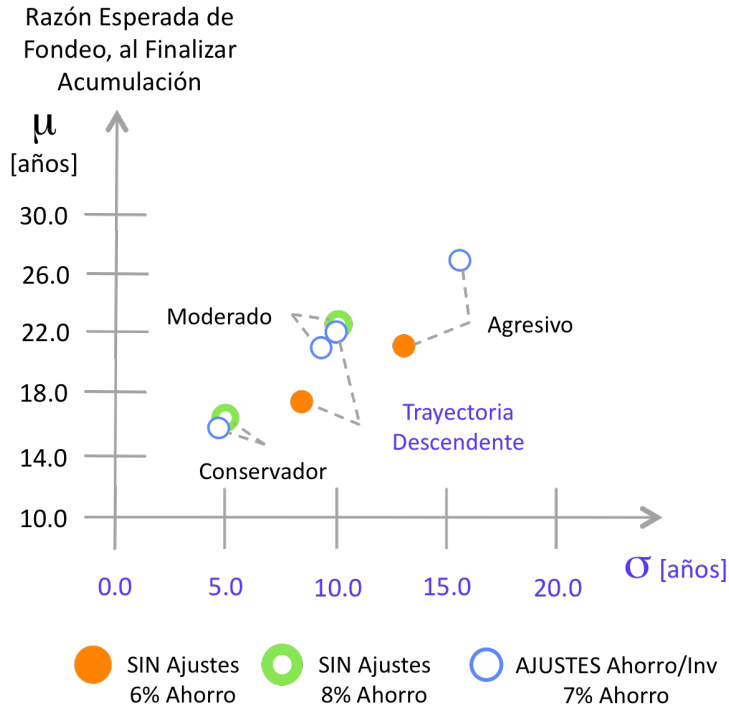
**Figura 23. Comparación del Costo de Resiliencia ante Cambios en el Ahorro**



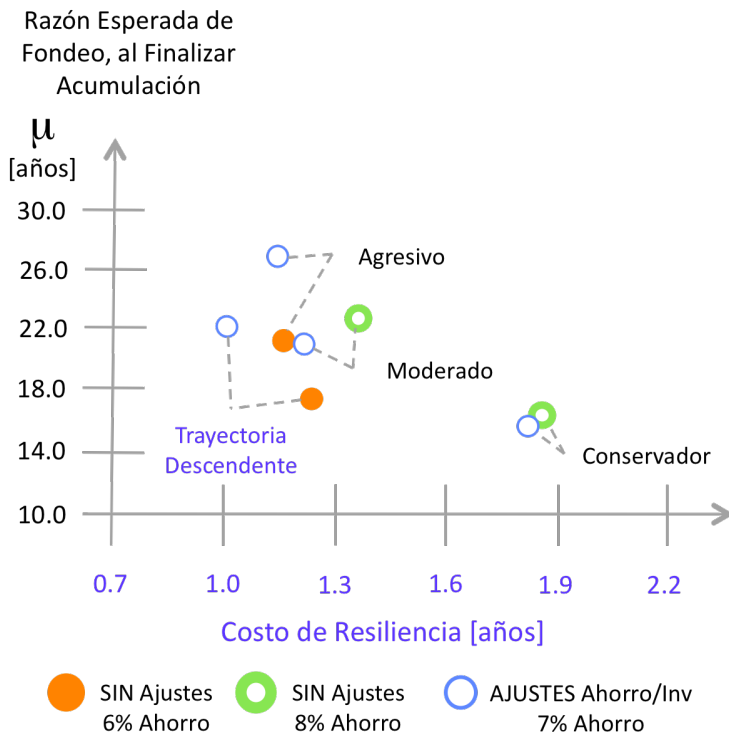
Se puede observar en la Figura 23, para ambas gráficas, que incorporar ajustes de Gestión Correctiva permite mejores resultados que en el caso de no realizar ajustes, para los cuatro tipos de Asignación Estratégica de Activos revisados. Asimismo, se nota que, aun cuando el nivel fijo de ahorro del 6% permite reducir el Costo de Resiliencia al mostrar un CEPR negativo, al mismo tiempo es más susceptible ante condiciones deterioradas en la rentabilidad, especialmente si se combina con la asignación agresiva. En el caso contrario, el nivel fijo de ahorro del 8%, aunque permite incrementar las reservas de ahorro para mitigar el impacto en la Razón de Fondeo de la pensión (RF) ante condiciones deterioradas en la rentabilidad, de forma simultánea su mayor CEPR tiende a incrementar el Costo de Resiliencia.

A continuación, en las Figuras 24 y 25 se comparan tres estrategias de ahorro-inversión alternativas: tasa fija de ahorro menor a la meta, sin emplear ajustes tácticos en el ahorro e inversión (para las asignaciones de inversión agresiva y de trayectoria descendente); tasa fija de ahorro mayor a la meta, sin emplear ajustes tácticos (para las asignaciones moderada y conservadora); y tasa meta de ahorro, empleando ajustes tácticos (para los cuatro tipos de Asignación Estratégica de Activos). Se observa en la Figura 24, que la medición del riesgo se basa en el criterio de minimizar las fluctuaciones (volatilidad) en el nivel requerido de pensión (Walker, 2009). Como se comentó previamente, este marco no permite distinguir claramente la dominancia entre las distintas estrategias. Por otro lado, la Figura 24, que asocia el riesgo con el Costo de Resiliencia (con fundamento en el marco de evaluación propuesto en esta tesis), permite identificar la dominancia entre las distintas líneas de acción alternativas —i.e. una estrategia con mayor RF puede dominar a otra, especialmente si también tiene un menor Costo de Resiliencia.

**Figura 24. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Desviación Estándar) en la Razón de Fondeo**



**Figura 25. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondeo**



Con la finalidad de verificar la hipótesis, tras examinar con atención los resultados mostrados en la Figura 25, a continuación se destacan los siguientes aspectos:

- a) Se puede notar que la estrategia alternativa basada en una asignación conservadora (que se le denominará como estrategia “Óptima-Menor”), con una tasa fija de ahorro del 8% (arriba del nivel meta de 7%), sin flexibilidad en los niveles de ahorro e inversión, aparenta contar con los elementos característicos del enfoque de planeación eficientista, al intentar minimizar la volatilidad de la inversión (o tal vez, de la volatilidad del nivel esperado de pensión), e intentando compensar los menores rendimientos potenciales mediante un mayor esfuerzo de ahorro —en este caso, en el límite de lo que se podría aportar, de acuerdo con el planteamiento original del ejercicio de análisis aplicado—, que implica menos recursos para el consumo del trabajador durante la acumulación. Se puede asumir entonces que el marco para tomar decisiones se basa en el criterio de reducir la volatilidad en el nivel de pensión, (como se muestra en la Figura 24).
- b) La estrategia alternativa basada en una asignación agresiva (que se le denominará como estrategia “Óptima-Mayor”) <sup>56</sup>, con una tasa fija de ahorro del 6% (debajo del nivel objetivo de 7%), sin flexibilidad en los niveles de ahorro e inversión, aparenta ser la estrategia opuesta a la anterior, y también parece contar con elementos típicos del enfoque de planeación eficientista, al intentar maximizar los rendimientos esperados de la inversión, a cambio de un mayor nivel de consumo del trabajador durante la etapa de acumulación —al asignar menos recursos hacia el ahorro para el retiro—, por lo que reduce su capacidad para

---

<sup>56</sup> Se debe tener presente que los dos casos ilustrados (Óptima-Menor y Óptima-Mayor) se construyeron de forma idealizada para identificar claramente las características del enfoque de planeación eficientista que representan, y así mejorar la comprensión del análisis.

acumular reservas de contingencia. En este caso, es aparente que el marco para tomar decisiones se encuentra basado en el criterio de reducir la probabilidad de que la inversión acumulada resulte inferior al nivel mínimo requerido (Cannon y Tonks, 2013), en que la asignación agresiva parece dominar consistentemente a las otras asignaciones (como se ilustra en la Figura 18).

- c) Para incrementar la flexibilidad de respuesta sistémica, la gestión de riesgos puede instrumentar estrategias que incorporen ajustes en los niveles de ahorro e inversión. La flexibilidad en el ahorro permite incrementar el ahorro por encima del nivel meta (8% máximo vs. 7% meta) en caso de necesitarse incrementar las reservas —e.g. tras una secuencia negativa de rendimientos—, aunque a costa de reducir el nivel de consumo del trabajador en la acumulación, mientras dure el estado de recuperación (como se explica en el modelo de activación de la Gestión Correctiva). También se tiene disponibilidad para ejecutar ajustes en la inversión, mediante la Asignación Táctica de Activos. Estas estrategias alternativas se pueden emplear en combinación con las asignaciones de inversión agresiva y de trayectoria descendente (a las que se denominará respectivamente como “Flex-Mayor” y “Flex-Robusta”), para de esta forma dominar a las otras estrategias revisadas<sup>57</sup>.
- d) Con respecto a la estrategia Óptima-Menor, ésta es dominada en todos los casos por las otras (en desempeño y riesgo), además de que el valor terminal esperado de la Razón de Fondo se encuentra muy cerca del nivel de desastre (definido como 15 años de consumo). Por lo

---

<sup>57</sup> La denominación de “Robusta” se debe a que su asignación estratégica de activos está orientada hacia la reducción de la vulnerabilidad sistémica ante las secuencias negativas de rendimiento —como es el caso de los últimos años de la etapa de acumulación—. Sin embargo, a pesar de su robustez, esta estrategia es también flexible, lo que le permite una favorable respuesta para reducir efectos adversos. Esto confirma que robustez no es equivalente de rigidez, cuando se le permite margen de maniobra para ejecución de ajustes correctivos.



tanto, esta estrategia es totalmente inefectiva. A su vez, la estrategia Óptima-Mayor es dominada por las estrategias Flex-Mayor y Flex-Robusta, estando ambas empatadas entre sí, pues la primera domina en el valor esperado de la Razón de Fondeo, mientras la segunda domina en el nivel de riesgo, por tener menor Costo de Resiliencia.

- e) Se ha concluido que Óptima-Menor es una estrategia inefectiva, sin embargo, podría suponerse que fuera posible convencer al trabajador y/o a los gestores del fondo de pensiones sobre la conveniencia de sustituir su marco de análisis basado en la optimización, por el del Costo de Resiliencia. En este caso, eligiendo la asignación moderada, en lugar de la conservadora (que implicaría destinar 50% de la inversión hacia el mercado accionario, en lugar de solamente 30%), mejorarían significativamente el valor esperado de la Razón de Fondeo y su nivel de riesgo. Por otra parte, en el caso de la estrategia Óptima-Mayor, no daría resultados reducir su exposición en el mercado accionario, ya que por su bajo potencial para acumular reservas mediante el ahorro, requiere compensación a través de un alto potencial de rendimientos (y al mismo tiempo, mayor riesgo de inversión). Además, debido a su rigidez, en caso de invertirse por medio de una asignación de trayectoria descendente, no podría hacer ajustes correctivos para mitigar los efectos adversos de secuencias de rendimiento desfavorables, como los que se presentan en las trayectorias de tipo “Justo a Tiempo” y “Final Desfavorable”.
- f) Tras el análisis de los resultados de la simulación, es posible concluir que los ajustes de Gestión Correctiva, basados en estrategias alternativas orientadas hacia la protección y restablecimiento del desempeño de un sistema de ahorro-inversión, efectivamente permiten reducir el Costo de Resiliencia, lo cual equivale a fortalecer la resiliencia sistémica (Vugrin et al., 2011). Por otro lado, la asignación de trayectoria descendente, al reducir la

vulnerabilidad de la inversión precisamente cuando más se requiere —durante el último segmento de la etapa de acumulación—, permite aprovechar mejor estos ajustes tácticos para reducir el Costo de Resiliencia.

- g) Se destaca que una asignación agresiva —en la que se busca maximizar el monto acumulado— tiene una respuesta insuficiente ante los ajustes de la Gestión Correctiva, además de que aumenta la vulnerabilidad de la inversión ante secuencias negativas de rendimientos durante la última parte de la acumulación. Asimismo, una asignación conservadora —en la que se busca minimizar la volatilidad de corto plazo en la inversión—, desde la perspectiva de un marco basado en el Costo de Resiliencia, tiene un factor de riesgo elevado, reflejado como una significativa probabilidad de no lograr acumular los recursos suficientes para un financiamiento viable del consumo en el retiro.
- h) Un enfoque de planeación adaptativa, orientado hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica —mediante el empleo de estrategias que incrementen su flexibilidad de respuesta y mitiguen su vulnerabilidad ante secuencias desfavorables de rendimientos—, permiten una gestión de riesgos más efectiva que el enfoque de planeación eficientista, al aumentar el nivel terminal esperado en la inversión y al mismo tiempo reducir el riesgo de que un sistema de ahorro-inversión no alcance su finalidad de acumular los recursos necesarios para un financiamiento viable del consumo requerido por el trabajador en el retiro. Al enfocarse la gestión de riesgos en instrumentar estrategias que reduzcan el Costo de Resiliencia, permite reducir eficientemente la ocurrencia y magnitud de desviación en el nivel mínimo requerido en la Razón de Fondeo de la pensión.

## **CAPÍTULO V**

### **HACIA UNA GESTIÓN DE RIESGOS MÁS EFECTIVA DE LOS SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN**

#### **V.1 CONCLUSIONES**

Resolver oportunamente la crisis de las pensiones es uno de los desafíos más urgentes para México y el mundo. Se debe evitar el escenario catastrófico para las siguientes décadas en el que gran parte de la población llegue a la vejez en situación de pobreza. Se trata de una compleja cuestión a nivel macroeconómico que requiere considerables reformas y esfuerzos que combinen el compromiso y participación de toda la sociedad, con implicaciones sociales, económicas, políticas y técnicas, entre otras. Las acciones para la solución a esta crisis requieren la inversión de enormes recursos, pero no llevarlas a cabo implicaría enfrentar pérdidas profundas e irreversibles. La presente tesis se ha insertado en la búsqueda de soluciones a esta problemática al nivel microeconómico, ubicando su estudio específicamente en la gestión de riesgos en la inversión de planes privados de ahorro voluntario para el retiro (sistemas de ahorro-inversión)<sup>58</sup>.

A partir de un diagnóstico de viabilidad sistémica, considerando las deficiencias identificadas en la literatura sobre la práctica de la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, se encontró que existen anomalías en la interacción entre los elementos sistémicos de conducción, producidos por la hipertrofia del componente de control afectando el desempeño de las funciones de inteligencia, lo que conlleva hacia un énfasis desproporcionado en la eficiencia funcional a

---

<sup>58</sup> Se parte del conocimiento de que México requiere urgentemente instrumentar políticas públicas adecuadas, que mejoren la estructura y funcionamiento del sistema de pensiones, permitiéndole ser económicamente viable, al mismo tiempo que justo.

expensas del requerimiento de diversidad de recursos necesarios para la adaptabilidad del sistema. De forma similar, se encontraron fallas al nivel de los elementos operativos, debido a una predominancia del componente de inversión sobre el de ahorro, afectando también a la interacción entre ambas funciones. Se concluyó que estas deficiencias son el resultado de emplear un enfoque de planeación eficientista, el cual resulta inadecuado para enfrentar la complejidad del entorno socioeconómico, al estar guiado principalmente hacia la predicción y optimización —al reducirse opciones y recursos de reserva se producen condiciones de rigidez en el sistema para poder enfrentar situaciones inesperadas—. En concordancia con el marco sistémico-cibernético, para enfrentar adecuadamente la complejidad del entorno y reducir la vulnerabilidad ante cambios imprevistos, la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión debe fundamentarse en un enfoque de planeación adaptativa —guiada hacia el desarrollo de la diversidad, redundancia y versatilidad en los componentes, opciones y/o funciones sistémicos.

Durante la revisión de la literatura sobre pensiones y planeación para el retiro, además de la detección de fallas en la práctica en la gestión de riesgos, también se encontraron algunas propuestas de mejora del proceso, que implícitamente contemplan aspectos vinculados con la adaptabilidad y resiliencia sistémicas —e.g. flexibilidad, reservas de contingencia y diversificación, entre otros—. En consecuencia, estas posturas se consideraron adecuadas para servir de referencia en la formulación de un marco para la gestión de riesgos en sistemas de ahorro-inversión, basado en un enfoque adaptativo.

La anterior explicación elabora brevemente sobre el desarrollo del planteamiento del problema y objetivo de investigación, el cual se alcanzó mediante el respaldo de una metodología fundamentada en elementos de planeación sistémica. De esta forma, fue posible definir los componentes de conducción planificada y correctiva del proceso de gestión, con apoyo de

distintos modelos prescriptivos de tipo estructural y funcional. Dentro del componente de conducción planificada, para la función del diseño de soluciones, se planteó un marco para la evaluación de estrategias de ahorro-inversión, basado en el Costo de Resiliencia. Dado que esta métrica de riesgo implica una medición ex-post del daño en el desempeño del sistema provocado por secuencias desfavorables de rendimientos, así como el efecto de utilizar estrategias que permitan proteger y restablecer su funcionamiento —al ser la resiliencia una propiedad sistémica emergente—, se recurrió al análisis de simulación para cuantificar la ocurrencia y magnitud del daño, así como el costo de reducirlo.

Es necesario precisar que la finalidad del análisis de simulación propuesto consiste en servir como una herramienta de indagación, sin intención predictiva, en apoyo de un enfoque de planeación adaptativo, que permita comprender bajo qué circunstancias se pueden utilizar distintas estrategias en la formulación de planes de contingencia y de respuesta, que mejoren la capacidad de respuesta de los sistemas de ahorro-inversión en un entorno turbulento. Asimismo, el análisis de simulación es una herramienta de investigación adecuada para el desarrollo de la tesis, que facilita la comprensión de los efectos en la viabilidad financiera de un hipotético plan para el retiro, debido a la utilización de distintas estrategias de ahorro-inversión. Lo anterior es especialmente significativo, dado que los procesos de ahorro e inversión para el retiro ocurren en un horizonte de décadas, mientras que la simulación permite generar eficientemente múltiples escenarios. Además, los errores de gestión pueden tener consecuencias irreversibles y graves en los recursos económicos para el retiro de los trabajadores, por lo que la simulación permite probar distintas intervenciones hipotéticas en la gestión, sin afectar su situación financiera.

El Costo de Resiliencia, a diferencia de otras métricas de riesgo, describe de forma integral la ocurrencia y magnitud de impacto en la Razón de Fondeo de la pensión, debido a secuencias

desfavorables de rendimientos, además del grado de eficiencia en su reducción. Permite evaluar las estrategias por su contribución en la mitigación de desviaciones graves con respecto al nivel mínimo requerido de recursos acumulados (que aseguren la viabilidad financiera del plan), así como por el esfuerzo adicional de ahorro derivado de su utilización. Por lo tanto, la disminución del Costo de Resiliencia refleja el beneficio de emplear estrategias que eficientemente incrementen la flexibilidad de respuesta en sistemas de ahorro-inversión y moderen su susceptibilidad a caer en estado de desastre, como resultado de un proceso adaptativo de gestión de riesgos que los guía hacia el fortalecimiento de su resiliencia.

A partir de los resultados del análisis aplicado, se puede señalar que, para la acumulación de los recursos mínimos que aseguren un financiamiento viable de la pensión requerida por el trabajador, se requiere una asignación agresiva durante la mayor parte del horizonte de ahorro, que genere rendimientos suficientes que compensen su precaria capacidad de ahorro. Sin embargo, durante la última parte de la acumulación, la inversión se torna más susceptible ante la volatilidad de corto-mediano plazo en los rendimientos, implicando que un plan de ahorro para el retiro que haya mantenido un satisfactorio desempeño (tras haber gozado de secuencias muy favorables de rendimientos), podría en este último segmento sufrir un grave desplome en su Razón de Fondeo, difícil de restablecer oportunamente. Un plan puede mitigar esta vulnerabilidad mediante la habilidad para reducir su exposición en el mercado accionario durante esta última fase. Similarmente, un plan con un desempeño infructuoso por haber sufrido previamente rendimientos desfavorables, podría perder su última oportunidad de recuperación para alcanzar una adecuada Razón de Fondeo, por lo que disponer de flexibilidad para incrementar la exposición accionaria durante este periodo, permite acelerar su potencial de recuperación.

Asimismo, la asignación de trayectoria descendente permitiría un mejor balance de protección y recuperación para el último tramo de la acumulación, comparado con la asignación agresiva, por mostrar menores Costo de Resiliencia y riesgo catastrófico, así como presentar una adecuada respuesta por la utilización de estrategias dinámicas. En general, los trabajadores cercanos a su retiro preferirán asegurar el nivel de recursos logrados con tanto esfuerzo, que la alternativa de maximizar su pensión con la incertidumbre de afectar seriamente su plan para el retiro. Por lo tanto, deberían elegir una asignación de trayectoria descendente, diseñada para una exposición agresiva durante la mayor parte de la acumulación, con posibilidad de realizar ajustes tácticos de ahorro-inversión ante un entorno cambiante.

Se comprobó también que, las estrategias dirigidas a simultáneamente minimizar el ahorro y maximizar el rendimiento esperado de inversión obtuvieron resultados desfavorables en el desempeño esperado y riesgo, por lo que se encuentran dominadas por estrategias orientadas a incrementar la flexibilidad del ahorro y la inversión, las cuales produjeron simultáneamente una mayor Razón de Fondeo y menor Costo de Resiliencia. De forma similar, las estrategias dirigidas a minimizar la volatilidad de corto plazo en la inversión, son dominadas tanto en desempeño esperado como en riesgo. Incluso cuando se intenta mitigar este efecto de la volatilidad mediante un ahorro fijo mayor que el nivel meta, la reducción del impacto no fue suficiente para compensar por el mayor costo de aseguramiento resultante. También se confirmó que, en el supuesto de utilizar condiciones deterioradas en los parámetros de rendimiento y volatilidad para la simulación del comportamiento del mercado accionario, el efecto sobre el Costo de Resiliencia por la utilización de estrategias basadas en un enfoque adaptativo fue menos adverso que por aquellas que reflejan un enfoque eficientista.

Finalmente, los resultados confirman que el enfoque de planeación adaptativo permite una gestión de riesgos más efectiva en sistemas de ahorro-inversión que el enfoque eficientista, pues tanto el empleo de estrategias orientadas a incrementar su flexibilidad de respuesta (e.g. ajustes tácticos de ahorro y/o inversión), como aquellas dirigidas a moderar su vulnerabilidad ante secuencias desfavorables de rendimientos (e.g. asignación estratégica de trayectoria descendente), permiten reducir el Costo de Resiliencia, al mismo tiempo que incrementan el valor esperado de la Razón de Fondeo. Por lo tanto, el enfoque adaptativo permite fortalecer la resiliencia y mejorar el desempeño de los sistemas de ahorro-inversión, de acuerdo con el planteamiento de la hipótesis.

## **V.2 RECOMENDACIONES**

Tras el análisis de los resultados, debe quedar claro que un enfoque de planeación adaptativa, orientado hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica, es el adecuado para el aseguramiento de la viabilidad financiera en sistemas de ahorro-inversión. Se puede considerar que, además de su incorporación en planes de pensiones privados, con sus adecuaciones también es posible aplicarlo en la gestión de planes financieros individuales para el retiro —mediante el apoyo de asesores profesionales que apoyen al trabajador en el proceso—. En este sentido, se puede afirmar que los fondos de pensiones, públicos y privados, deberían revisar cuidadosamente las implicaciones que un enfoque adaptativo, orientado hacia el fortalecimiento de la resiliencia sistémica, tendría para sus procesos de gestión de riesgos, pues se puede percibir un significativo potencial para mejorar la práctica de esta actividad: de forma más efectiva, asegurar un financiamiento viable del consumo requerido por sus trabajadores durante el retiro laboral.

Aunque la anterior recomendación aplica al nivel microeconómico, se debe considerar también el efecto en el entorno sistémico transaccional (e.g. en el plano financiero o regulatorio) de los



fondos de pensiones, donde interactúan entre sí y con otros inversionistas institucionales (e.g. bancos, sociedades de inversión o aseguradoras), por ser del interés de los organismos regulatorios de cualquier país. En el caso de los sistemas financieros, éstos requieren diversidad en la forma en que sus elementos gestionan sus propios riesgos, con la finalidad de mejorar su resiliencia a nivel macroeconómico, los sistemas financieros. Por el contrario, cuando todos los elementos gestionan sus riesgos en forma homogénea, la pérdida de diversidad provoca que los sistemas se tornen frágiles<sup>59</sup>. Por esta razón —como se menciona previamente en el desarrollo de la tesis—, los fondos de pensiones deben gestionar sus riesgos de forma distinta de los bancos, al aprovechar que a corto plazo, sus riesgos de liquidez y de mercado son menores.

Lo anterior equivale a que cada fondo de pensiones gestione sus riesgos con fundamento en el enfoque de planeación adaptativo, permitiéndoles funcionar como “amortiguadores” (o formadores de mercado) en los sistemas financieros, por su mayor capacidad para absorber riesgos a largo plazo, en combinación con el efecto por los ajustes de conducción correctiva (e.g. asignación táctica de activos), actuando en el mercado de forma contracíclica: comprando cuando otros inversionistas institucionales requieran vender y vendiendo cuando otros estén interesados en comprar.

### **V.3 FUTURAS INVESTIGACIONES**

Al centrarse el estudio al nivel conceptual y estratégico, con la finalidad de mejorar la comprensión, se ha dado preferencia hacia la parsimonia en el diseño de los modelos analíticos y de los supuestos considerados. Podría ser de utilidad en futuras investigaciones la utilización de

---

<sup>59</sup> Debido a que los elementos del sistema están forzados a reducir sus riesgos al mismo tiempo, causando devastadoras reacciones en cadena (Persaud, 2011) —por la retroalimentación positiva generada entre los activos financieros que se vuelven más riesgosos y los elementos intentando venderlos para protegerse.

modelos alternativos basados en otros supuestos y perspectivas, aplicados a otros contextos, o centrados al nivel táctico y/o de implementación, que permitan confirmar los resultados y conclusiones obtenidos, como se explica más adelante. Por otra parte, la tesis se enfoca en la etapa de acumulación, tomando en consideración el México actual, en cuyos fondos de pensiones la mayor parte de las personas suscritas son empleados activos, por lo que atender esta etapa debería tener prioridad. Sin embargo, debido a las tendencias demográficas y socioeconómicas, durante las siguientes décadas se incrementará la proporción de adultos mayores entre la población total. Por esta razón, sería conveniente aplicar el marco de gestión de riesgos propuesto —tomando en cuenta las adecuaciones requeridas; e.g. flujos de efectivo para cubrir el consumo del trabajador, en lugar de flujos de ahorro— para una futura investigación centrada en la etapa de desacumulación (retiro laboral), que incluyera también las importantes decisiones que se deben tomar para lograr una transición exitosa desde la etapa de acumulación.

Otra línea de investigación pertinente podría enfocarse también en la etapa de acumulación, pero con la finalidad de extender el marco y ejercicio de análisis no solamente hacia los trabajadores que inician su plan de pensiones, sino incluso para aquellos que ya cuentan con alguna inversión y/o que están iniciando a una edad más madura. También podría investigarse sobre los efectos de incorporar productos derivados financieros y seguros (e.g. opciones financieras y seguros de renta vitalicia). Por otro lado, otro tipo de estudio podría considerar definir tipologías de trabajadores para extender el análisis hacia los distintos casos relevantes (e.g. por género, situación económica, estado civil, tolerancia al riesgo o expectativas personales para el retiro). Sería también de utilidad otros tipos de estudio centrados en la utilización de distintos modelos para el análisis de simulación, que permitan la generación de secuencias de rendimientos de

inversión basadas en otros supuestos o perspectivas<sup>60</sup>. Adicionalmente, algunas líneas de investigación, centradas en el nivel táctico y operativo, podrían hacer algunos supuestos con respecto a los efectos de las comisiones en las transacciones de inversión y de la normatividad fiscal. Se explicó que la tesis se ha centrado principalmente al nivel estratégico, por lo que sería conveniente desarrollar trabajos de tipo investigación-acción centrados en la implantación y/o la operación del marco propuesto para la gestión de riesgos, aplicado a un caso real o hipotético.

Tomando en consideración que una de las dificultades en la elaboración de la tesis tiene su origen en la insuficiencia de historia en los datos estadísticos para el análisis de simulación —tomando en consideración que un horizonte del ciclo de vida financiero tiene una duración de décadas (con 20-40 años en la acumulación, 10-30 en la desacumulación)—, sería útil aplicar y adecuar el marco propuesto de gestión de riesgos en las condiciones de países que dispongan de amplia historia en sus datos estadísticos, como es el caso de Estados Unidos o de algunos países europeos. Esto permitiría revisar la validez interna (debido a la mayor amplitud de datos) y externa (por su potencial de generalización) del marco de gestión de riesgos propuesto.

---

<sup>60</sup> Collins et al. (2015a) recomiendan la utilización de varios tipos de modelos, para aumentar el nivel de confianza sobre los resultados de un análisis de simulación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff, R. (1971). "Towards a System of Systems Concepts". *Management Science*.
- Ackoff, R. (1972). "Un Concepto de Planeación de Empresas". Editorial Limusa.
- Aldunce, P.; Beilin, R.; Handmer, J.; Howden, M. (2014). "Framing disaster resilience". *Disaster Prevention and Management*, 23 (3), 252-270.
- Alonso, J.; Hoyo, C.; Tuesta, D. (2014). "Un Modelo para el Sistema de Pensiones en México: Diagnóstico y Recomendaciones". BBVA Research.
- Alonso-Reyes, P. (2012). "Políticas Públicas de Pensiones en México para las Personas sin Capacidad de Ahorro". Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.
- Ashby, R. (1962). "Principles of the self-organizing system". *E:CO Special Double Issue*, Vol. 6.
- Baubion, C. (2013). "Strategic Crisis Management". Organisation for Economic Co-operation and Development. High Level Risk Forum. 13-14 Dec. 2012. France.
- Benson, R.; Shapiro, R.; Smith, D.; Thomas, R. (2013). "A Comparison of Tail Risk Protection Strategies in the U.S. Market". *Investment Strategies. Alternative Investment Analyst Review*.
- Berstein, S.; Chumacero, R. (2008). "Risk-Based Regulation and Supervision of Pension Funds in Mexico", dentro de "Risk-Based Supervision of Pension Funds: Emerging Practices and Challenges". The World Bank.
- Berstein, S. (2013). "Riesgo Financiero, Volatilidad e Inversiones de los Fondos de Pensiones". Superintendencia de Pensiones. Chile. [www.spensiones.cl](http://www.spensiones.cl)
- Blanchett, D.; Frank, L. (2009). "A Dynamic and Adaptive Approach to Distribution Planning and Monitoring". *Journal of Financial Planning*, April 2009
- Blome, S.; Fachinger, K.; Franzen, D.; Scheuenstuhl, G.; Yermo, J. (2007). "Pension Fund Regulation and Risk Management: Results from and ALM Optimization Exercise". OECD

- Working Paper on Insurance and Private Pensions. Organization for Economic Cooperation and Development. France.
- Brugger, S.; Ortiz-Calisto, E. (2011). "Stock Markets and their relationship with the Real Economy in Latin America". *Revista Latinoamericana de Economía*. Vol. 43 (168).
- CAIA (2013). "Pension Fund Portfolio Management" in "Advanced Core Topics in Alternative Investments". Chartered Alternative Investment Analyst Association (CAIA).
- Cannon, E.; Tonks, I. (2013). "The Value and Risk of Defined Contribution Pensions Schemes: International Evidence". *The Journal of Risk and Insurance*. UK. 2013, Vol. 80, No. 1.
- Church, C.; Agrawal, M.; Mehler, J. (2012). "Resilience Profiles: One Approach does not fit all". Analytic Services Inc. (ANSER).
- Collins, P.; Lam, H.; Stampfli, J. (2015a). "How Risky is your Retirement Risk Model?". Social Science Research Network. Available at SSRN 2548651 (2015).
- Collins, P.; Lam, H.; Stampfli, J. (2015b). "Longevity risk and retirement income planning". *Research Foundation Literature Reviews*, 10 (2), 1-98.
- CONSAR (2012). "Encuesta de Trayectorias Laborales (2012)". Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. México. [www.consar.gob.mx](http://www.consar.gob.mx)
- CONSAR (2013). "Estadísticas del Registro Electrónico de Planes Privados de Pensiones 2013". Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. Octubre, 2013.
- CONSAR (2014). "Reporte de Planes Privados de Pensiones". Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. Boletín de Prensa No. 23/2014. Septiembre, 2014.
- CONSAR (2015). "Diagnóstico del Sistema de Pensiones Mexicano". Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. Junio 2015.

- Davis, R. (2012). “The Tracker Plan: A Controlled Risk Defined-Contribution Retirement Program”. Dentro de “The Pension Forum”, Dec. 2012 – Vol. 19, No. 1. Society of Actuaries.
- diBartolomeo, D. (2012). “The Ten Fundamentals of Pension Fund Risk Management”. Northfield Research. [www.northinfo.com](http://www.northinfo.com)
- diBartolomeo, D.; Minahan, J. (2014). “Risk Management for Public Pension Funds: Still Trying to Not Waste the Crisis”. Northfield Research. [www.northinfo.com](http://www.northinfo.com)
- Dijkstra, A. (2011). “From Theory to Practice, a Model for Integrated Safety and Business Management”. CGC NVVK: Resilience, what is it meant to do? TU Eindhoven.
- Emery, F.; Trist, E. (1973). “Towards a Social Ecology: Contextual Appreciation of the Future in the Present”. Editorial: Plenum Press, London.
- ENIGH (2002, 2010). “Encuesta Nacional de Ingresos y Egresos de los Hogares (ENIGH)”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.
- Engle, N. (2011). “Adaptive capacity and its assessment”. *Global Environmental Change*. 21 (2), 647-656
- De Ferranti, D.; Perry, G.; Gill, I.; Servén, L. (2000). “Securing our Future in a Global Economy”. World Bank Latin American and Caribbean Studies. Viewpoints.
- Fiksel, J. (2003). “Designing Resilient, Sustainable Systems”. *Environmental Science & Technology*. Vol. 37, No. 23.
- Flood, R.; Jackson, M. (1991). “Creative Problem Solving: Total System Intervention”. John Wiley & Sons, Ltd.
- Flores-Quiroz, M.; Arvizu-Treviño, S.; Espinosa-Desigaud, A.; Garduño-Contreras, D.; Orendain-Kunhardr, I.; Partida-Bush, V.; Peña-Velázquez, J.; Solís-Soberón, F.; Vázquez-

- Colmenares, P.; Zuñiga-Herrera, E. (2006). "Sistemas de Pensiones en México: Perspectivas Financieras y Posibles Soluciones". Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. IMEF.
- Flores-Quiroz, M.; Cásares-González, A.; De la Fuente, C.; Fernández, C.; Lombera-González, M.; Martínez-Rojas, R.; Meléndez-Barrón, J.; Partida-Bush, V.; Peña-Velázquez, J.; Ramírez-Figueroa, E.; Salas-Lizaur, J.; Turner-Hurtado, A. (2011). "Temas Relevantes y Aplicaciones Prácticas en Materia de Retiro y Jubilación en México". Instituto Mexicano de Ejecutivos en Finanzas. IMEF.
- Fuentes-Zenón, A.; Sánchez-Guerrero, G. (1995). "Metodología de la Planeación Normativa". Cuadernos de Planeación y Sistemas. Facultad de Ingeniería. UNAM.
- Gelman, O.; Negroe, G. (1982). "La Planeación como un Proceso Básico en la Conducción". Instituto de Ingeniería. UNAM.
- Gelman, O.; Macías, S. (1983). "Metodología para la Elaboración de Planes de Emergencia". Instituto de Ingeniería. UNAM.
- Gelman, O. (1996). "Desastres y Protección Civil. Fundamentos de Investigación Interdisciplinaria". Instituto de Ingeniería. UNAM.
- Goto, S. (2013). "Insurance Enterprise Risk Management: Toward the Next Generation". Center on Japanese Economy and Business. Columbia University - Business School.
- Gurrola, P. (2006). "Aplicación de Modelos de Mezcla de Normales para la Evaluación de Riesgo de Mercado en el Sistema de Pensiones Mexicano". Instituto Tecnológico Autónomo de México. Marzo, 2006.
- Harrington, S. (2009). "The Financial Crisis, Systemic Risk, and the Future of Insurance Regulation". *The Journal of Risk and Insurance*. 76 (4), 785-819

- Hatchett, J.; Bowie, D.; Forrester, N. (2010). "Risk Management for Pension Funds". Staple Inn Actuarial Society (SIAS). United Kingdom.
- Henry, D.; Ramírez, J. (2011). "Generic metrics and quantitative approaches for system resilience as a function of time". Reliability Engineering and System Safety. Elsevier.
- Holland, J. (2006). "Studying Complex Adaptive Systems". Journal of Systems Science and Complexity. Springer.
- Hormazabal, S. (2011). "Riesgo de Pensión en los Sistemas de Pensiones. Implicación sobre la Regulación en los Sistemas de Contribución Definida". BBVA Research. Análisis Económico. Observatorio de Pensiones.
- Hummelbrunner, R.; Jones, H. (2013). "A guide for planning and strategy development in the face of complexity". The Overseas Development Institute, UK.
- IAA (2009). "Dealing with Predictable Irrationality – Actuarial Ideas to Strengthen Global Financial Risk Management". International Actuarial Association (IAA). Feb. 2009.
- IAA (2011). "Note on Enterprise Risk Management for Pensions". International Actuarial Association (IAA). Feb. 2011.
- ISO (2012a). "Social Security – Business Continuity Management Systems – Requirements". ISO/22301. International Organization for Standardization (ISO).
- ISO (2012b). "Social Security – Business Continuity Management Systems – Guidance". ISO/22313. International Organization for Standardization (ISO).
- INEGI (2002, 2010). "Encuesta Nacional de Ingresos y Egresos de los Hogares (ENIGH)". Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Izar-Landeta, J.M. (2010). "Los Retos del Retiro: Análisis del Sistema de Pensiones en México". Editorial Trillas.



- Kahan, J.; Allen, A.; George, J. (2009). "An Operational Framework for Resilience". Journal of Homeland and Emergency Management.
- Kahneman, D.; Tversky, A. (1992). "Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty". Editorial: Kluwer Academic Publishers.
- Kelly, K. (1998). "New Rules for the New Economy". Penguin Books LTD.
- Kemp, M.; Patel, C. (2014). "Entity-Wide Risk Management for Pension Funds". British Actuarial Journal. Vol. 17. Part 2.
- Kitces, M. (2012a). "The benefits and caveats of Monte Carlo Analysis". [www.kitces.com/blog](http://www.kitces.com/blog)
- Kitces, M. (2012b) "It's Not About The Risk Of A Black Swan, But How You Plan For It". [www.kitces.com/blog](http://www.kitces.com/blog)
- Kitces, M. (2015) "Is Financial Planning Software a Bad Retirement Simulator?". [www.kitces.com/blog](http://www.kitces.com/blog)
- Kumara, A.; Pfau, W. (2011). "Lifecycle and fixed portfolio allocation strategies: a performance comparison for emerging market countries". MPRA Papers, 31389.
- Lehmann, A.; Hofmann, D. (2010) "Lessons Learned from the Financial Crisis for Risk Management: Contrasting Developments in Insurance and Banking". The International Association for the Study of Insurance Economics. The Geneva Papers.
- Lietaer, B.; Ulanowicz, R.; Goerner, S.; McLaren, N. (2010). "Is our Monetary Structure a Systemic Cause for Financial Instability?". Journal of Future Studies. Special Issue on the Financial Crisis.
- Lopez-Herrera, F.; Ortiz-Calisto, E.; de Jesús, R. (2012). "Long Memory Behavior in the Returns of the Mexican Stock Market: Arfima Modelas and Value at Risk Estimation". International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. October 2012, Vol. 2 (10).

- Malhotra, M. (2012). "A Framework for Finding an Appropriate Retirement Income Strategy".  
Journal of Financial Planning. Volume 25, Issue 8.
- Mandelbrot, B.; Hudson, R. (2004). "The Misbehavior of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward". Editorial: Basic Books.
- Martinez, M.; Zubieta, C. (2011a). "Modificaciones al régimen de inversión de los fondos para el retiro: análisis rendimiento-riesgo", dentro del libro "Administración de riesgos. Volumen I. Banca, mercados, empresa y modelos financieros". Universidad Autónoma Metropolitana.
- Martinez, M.; Zubieta, C. (2011b). "Comportamiento de los fondos de pensión", dentro del libro "Administración de riesgos. Volumen II. Mercados, modelos financieros y entorno económico". Universidad Autónoma Metropolitana. UAM.
- Mejía-Téllez, J. (2012). "Aplicación del modelo Weibull en el análisis de eventos críticos en precios bursátiles". Estocástica. Finanzas y Riesgo. Vol. 3 (1), 73-88. UAM.
- Milevsky, M.; Robinson, C. (2005). "A Sustainable Spending Rate without Simulation".  
Financial Analysts Journal, Volume 61, Number 6, CFA Institute.
- Milevsky, M. (2006). "The Calculus of Retirement Income: Financial Models for Pension Annuities and Life Insurance". Cambridge University Press.
- Mills, A. (2010). "Nassim Taleb's work and its significance for actuaries". Society of Actuaries.  
Risk Management. March 2010. Issue 18 (11-17).
- Morris, D.; Young, S. (2004). "Determining the number of iterations for Monte Carlo Simulations of Weapon Effectiveness". Naval Postgraduate School. California.
- Murrieta, J. (1999). "Conceptualización y Gestión del Desastre Microeconómico". Tesis de Maestría. Posgrado de la Facultad de Ingeniería. UNAM.

- Musman, S.; Agbolosu-Amison, S. (2014). "A Measurable definition of Resiliency Using "Mission Risk" as a Metric". MITRE Technical Report. Document Number MTR140047
- OECD (2005). "Private Pensions. OECD Classification and Glossary". Organization for Economic Cooperation and Development. OECD Publishing.
- Opiela, N. (2011). "Tactical Asset Allocation and Market Timing: What's the Difference". Advisors Perspectives. [www.advisorperspectives.com/](http://www.advisorperspectives.com/)
- Ozbekhan, H. (1977). "The Future of Paris: A Systems Study in Strategic Urban Planning". Royal Society Publishing.
- Pang, G.; Warshawsky, M. (2013). "Comparing Costs and Risks of Retirement Plans for Sponsors", Risk Management and Insurance Review, Vol. 16-2.
- Park, J.; Seager, T.; Rao, P.; Convertino, M.; Linkov, I. (2013). "Integrating Risk and Resilience Approaches to Management in Engineering Systems". Risk Analysis - An International Journal (Society for Risk Analysis), Vol. 33-3.
- Perez-Ríos, J. (2008). "Aplicación de la Cibernética Organizacional al Estudio de la Viabilidad de las Organizaciones". Organización y Dirección de Empresas. V.83-5.
- Perold, A.; Sharpe, W. (1988). "Dynamic Strategies for Asset Allocation". Financial Analysts Journal.
- Persaud, A. (2011). "What would a Systemically Resilient Financial System Look Like". London Business School & Intelligence Capital Limited.
- Pfau, W. (2011). "Getting on Track for a Sustainable Retirement: A Reality Check on Savings and Work." Social Science Research Network (SSRN). <http://ssrn.com/abstract=2544633>
- Pfau, W. (2012a). "Choosing a Retirement Income Strategy: a New Evaluation Framework". Munich Personal REPEC Archive.

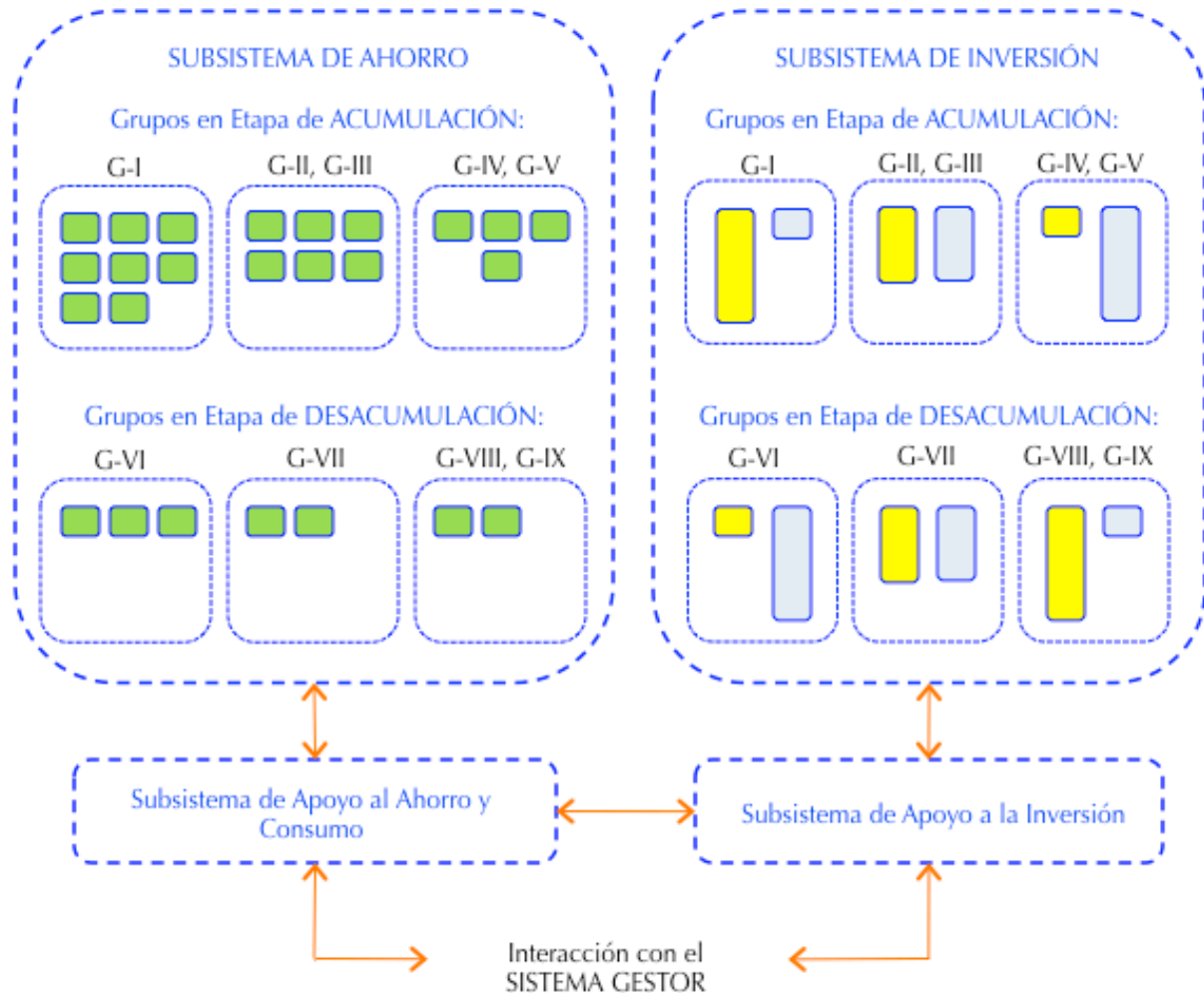
- Pfau, W. (2012b). "Safe Withdrawal Rates, Saving Rates, and Valuation-Based Asset Allocations". *Journal of Financial Planning* 25, 4 (April): 34-40
- Pfau, W. (2013a). "The Lifetime Sequence of Returns: A Retirement Planning Conundrum". Social Science Research Network (SSRN). <http://ssrn.com/abstract=2544637>
- Pfau, W. (2013b). "Dynamic Retirement Strategies". <http://wpfau.blogspot.mx>
- Pfau, W. (2014). "The Pros and Cons of Target-Date Funds in the Accumulation Phase". Advisor Perspectives, Inc.
- Pfau, W.; Kitces, M. (2013). "Reducing Retirement Risk with a Rising Equity Glide Path". *Journal of Financial Planning*.
- Power, M. (2009). "The Risk Management of Nothing". *Accounting, Organizations and Society Journal*. UK. ELSEVIER.
- Rose, A. (2009). "Economic Resilience to Disasters". Community and Regional Resilience Institute. [www.resilientus.org](http://www.resilientus.org)
- Sánchez-Lara, B. (2011). "La viabilidad de empresas mexicanas: un estudio desde el enfoque sistémico", dentro de "Ingeniería de Sistemas – Investigación e Intervención", coordinado por Balderas-Cañas, P.; Sánchez-Guerrero, G. Fac. Ingeniería. UNAM. Editorial Plaza y Valdés.
- Sidaoui, J.; Ramos-Francia, M.; Cuadra, G. (2010). "The Global Financial Crisis and Policy Response in Mexico" in "The Global Crisis and Financial Intermediation in Emerging Market Economies". Bank for International Settlements. BIS Papers, 54.
- Solís, F (2001). "Los Sistemas de Pensiones en México, la Agenda Pendiente". Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas. México. [www.indetec.gob.mx](http://www.indetec.gob.mx)

- Solow, K.; Kitces, M.; Locatelli, S. (2011). "Improving risk-adjusted returns using market-valuation-based tactical asset allocation strategies". *Journal of Financial Planning*, 24 (12), 48-68.
- Sudmeier-Rieux, K. (2014). "Resilience – an emerging paradigm of danger or of hope?". *Disaster Prevention and Management*, 23 (1), 67-80.
- Tomlinson, J. (2015). "The Advantages of a Dynamic Retirement Income Strategy". *Advisors Perspectives, Inc.* January 13, 2015.
- Trujillo, M. (2009). "Construcción y Gestión de Portafolios con el Modelo Black-Litterman: Una Aplicación a los Fondos de Pensiones en Colombia". Universidad de los Andes.
- Turner, A. (2011). "Planes Privados de Pensiones en México. Situación Actual y Perspectivas". Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- Vásquez-Colmenares, P. (2012). "Pensiones en México: La Próxima Crisis". Siglo XXI Editores
- Villagómez, A. (2015). "México: Un Esquema Multipilar Fragmentado", en "Cómo Fortalecer los Sistemas de Pensiones Latinoamericanos. Experiencias, Lecciones y Propuestas." Estudio Internacional de SURA Asset Management. Tomo II, 293-361
- Vugrin, E.; Warren, D.; Ehlen, M. (2011). "A Resilience Assessment Framework for Infrastructure and Economic Systems: Quantitative and Qualitative Resilience Analysis of Petrochemical Supply Chains to a Hurricane". *Process safety Progress* (Vol. 30, 3)
- Walker, E. (2009). "Riesgo y Pensiones". Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones (FIAP), Chile.
- Wiltbank, R.; Dew, N.; Read, S.;Sarasvathy, S. (2006). "What to do next? The case for non-predictive strategy". *Strategic Management Journal*.
- Zolli, A.; Healy, A. M. (2012). "Resilience: Why Things Bounce Back". Free Press.

# MATERIAL ANEXO

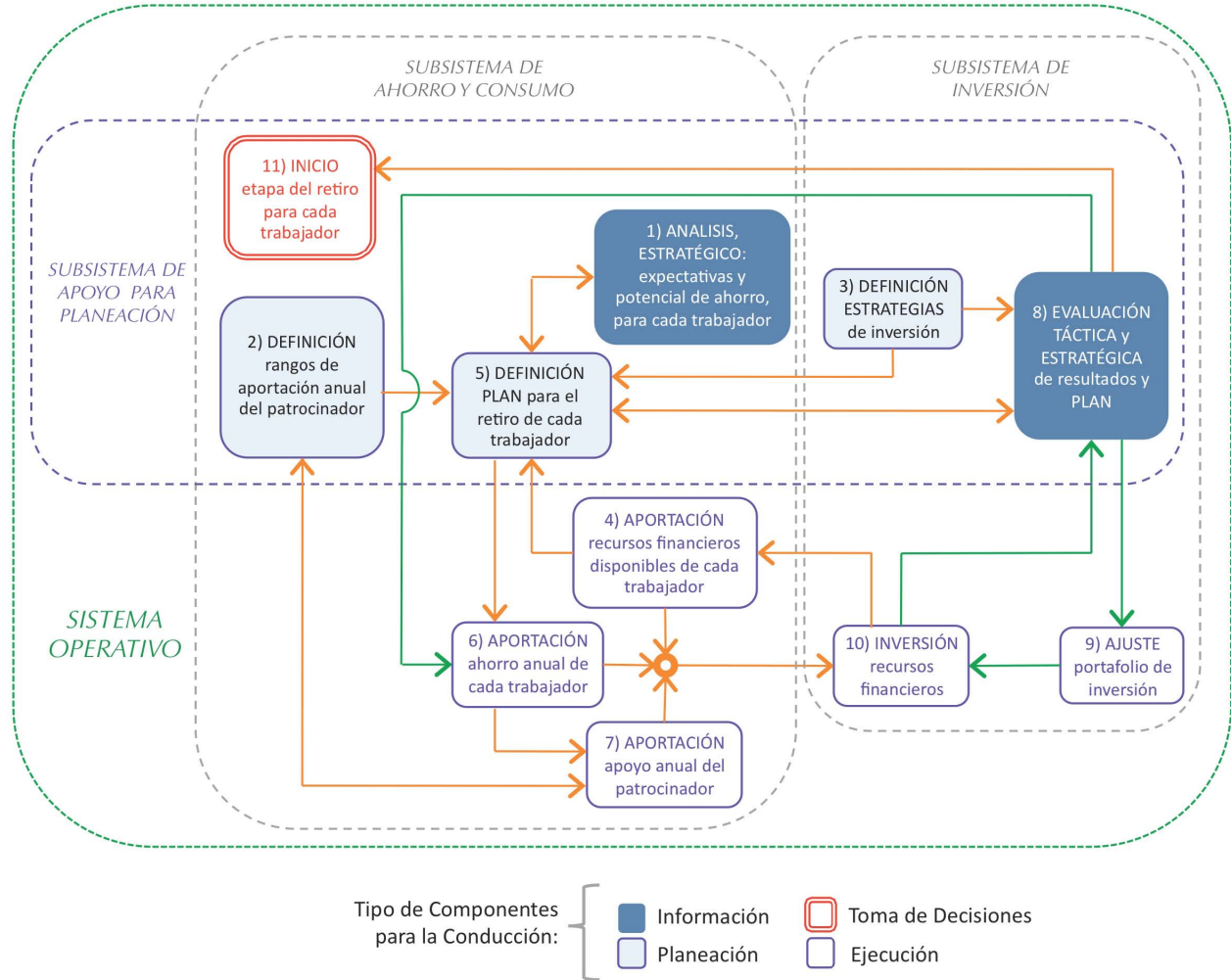
## ANEXO A. MODELOS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL COMPONENTE OPERATIVO EN SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN

Figura 26. Modelo de la Estructura del Sistema Operativo para el Ahorro e Inversión



En el Subsistema de Ahorro, cada rectángulo verde representa la cuenta individualizada de un trabajador genérico. En el Subsistema de Inversión, los rectángulos amarillos representan fondos de inversión en el mercado accionario, mientras que los azules reflejan fondos de inversión en el mercado de deuda.

**Figura 27. Modelo del Proceso de Ahorro e Inversión, durante la Etapa de Acumulación**



**ANEXO B. TABLAS DE RENDIMIENTOS – MERCADOS DE DEUDA (CETES-91) Y ACCIONARIO (IPC-BMV)**

**Tabla 11. Escenarios de Rentabilidad Original (RAC 8.8%) y Deteriorada (RAC 7.8%)**

**para el Mercado Accionario**

Escenario ORIGINAL	Cetes 91	IPC-BMV
1980	0	
1981	1	4.6%
1982	2	-24.7%
1983	3	-3.0%
1984	4	1.0%
1985	5	8.6%
1986	6	9.0%
1987	7	-5.5%
1988	8	22.6%
1989	9	27.8%
1990	10	9.7%
1991	11	3.1%
1992	12	4.7%
1993	13	8.3%
1994	14	7.9%
1995	15	3.8%
1996	16	9.4%
1997	17	6.9%
1998	18	7.2%
1999	19	12.2%
2000	20	7.4%
2001	21	9.5%
2002	22	1.9%
2003	23	3.0%
2004	24	1.6%
2005	25	6.3%
2006	26	3.5%
2007	27	3.7%
2008	28	1.6%
2009	29	2.3%
2010	30	0.3%
2011	31	0.6%
2012	32	0.9%
2013	33	0.0%
2014	34	-0.8%

Escenario DETERIORADO	Cetes 91	IPC-BMV
1980		
1981	1	4.6%
1982	2	-24.7%
1983	3	-3.0%
1984	4	1.0%
1985	5	8.6%
1986	6	9.0%
1987	7	-5.5%
1988	8	22.6%
1989	9	27.8%
1990	10	9.7%
1991	11	3.1%
1992	12	4.7%
1993	13	8.3%
1994	14	7.9%
1995	15	3.8%
1996	16	9.4%
1997	17	6.9%
1998	18	7.2%
1999	19	12.2%
2000	20	7.4%
2001	21	9.5%
2002	22	1.9%
2003	23	3.0%
2004	24	1.6%
2005	25	6.3%
2006	26	3.5%
2007	27	3.7%
2008	28	1.6%
2009	29	2.3%
2010	30	0.3%
2011	31	0.6%
2012	32	0.9%
2013	33	0.0%
2014	34	-0.8%



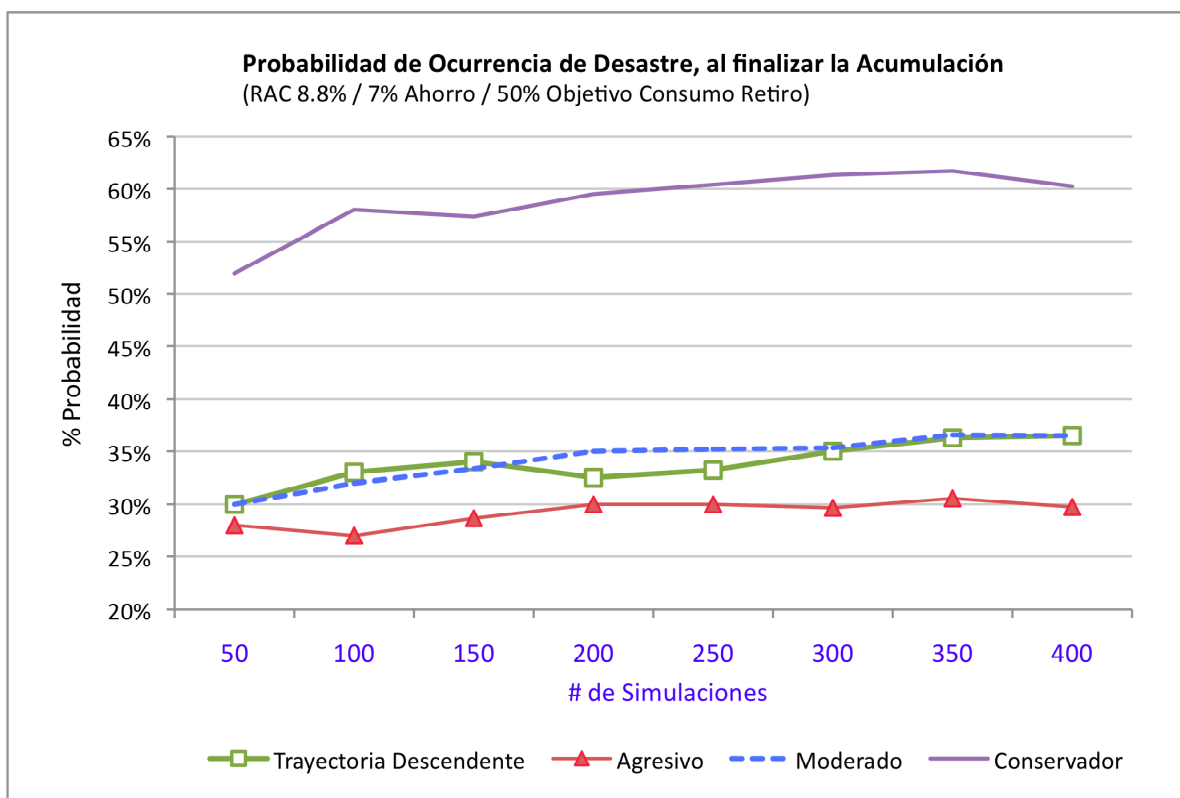
**Tabla 12. Ejemplos de Distintas Secuencias de Rendimientos para los Mercados Accionario y de Deuda, Generados mediante Muestreo Aleatorio sin Reemplazo (Bootstrapping)**

Cetes 91		IPC-BMV	Cetes 91		IPC-BMV	Cetes 91		IPC-BMV
1992	4.7%	9.8%	2007	3.7%	7.6%	2002	1.9%	-9.0%
2011	0.6%	-7.4%	1981	4.6%	-59.2%	1988	22.6%	32.0%
2000	7.4%	-27.2%	1998	7.2%	-36.2%	2010	0.3%	15.0%
1989	27.8%	65.5%	1995	3.8%	-23.0%	1992	4.7%	9.8%
1987	-5.5%	-13.4%	2011	0.6%	-7.4%	2012	0.9%	13.8%
1983	-3.0%	102.3%	2008	1.6%	-28.9%	2008	1.6%	-28.9%
2003	3.0%	38.1%	2000	7.4%	-27.2%	1991	3.1%	91.6%
2004	1.6%	39.6%	1982	-24.7%	-64.2%	1987	-5.5%	-13.4%
2014	-0.8%	-3.0%	2005	6.3%	33.4%	1983	-3.0%	102.3%
1997	6.9%	34.5%	1991	3.1%	91.6%	2000	7.4%	-27.2%
2012	0.9%	13.8%	1997	6.9%	34.5%	1984	1.0%	3.3%
2008	1.6%	-28.9%	1988	22.6%	32.0%	2009	2.3%	38.6%
2013	0.0%	-6.0%	1987	-5.5%	-13.4%	1996	9.4%	-5.3%
1990	9.7%	15.5%	1990	9.7%	15.5%	1990	9.7%	15.5%
1996	9.4%	-5.3%	2003	3.0%	38.1%	2001	9.5%	8.0%
2005	6.3%	33.4%	1989	27.8%	65.5%	1993	8.3%	37.0%
1982	-24.7%	-64.2%	1986	9.0%	104.6%	2011	0.6%	-7.4%
2009	2.3%	38.6%	2013	0.0%	-6.0%	2007	3.7%	7.6%
1995	3.8%	-23.0%	1993	8.3%	37.0%	1999	12.2%	60.3%
2007	3.7%	7.6%	2002	1.9%	-9.0%	2004	1.6%	39.6%
2002	1.9%	-9.0%	1999	12.2%	60.3%	1997	6.9%	34.5%
2001	9.5%	8.0%	2004	1.6%	39.6%	2005	6.3%	33.4%
1991	3.1%	91.6%	2001	9.5%	8.0%	1981	4.6%	-59.2%
1985	8.6%	69.6%	1996	9.4%	-5.3%	1989	27.8%	65.5%
1999	12.2%	60.3%	1985	8.6%	69.6%	1985	8.6%	69.6%
1986	9.0%	104.6%	1994	7.9%	-14.7%	1998	7.2%	-36.2%
1984	1.0%	3.3%	2010	0.3%	15.0%	1995	3.8%	-23.0%
1981	4.6%	-59.2%	2009	2.3%	38.6%	2003	3.0%	38.1%
1988	22.6%	32.0%	1984	1.0%	3.3%	2014	-0.8%	-3.0%
1993	8.3%	37.0%	1992	4.7%	9.8%	2006	3.5%	42.8%
1998	7.2%	-36.2%	2012	0.9%	13.8%	1986	9.0%	104.6%
2010	0.3%	15.0%	1983	-3.0%	102.3%	2013	0.0%	-6.0%
1994	7.9%	-14.7%	2014	-0.8%	-3.0%	1994	7.9%	-14.7%
2006	3.5%	42.8%	2006	3.5%	42.8%	1982	-24.7%	-64.2%

## ANEXO C. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA EL EJERCICIO DE ANÁLISIS APLICADO

A continuación, en las Figuras de la 28 a la 31 se muestra un análisis, a la manera de Mejía-Téllez (2012), para la comparación de los principales parámetros para medir el costo de impacto en el desempeño del sistema —primer componente del Costo de Resiliencia—, donde se muestra que el nivel propuesto de 400 simulaciones utilizado en el análisis de Monte Carlo, resulta adecuado para el ejercicio de aplicación.

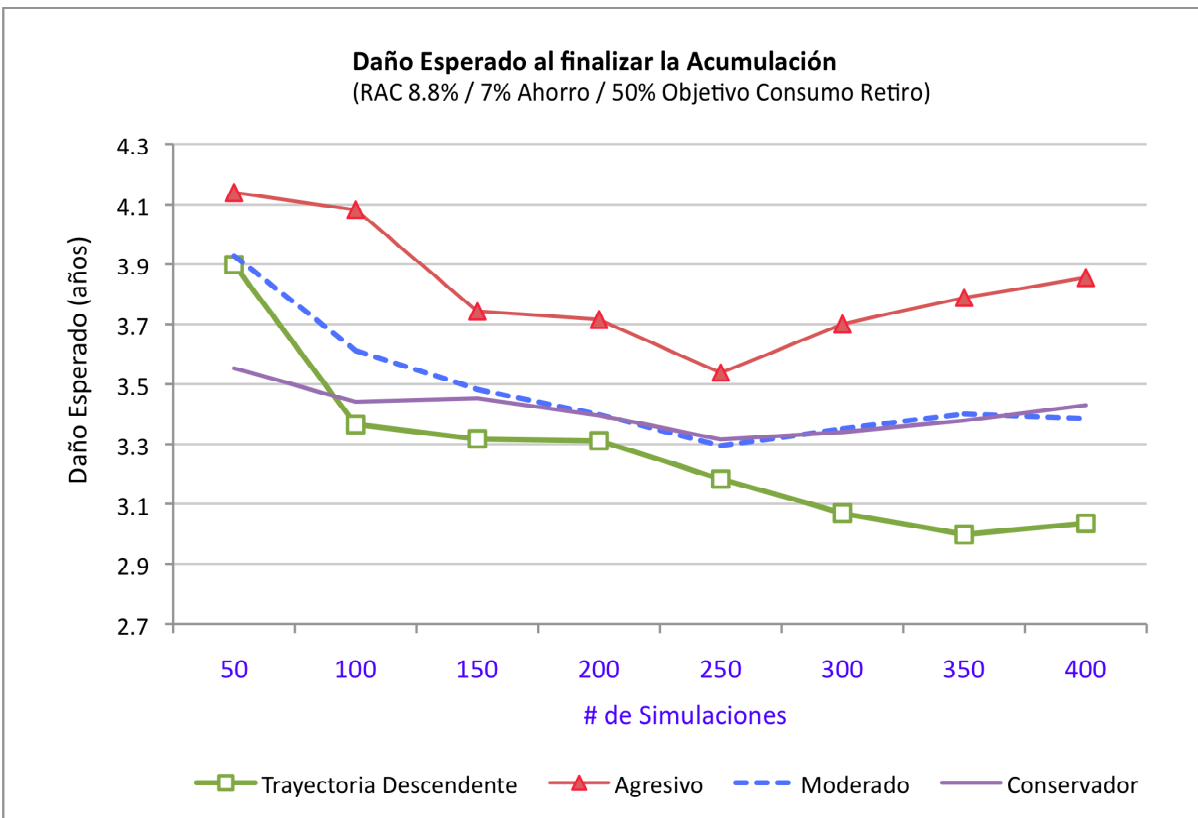
**Figura 28. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)**



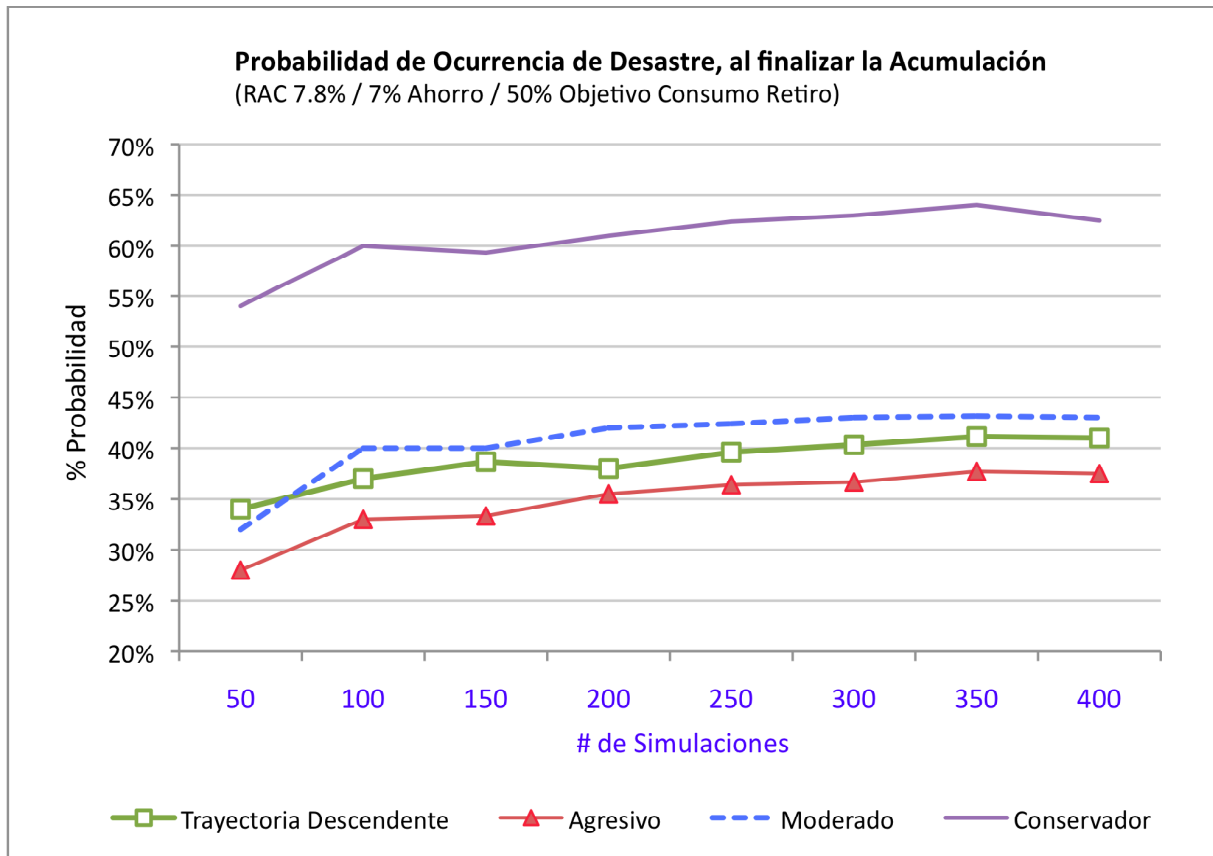
Se observa que a partir de las 200-250 simulaciones los niveles tienden a estabilizarse —i.e. la distribución se torna estacionaria—. Esta observación es pertinente debido a que las hojas de

cálculo para realizar el análisis de Monte Carlo tienen cierto grado de complejidad, ya que se realizan estimaciones para cada determinado periodo del ciclo de vida financiero, a partir de algoritmos que guían los ajustes de Gestión Correctiva. Por otro lado, un número de 400 simulaciones permite razonablemente analizar algunas características en común, que son de utilidad para la discusión de los resultados.

**Figura 29. Daño Esperado vs. Número de Simulaciones (RAC 8.8%)**



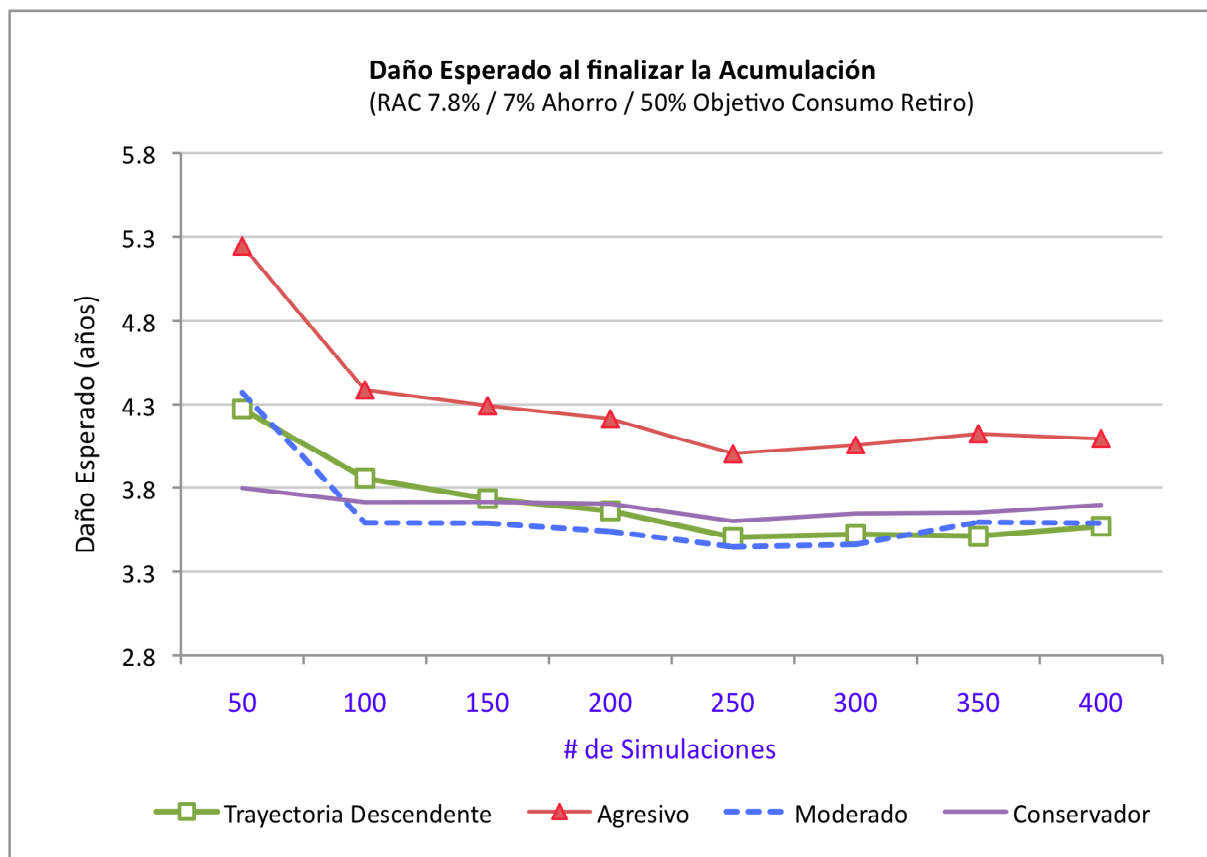
**Figura 30. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre vs. Número de Simulaciones (RAC 7.8%)**



En las Tablas 13 y 14 se hace un análisis de los dos componentes para el análisis comparativo, Razón de Fondo de la pensión y Costo de Resiliencia, donde se muestra el porcentaje de error en el tamaño de la muestra, para un nivel de confianza del 95%, calculado tomando como base el marco de análisis de Morris y Young (2004), para la determinación del tamaño de la muestra en las simulaciones de Monte Carlo. Se puede observar que, para una muestra de 400 simulaciones y 95% de confianza, con la asignación de trayectoria descendente, la Razón de Fondo de la pensión tiene un porcentaje de error del 4.6%, mientras que el Costo de Resiliencia tiene 17.3% de error, lo que significa que el segundo parámetro es más sensible al tamaño de la muestra. De

forma similar, para 1,000 simulaciones y 95% de confianza, la misma estrategia, para el valor esperado de la inversión tiene 2.9% de error y para el Costo de Resiliencia tiene 10.9% de error.

**Figura 31. Daño Esperado vs. Número de Simulaciones (RAC 7.8%)**



En la Figura 32 se se exhibe el valor esperado de la inversión comparado con el costo de resiliencia, con la diferencia de que los resultados se representan como áreas –una externa para una muestra de 400 simulaciones, y otra interna para 1,000 simulaciones–, cuya base y altura son el rango de error para un 95% de confianza, para los dos parámetros. Se puede observar que, a pesar del rango de error, cualitativamente los resultados permiten apreciar claramente la dominancia entre las distintas asignaciones de inversión, que es la finalidad del análisis comparativo y para la confirmación de la hipótesis, por lo que la diferencia en el nivel de

precisión entre 400 o 1,000 simulaciones no parece ser relevante para la evaluación de las estrategias. Por otro lado, se debe tener en cuenta que sólo se cuenta con 34 años de historia de rendimientos reales anuales, como datos de entrada para el análisis de simulación, por lo que la utilización de tamaños mayores de muestra sólo estaría mejorando marginalmente la precisión de los resultados. Además, incluso con muchos más datos de historia y un tamaño de muestra significativamente mayor, nunca se podría tener garantizado que la historia se tendrá que repetir (como señalan Hatchett et al., 2010; Collins et al., 2015a). Y es precisamente este el “quid” del enfoque adaptativo: no se pretende predecir el futuro, sino solamente aprender qué estrategias han funcionado en el pasado y bajo qué circunstancias, con el propósito de formular planes de contingencia y de respuesta, que permitan al sistema una mejor capacidad de respuesta ante eventos desestabilizadores impredecibles.

**Tabla 13. Porcentaje de Error en el Tamaño de la Muestra para un Nivel de Confianza del 95% (Razón de Fondeo de la Pensión)**

**VALOR ESPERADO DEL PORTAFOLIO @65:**  
 %Error para un nivel de Confianza del 95%

# Simulaciones:	T-AMC	Agresivo	Moderado	Conservador
100	9.8%	12.6%	9.0%	6.0%
200	6.7%	8.7%	6.3%	4.2%
300	5.4%	6.8%	5.0%	3.4%
400	4.6%	5.9%	4.3%	2.9%
500	4.1%	5.2%	3.8%	2.6%
600	3.8%	4.8%	3.5%	2.4%
700	3.5%	4.4%	3.2%	2.2%
800	3.3%	4.1%	3.0%	2.1%
900	3.1%	3.9%	2.9%	1.9%
1,000	2.9%	3.7%	2.7%	1.8%

error +	21.53	26.41	20.42	14.92
400	20.57	24.95	19.58	14.50
error -	19.62	23.49	18.74	14.07
error +	21.18	25.87	20.11	14.77
1,000	20.57	24.95	19.58	14.50
error -	19.97	24.02	19.05	14.23

**Tabla 14. Porcentaje de Error en el Tamaño de la Muestra para un Nivel de Confianza del 95% (Costo de Resiliencia)**

**COSTO DE RESILIENCIA:**

%Error para un nivel de Confianza del 95%

# Simulaciones:	T-AMC	Agresivo	Moderado	Conservador
100	36.5%	41.0%	36.2%	21.8%
200	26.0%	26.6%	23.8%	15.2%
300	20.7%	22.5%	19.7%	12.2%
400	17.3%	19.1%	16.7%	10.8%
500	15.5%	17.1%	15.0%	9.6%
600	14.1%	15.6%	13.7%	8.8%
700	13.1%	14.4%	12.7%	8.1%
800	12.2%	13.5%	11.8%	7.6%
900	11.5%	12.7%	11.2%	7.2%
1,000	10.9%	12.1%	10.6%	6.8%

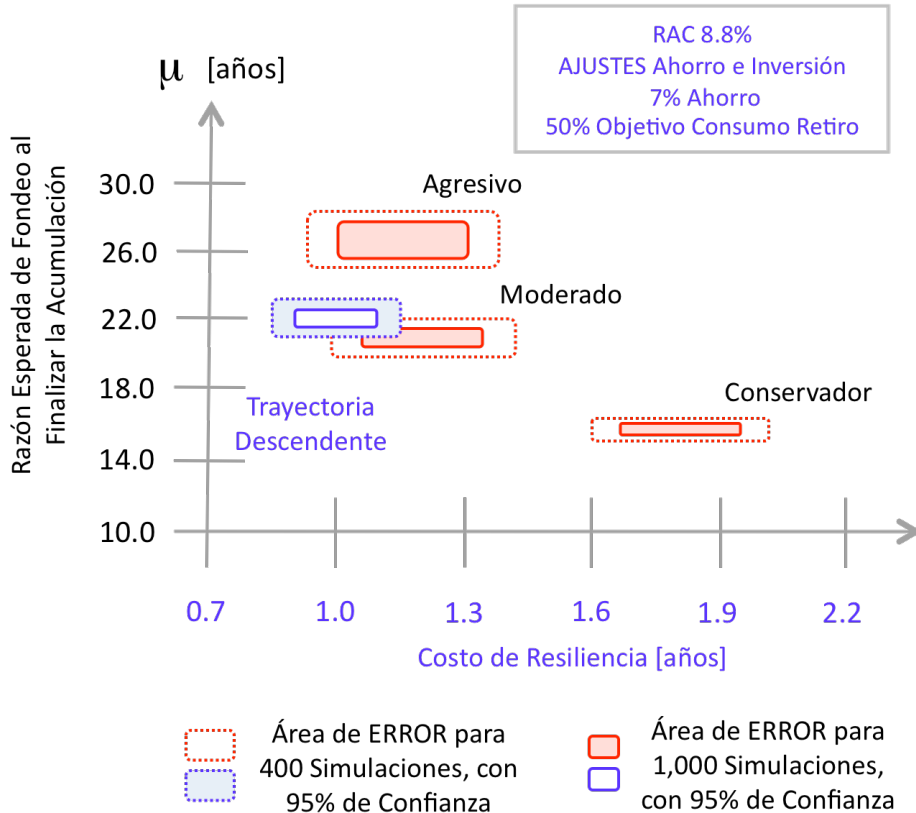
  

error +	1.30	1.37	1.44	2.29
400	1.11	1.15	1.24	2.07
error -	0.92	0.93	1.03	1.84

error +	1.23	1.29	1.37	2.21
1,000	1.11	1.15	1.24	2.07
error -	0.99	1.01	1.10	1.93

**Figura 32. Gráfico Comparativo de Desempeño Esperado vs. Riesgo (Costo de Resiliencia) en la Razón de Fondo**



**ANEXO D. EFECTOS EN EL DESEMPEÑO DE SISTEMAS DE AHORRO-INVERSIÓN  
DEBIDO A CONDICIONES DETERIORADAS EN LA RENTABILIDAD**

**Tabla 15. Probabilidad de Ocurrencia de Desastre según el Tipo de Trayectoria  
(En Condiciones de Deterioro en la Rentabilidad)**

Escenario Rentabilidad Deteriorada RAC 7.8%		29%	15%	22%	22%	13%	100%	Total			
		114	58	89	86	53	400	Simulaciones			
Tipo de Asignación Estratégica de Activos (AEA)	Tipo "Justo a Tiempo"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento insuficiente; último lustro, rendimiento normal o excedido	Tipo "Nunca a Tiempo"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento insuficiente; último lustro, rendimiento insuficiente	Tipo "Final Desfavorable"	Segunda década y penúltimo lustro, rendimiento normal o excedido; último lustro, rendimiento insuficiente	Tipo "Inicio Desfavorable"	Primera década, rendimiento insuficiente; siguientes dos décadas, rendimiento normal o excedido	Tipo "Conveniente"	Primera década, rendimiento normal o excedido; siguientes dos décadas, rendimiento normal o excedido	Total Estado DESASTRE (RF <15)
	SIN Ajustes:	Trayectoria Descendente	78	45	31	8	2	164	Total		
			68.4%	77.6%	34.8%	9.3%	3.8%	41.0%	Prob Desastre		
		Agresivo	43	48	52	5	2	150	37.5%		
		Moderado	49	52	59	8	4	172	43.0%		
	Conservador	87	57	78	18	10	250	62.5%			
		76.3%	98.3%	87.6%	20.9%	18.9%					
AJUSTES Ahorro e Inversión:	Trayectoria Descendente	53	44	23	6	1	127	Total			
		46.5%	75.9%	25.8%	7.0%	1.9%	31.8%	Prob Desastre			
	Agresivo	36	47	41	2	1	127	31.8%			
	Moderado	38	50	45	4	2	139	34.8%			
	Conservador	61	57	67	14	10	209	52.3%			
		53.5%	98.3%	75.3%	16.3%	18.9%					