



**“ESTIMACIÓN DE LA FRONTERA EFICIENTE PARA LAS AFP Y
EVALUACIÓN DE LOS MULTIFONDOS: 2007-2012”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Finanzas**

Presentado por

Sra. Rosa Elizabeth Estrada Rafael

2015

Dedico el presente trabajo a mi familia.

Agradezco a mis profesores por su orientación,
asesoramiento y dedicación.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación se basó en la estimación de las fronteras eficientes, a partir de la teoría de portafolio de Markowitz, en el período comprendido entre los años 2007 y 2012, a través del análisis del retorno del portafolio estimado de cada fondo de pensiones con el retorno del portafolio histórico de las AFP.

Desde la crisis del año 2008 se ha observado que los tres portafolios han reducido significativamente su valorización ante el riesgo sistémico presente, por lo que la hipótesis que se planteó era demostrar que el afiliado se comporta según su perfil de riesgo y que los afiliados al sistema privado de pensiones se han protegido de mayores pérdidas en retorno con la implementación del nuevo esquema. La presencia de los multifondos sería favorable en dicho caso, ya que al darle mayor flexibilidad a las inversiones con los tres perfiles de riesgo y mayores alternativas de inversión, se encontrarían más cerca de su frontera eficiente.

Una vez estimadas las fronteras por tipo de fondo, el hallazgo principal fue encontrar que el portafolio estimado del fondo 1 era el que más había perdido en términos de rentabilidad, a comparación de los portafolios estimados de los fondos 2 y 3. Esto se explicaría porque los activos de renta fija tienen un peso mayor en el portafolio del fondo 1 y están presente en todos los puntos de su frontera eficiente, mientras que para los fondos 2 y 3 las acciones locales están presentes en todos los puntos de las fronteras eficientes construidas.

Índice

Índice de tablas.....	vii
Índice de gráficos.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Capítulo I. Introducción.....	1
1. Planteamiento del problema.....	1
2. Antecedentes.....	1
3. Objetivos e hipótesis.....	1
4. Justificación.....	2
Capítulo II. Sistema privado de pensiones.....	3
1. Comportamiento de las variables del sistema privado de pensiones: 2007-2012.....	3
2. Marco regulatorio del sistema privado de pensiones.....	5
Capítulo III. Marco teórico y evidencia empírica.....	10
1. Principales conceptos.....	10
1.1 Frontera eficiente.....	10
1.2 Perfil de riesgo.....	10
2. Modelo de Markowitz.....	11
3. Índice de Sharpe.....	12
4. Evidencia empírica.....	12
4.1 Colombia.....	12
4.2 Chile.....	13
4.3 Perú.....	13
Capítulo IV. Metodología para estimar las fronteras eficientes por tipo de fondo.....	15
1. Principales supuestos.....	15
2. Selección de activos.....	15
3. Construcción de las fronteras eficientes.....	20
3.1 Frontera eficiente del fondo 1.....	23
3.2 Frontera eficiente del fondo 2.....	24
3.3 Frontera eficiente del fondo 3.....	26

Capítulo V. Comprobación de hipótesis de trabajo	28
1. Pérdida o ganancia en la rentabilidad por tipo de fondo	28
2. Aumento o disminución en la exposición al riesgo por tipo de fondo.....	29
Conclusiones y recomendaciones	30
Conclusiones.....	30
Recomendaciones.....	31
Bibliografía.....	32
Anexos.....	34
Nota biográfica.....	38

Índice de tablas

Tabla 1.	Montos administrados por tipo de fondo a fin de período.....	3
Tabla 2.	Tasa de rendimiento acumulada a 12 meses por tipo de fondo..	4
Tabla 3.	Límites de inversión por tipo de fondo en porcentaje	5
Tabla 4.	Límites de inversión por tipo de fondo.....	8
Tabla 5.	Perfiles de riesgo por tipo de fondo.....	10
Tabla 6.	Características de fondos privados de pensiones en Chile, Perú y Colombia..	14
Tabla 7.	Ocho <i>proxys</i> utilizados para el cálculo de los retornos.....	15
Tabla 8.	Rendimientos nominales a 12 meses para cada activo	16
Tabla 9.	Rendimientos históricos de las AFP a 12 meses nominal por tipo de fondo....	18
Tabla 10.	Retorno y desviación estimada promedio.....	20
Tabla 11.	Matriz de varianzas-covarianzas y de coeficientes de correlación.....	21
Tabla 12.	Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo 1..	24
Tabla 13.	Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo 2	25
Tabla 14.	Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo 3	27
Tabla 15.	Comparación de la composición de portafolios eficientes con y sin restricciones.....	28

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Cartera administrada por tipo de fondo a fin de período en millones de soles.	3
Gráfico 2.	Rentabilidad histórica por tipo de fondo acumulado a 12 meses.	4
Gráfico 3.	Frontera eficiente.....	10
Gráfico 4.	Evolución de los retornos de los activos que componen portafolio estimado ..	17
Gráfico 5.	Rendimiento históricos versus estimados de los tres fondos.....	19
Gráfico 6.	Retorno y riesgo estimado de cada activo	20
Gráfico 7.	Comparación de riesgo y retorno promedio histórico y estimado	21
Gráfico 8.	Frontera eficiente sin restricciones	23
Gráfico 9.	Frontera eficiente del fondo 1.....	24
Gráfico 10.	Frontera eficiente del fondo 2.....	25
Gráfico 11.	Frontera eficiente del fondo 3.....	26

Índice de anexos

Anexo 1.	Pesos de cada activo en el portafolio del fondo 1.....	35
Anexo 2.	Pesos de cada activo en el portafolio del fondo 2.....	36
Anexo 3.	Pesos de cada activo en el portafolio del fondo 3.....	37

Capítulo I. Introducción

1. Planteamiento del problema

El presente trabajo trata el tema de la determinación de la frontera eficiente para cada uno de los tres tipos de fondo y el impacto de las regulaciones en su rentabilidad, ya que se observa que los tres portafolios redujeron significativamente su valorización en el período 2007-2012, siendo los afiliados quienes perciben la reducción del valor de sus fondos individuales ante variaciones en el precio de los activos.

Para cada tipo de fondo se construirá una frontera eficiente teórica, a partir de la cual se calculará la distancia con la cartera histórica de las AFP, y la cartera estimada, en vista de que cada fondo tiene un perfil de riesgo diferente por las características de los afiliados que lo componen.

Desde el punto de vista de ganancia o pérdida de rentabilidad obtenida en cada uno de los fondos, se puede obtener una aproximación al fondo que obtuvo el mayor valor a partir del año 2007 y sobre el impacto de este en cuanto a su cercanía con la frontera eficiente.

2. Antecedentes

Este trabajo es una extensión del trabajo de Javier Pereda (2007) en “Estimación de la Frontera Eficiente para las AFP en el Perú y el Impacto de los Límites de Inversión: 1995-2004”, el que solo consideró un único tipo de fondo para calcular la eficiencia de los límites y de la gestión de las AFP.

3. Objetivos e hipótesis

El objetivo general: Estimar la frontera eficiente después de la creación de los multifondos para determinar el costo en cuanto a pérdida de rentabilidad que ha generado en el afiliado los distintos tipos de fondos administrados por las AFP.

El objetivo específico: Encontrar una medida de esta diferencia entre los distintos fondos y la frontera eficiente sin restricciones, es decir, medir la eficiencia en los límites operativos durante el período de estudio en cuanto a ganancia o pérdida en rentabilidad.

Hipótesis principal: Se pretende demostrar que el comportamiento de la frontera eficiente es diferente para cada tipo de fondo.

Hipótesis secundaria: Así también se demostrará que el impacto de la presencia de los multifondos ha sido favorable para los afiliados, ya que se encuentran más cerca de la frontera eficiente, que se han protegido de mayores pérdidas con la implementación de este nuevo esquema, ya que sin restricciones a los límites de inversión, el riesgo hubiera sido mayor.

4. Justificación

El tema es importante para los encargados de la política previsional, en la medida que les permite evaluar el impacto de las restricciones impuestas para cada tipo de fondo sobre el valor del fondo de pensiones, sobre todo en períodos largos y con crisis financieras de elevada magnitud como la registrada en el año 2008.

Pero sobre todo, el tema es de importancia para los afiliados, quienes perciben de manera directa la reducción del valor de sus fondos individuales ante la caída de las bolsas o ante cambios en la legislación. Los fondos individuales están expuestos a las variaciones del mercado y durante el período de estudio, la volatilidad de los valores ha sido la causa principal de la descapitalización de los fondos.

El trabajo se estructuró de la siguiente manera: en el primer capítulo se desarrolla la introducción al tema, el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, y las limitaciones del trabajo. El segundo capítulo trata sobre el comportamiento de las AFP en el período de estudio y su marco regulatorio. El tercer capítulo describe el marco teórico y la evidencia empírica encontrada. El cuarto capítulo desarrolla la metodología utilizada para construir las fronteras eficientes; en el quinto capítulo se comprueban las hipótesis y finalmente se exponen las recomendaciones y conclusiones de la investigación.

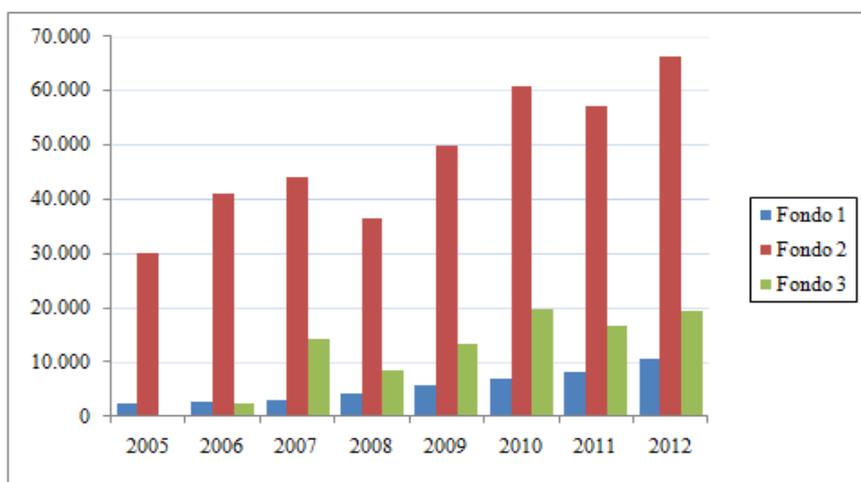
Capítulo II. Sistema privado de pensiones

1. Comportamiento de las variables del sistema privado de pensiones: 2007-2012

Desde la creación del sistema privado de pensiones en el año 1992, las AFP administraban un fondo único. Es a partir de diciembre del año 2005 que se implementa el nuevo esquema llamado multifondos, el cual empezó administrando un fondo acumulado de S/. 25.651 millones. El objetivo de este nuevo esquema era ofrecer a los afiliados la autonomía para trasladarse al fondo que cumpla con sus expectativas de rentabilidad y de preferencia por el riesgo.

Existen tres tipos de fondo: el fondo 1 o de mantenimiento de capital representa un bajo nivel de riesgo, el fondo 2 o mixto que representa un riesgo moderado, y el fondo 3 o de crecimiento de capital que representa un riesgo elevado. En el gráfico y la tabla 1 se observa que el fondo 2 es el más representativo en valor, siendo aproximadamente equivalente al 70 % del total del sistema y al 18% del PBI a fines del año 2012.

Gráfico 1. Cartera administrada por tipo de fondo a fin de período en millones de soles



Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

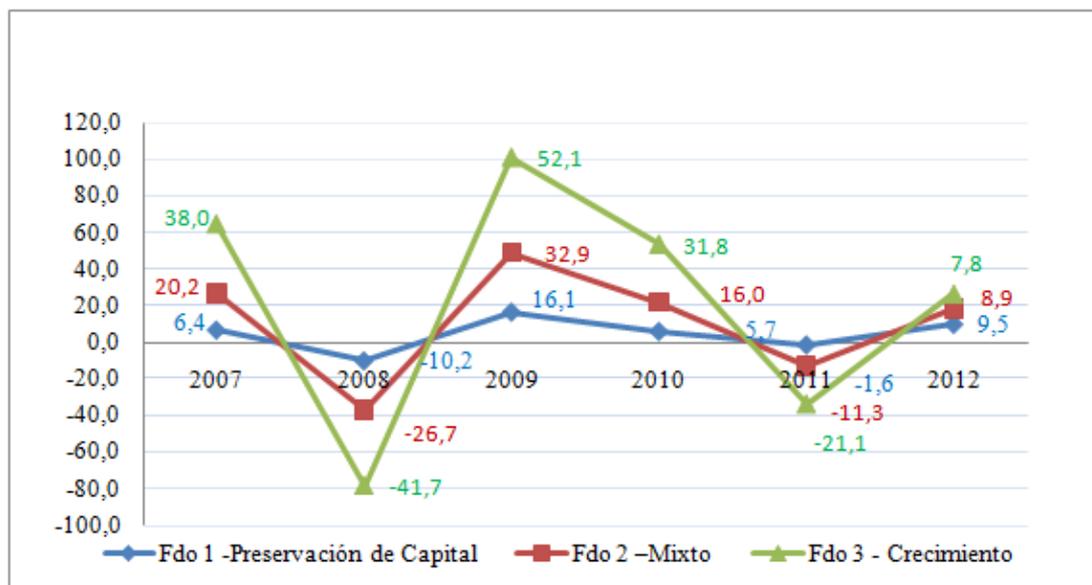
Tabla 1. Montos administrados por tipo de fondo a fin de período

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fondo Tipo 1	2.292	2.694	3.066	4.234	5.797	6.941	8.050	10.705
Fondo Tipo 2	30.066	41.045	43.964	36.592	49.938	60.723	57.112	66.330
Fondo Tipo 3	216	2.311	14.146	8.537	13.349	19.631	16.719	19.336
Total SPP (Mill. S/.)	32.574	46.050	61.176	49.363	69.084	87.295	81.881	96.371
Cartera AFP / PBI (%)	12,3	15,2	18,2	13,4	18,1	20,1	17,2	18,8

Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

La rentabilidad en los portafolios administrados por las AFP se redujo por la volatilidad en los precios de los activos de renta variable debido a la crisis del 2008, en contraste con el incremento en los aportes por el mayor número de afiliados presentes en el sistema.

Gráfico 2. Rentabilidad histórica por tipo de fondo acumulado a 12 meses



Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

Tabla 2. Tasa de rendimiento acumulada a 12 meses por tipo de fondo

Tipo de Fondo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
Fdo 1 -Preservación de Capital	6,4	-10,2	16,1	5,7	-1,6	9,5	4,0
Fdo 2 -Mixto	20,2	-26,7	32,9	16,0	-11,3	8,9	4,6
Fdo 3 -Crecimiento	38,0	-41,7	52,1	31,8	-21,1	7,8	5,4

Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

La gestión de las AFP tuvo una posición más conservadora desde finales del 2007, como resultado de la caída de los índices y de los montos negociados en el mercado bursátil; sin embargo, la tenencia de activos en renta variable en el mercado local no se recuperó en los últimos años, siendo esta sustituida en el portafolio por activos en el exterior, debido a la ampliación de los límites de inversión operativos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de 10,5% hasta 30% al cierre del año 2012.

En la tabla siguiente se detallan los límites máximos de inversión generales por tipo de fondo en comparación a los límites establecidos en el art. 25-D del Texto Único Ordenado (TUO) de la Ley del Sistema Privado de Administración de Fondo de Pensiones (SPP), y de los límites operativos establecidos por el BCRP en sus Circulares.

Tabla 3. Límites de inversión por tipo de fondo en porcentaje

Inversiones	Lím. Máx. al 31.12.12									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Inv. Estado peruano Fdo. 1	30	20,0	27,6	21,2	9,1	23,5	22,1	19,3	16,1	
Inv. Estado peruano Fdo. 2	30	15,3	17,7	23,5	28,7	22,8	19,3	18,7	17,4	
Inv. Estado peruano Fdo. 3	30	7,7	7,1	11,7	13,2	5,9	4,1	4,7	4,1	
Inv. en BCRP Fdo. 1	30	11,9	1,8	5,3	2,8	2,2	0	7	9,5	
Inv. en BCRP Fdo. 2	30	4,2	1,3	1,3	0,9	0,4	0	0,5	2,7	
Inv. en BCRP Fdo. 3	30	1,9	0,9	0,5	0,1	0,3	0	0,3	0,1	
Suma de inv. Estado+BCRP Fdo. 1	40	31,9	29,4	26,5	11,9	25,7	22,1	26,3	25,6	
Suma de inv. Estado+BCRP Fdo. 2	40	19,5	19,0	24,8	29,6	23,2	19,3	19,2	20,1	
Suma de inv. Estado+BCRP Fdo. 3	40	9,6	8,0	12,2	13,3	6,2	4,1	5,0	4,2	
Inv. Exterior Fdo. 1	30	5,1	4,8	5,7	4,9	6,1	5,9	8,3	9,4	
Inv. Exterior Fdo. 2	30	10,5	9,1	12,2	12,3	10,8	10,8	18,7	22,3	
Inv. Exterior Fdo. 3	30	10,3	4,1	15,8	10,6	5,7	10,9	17,9	25,1	
Inv. en renta variable Fdo. 1	10	4,2	9,8	9,0	4,2	7,6	9,1	7,5	7,0	
Inv. en renta variable Fdo. 2	45	38,7	42,5	37,2	23,6	37,6	37,7	30,8	25,8	
Inv. en renta variable Fdo. 3	80	59,0	73,9	62,8	50,7	71,9	69,9	62,5	56,0	
Inv. en renta fija Fdo. 1	100	90,8	84,4	84,8	91,5	87,5	85,0	84,7	83,0	
Inv. en renta fija Fdo. 2	75	48,4	48,3	51,6	65,9	52,2	51,8	50,1	50,8	
Inv. en renta fija Fdo. 3	70	31,0	22,5	21,7	38,6	19,9	19,3	19,3	18,5	

Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

Se aprecia que el portafolio de las AFP presenta holguras para seguir invirtiendo en instrumentos de renta variable, fija y en el exterior, las que varían según el tipo de fondo.

Según el artículo 25-D del TUO de la Ley del SPP, el BCRP podrá establecer porcentajes máximos operativos y/o sub-límites a los establecidos en la base legal. En el anexo 1 se detallan los límites máximos operativos individuales, globales, específicos y sub-límites, los que han sido modificados mediante las circulares del BCRP.

2. Marco regulatorio del sistema privado de pensiones

En nuestro país, todo trabajador tiene la obligación de elegir entre dos sistemas pensionarios: el

Sistema nacional de pensiones (SNP), y el Sistema privado de administración de fondos de pensiones (SPP), que se estableció mediante Decreto Ley 25897¹.

El SNP se encuentra administrado por la Oficina de normalización previsional (ONP), donde los aportes realizados por el trabajador forman parte de un fondo común que sirve para financiar el pago de las pensiones de los actuales jubilados del SNP.²

El SPP está conformado por las Administradoras privadas de fondo de pensiones (AFP), las que son empresas privadas sujetas a regulación y supervisión por parte del Estado. En el artículo 19 del Decreto Ley 25897 se señala que el fondo de pensiones que administran las AFP está constituido por la suma total de las cuentas individuales de capitalización (CIC), que pertenece a cada afiliado, cuyo nivel de pensión depende de los aportes y de la rentabilidad que acumule en dicha cuenta.

En el capítulo III del Decreto Ley 25897 se señala que las AFP invierten para maximizar el fondo, garantizando una rentabilidad mínima, y se encuentran limitadas por los porcentajes máximos establecidos por el BCRP. El marco legal del SPP se modificó en el año 1997, con la aprobación del TUO del SPP³, en cuyo artículo 25 se detallan las inversiones en función a tipos, instrumentos u operaciones:

- a) Valores emitidos por el estado peruano sin incluir el Banco Central de Reserva del Perú;
- b) Valores emitidos o garantizados por el Banco Central de Reserva del Perú;
- c) Valores emitidos por instituciones pertenecientes al sector público diferentes del Banco Central de Reserva del Perú garantizados por el gobierno central o el Banco Central;
- d) Valores emitidos por instituciones pertenecientes al sector público diferentes del Banco Central de Reserva del Perú;
- e) Depósitos a plazo y otros títulos representativos de captaciones por parte de empresas del sistema financiero;
- f) Bonos emitidos por personas jurídicas pertenecientes o no al sistema financiero;
- g) Instrumentos de inversión emitidos para el financiamiento hipotecario por empresas bancarias o financieras y sus subsidiarias;
- h) Instrumentos de inversión emitidos para el financiamiento hipotecario por otras entidades con o sin garantía del Fondo MiVivienda u otras instituciones;
- i) Otros instrumentos de corto plazo distintos a los de captación por parte de las empresas del

1 El Decreto Ley 25897 se reglamentó con Decreto Supremo N ° 206-92-EF/90 del 06.12.92.

2 Resolución Ministerial N ° 044-2013-TR del 01.03.13.

3 El TUO del SPP se dictó mediante Decreto Supremo N ° 054-97-EF el 14.05.97 y se reglamentó con el Decreto Supremo N ° 004-98-EF del 21.01.98.

- sistema financiero;
- j) Operaciones de reporte;
 - k) Acciones y valores representativos de derechos sobre acciones en depósito inscritos en una Bolsa de Valores;
 - l) Certificados de suscripción preferente;
 - m) Productos derivados de valores que se negocian en el mecanismo centralizado de negociación;
 - n) Operaciones de cobertura de los riesgos financieros;
 - o) Cuotas de participación de los fondos mutuos de inversión en valores y de los fondos de inversión;
 - p) Instrumentos de inversión representativos de activos titulizados;
 - q) Instrumentos financieros emitidos o garantizados por estados y bancos centrales de países extranjeros; así como acciones y valores representativos de derechos sobre acciones en depósito inscritos en bolsas de valores; instrumentos de deuda; cuotas de participación de fondos mutuos y operaciones de cobertura de riesgos emitidas por instituciones extranjeras;
 - r) Emisiones primarias de acciones y/o valores mobiliarios representativos de derechos crediticios dirigidos a financiar el desarrollo de nuevos proyectos;
 - s) Pagarés emitidos o avalados por empresas del sistema financiero;
 - t) Pagarés emitidos y avalados por otras entidades;
 - u) Instrumentos financieros destinados al desarrollo de proyectos de infraestructura, concesiones, viviendas, explotación de recursos naturales y bosques cultivados u otros sectores que por sus características requieran financiamiento de mediano y largo plazo;
 - v) Otros instrumentos u operaciones que autorice la Superintendencia.

Los instrumentos referidos en el artículo anterior se clasifican en 4 categorías⁴:

- 1. Instrumentos representativos de derechos sobre participación patrimonial o títulos accionarios:** Son aquellos instrumentos donde la magnitud de su retorno esperado parcial o total no es seguro, ni fijo, ni determinable, al momento de la adquisición de este.
- 2. Instrumentos representativos de derechos sobre obligaciones o títulos de deuda:** Son aquellos instrumentos cuyo retorno medido hasta el término de su vigencia está previamente fijado o es determinable desde el momento de su emisión.
- 3. Instrumentos derivados para cobertura:** Son aquellos productos destinados a cubrir posibles riesgos inherentes en operaciones financieras.
- 4. Instrumentos representativos de derechos sobre obligaciones de corto plazo o activos en efectivo:** Son aquellos instrumentos de corto plazo cuyo retorno medido hasta el término de

4 Artículo 25 A del TUO de la Ley del SPP.

su vigencia está previamente fijado o es determinable desde el momento de su emisión, y los activos en efectivo.

A fines del año 2005 entró en vigencia el actual sistema de fondos múltiples o Multifondos⁵ mediante Ley 27988, el que estableció que las AFP ofrecerían a sus afiliados por lo menos dos tipos de fondos para aportes obligatorios, quienes tendrían el derecho de escoger el tipo de fondo de su elección.

El artículo 18-A de la Ley 27988 establece que las AFP podrán administrar tres tipos de fondos, tratándose de aportes obligatorios:

1. **Fondo de Pensiones Tipo 1 o Fondo de Preservación de Capital**, el cual busca un crecimiento estable con baja volatilidad en el marco de los límites de inversión referidos en el numeral I del artículo 25-B. Este fondo es obligatorio para los afiliados mayores de 60 años⁶.
2. **Fondo de Pensiones Tipo 2 o Fondo Mixto**, el cual busca un crecimiento moderado con volatilidad media según los límites del numeral II del artículo 25-B.
3. **Fondo de Pensiones Tipo 3 o Fondo de Apreciación del Capital o Fondo de Crecimiento**, con el cual se busca un alto nivel de crecimiento del fondo con alta volatilidad según los límites del numeral III del artículo 25-B.

En cuanto a los límites de inversión por tipo de fondo se estableció en el artículo 25-B de esta ley que la política de diversificación de inversiones deberá sujetarse a los siguientes límites por categoría de instrumento, según tabla adjunta.

Tabla 4. Límites de inversión por tipo de fondo

Categorización de instrumentos	Límites máximos de inversión (% del Fondo)			
	Tipo 0	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
I. Renta variable	0	10	45	80
II. Renta fija	75	100	75	70
III. Cobertura de riesgos	0	10	10	20
IV. Efectivo e instrumentos de corto plazo	100	40	30	30

⁵ Aprobado con Ley 27988 del 04.06.03 y reglamentado con Decreto Supremo N ° 182-2003-EF del 12.12.03.

⁶ En el art. 18-A de la Ley 29903, publicada el 19.07.12, se establece que el fondo 0 es obligatorio para los afiliados de entre 60 y 65 años, salvo que expresen por escrito su voluntad de ser asignados al fondo 1 o al fondo 2.

Fuente: TUO de SPP y Ley 29903.

La Ley de Reforma del SPP o Ley N ° 29903⁷, modifica el SPP en aspectos tales como: la afiliación a una AFP, la definición de trabajadores independientes, los aportes obligatorios de trabajadores independientes, las obligaciones de los trabajadores independientes, los agentes de retención, la tasa de aporte de los independientes, etc. Se incluye un cuarto fondo llamado **Fondo de Protección de Capital (Fondo 0)** con crecimiento estable y muy baja volatilidad y obligatorio para los afiliados mayores a 65 años salvo se exprese por escrito asignar su fondo al tipo 1 o tipo 2. Se incluye una categoría adicional de **Instrumentos Alternativos**, que se caracterizan por contar con propiedades que las distinguen de los instrumentos tradicionales, tales como la aplicación de derivados y productos financieros innovadores, el uso de apalancamiento y la falta de liquidez de las inversiones subyacentes.

7 Ley 29903 o Ley de Reforma del Sistema Privado de Pensiones, publicada el 19.07.12.

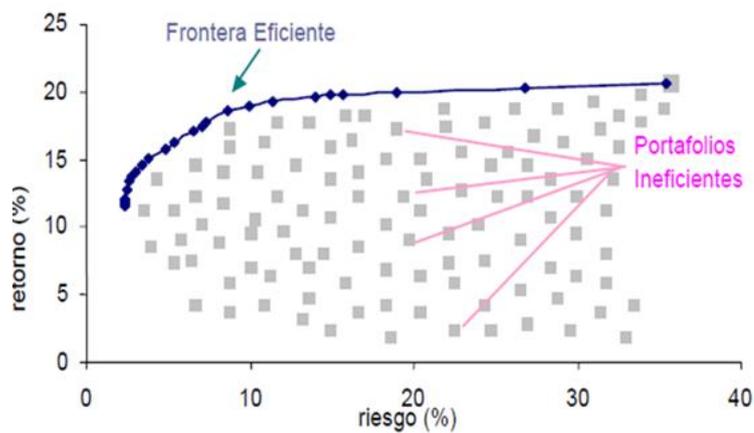
Capítulo III. Marco teórico y evidencia empírica

1. Principales conceptos

1.1 Frontera eficiente

Es el conjunto de portafolios que maximizan la rentabilidad para cada nivel de riesgo que se desee y sirve como referencia teórica hacia la cual se debe tender, y permite evaluar el desempeño del portafolio invertido.

Gráfico 3. Frontera eficiente



Fuente: Pereda (2007).

En la frontera eficiente se sitúan las mejores rentabilidades para un riesgo determinado, según el grado de aversión al riesgo, el inversor se situará en forma racional en algún punto de la frontera eficiente (curva azul). Cualquier portafolio situado por debajo y a la derecha de la frontera eficiente será ineficiente y ofrecerá retornos inferiores para cada nivel de riesgo.

1.2 Perfiles de riesgo

Dentro de las alternativas de inversión que manejan las AFP en función a cada fondo, en cada perfil se esperan combinaciones de rentabilidad y riesgo diferentes.

Tabla 5. Perfiles de riesgo por tipo de fondo

	Rentabilidad esperada	Riesgo esperado
Fondo 1 (Conservador)	BAJA	BAJO
Fondo 2 (Mixto)	MEDIA	MODERADO
Fondo3 (Crecimiento)	ALTA	ALTO

Fuente: SBS (2014). Elaboración propia 2015.

El comportamiento que tienen los inversores frente al riesgo se caracteriza por el grado de aversión al riesgo y el grado de maximización de utilidades que esperan. Se clasifican en tres grupos:

- Con indiferencia al riesgo: Cuando el equivalente de certeza es igual al valor esperado.
- Con preferencia por el riesgo: Cuando el equivalente de certeza es mayor al valor esperado.
- Con aversión al riesgo: Cuando el equivalente de certeza es menor al valor esperado.

Dados los objetivos de cada fondo, el reto que tienen las AFP es encontrar el portafolio óptimo que maximice la rentabilidad con el menor riesgo posible para cada tipo de fondo, el cual va a depender del horizonte laboral, del grado de aversión al riesgo y de las expectativas de rendimiento de los tres grupos de afiliados.

2. Modelo de Markowitz

Harry Markowitz, en su artículo “Portfolio Selection” publicado en 1952, desarrolló un enfoque sobre la conducta de los inversionistas en un período de incertidumbre, denominado Enfoque Media-Varianza, en el que los inversionistas desean obtener la máxima rentabilidad con aversión al riesgo⁸, aceptando como medida del riesgo la desviación estándar de su inversión. El inversionista seleccionará la cartera que le proporcione la máxima rentabilidad posible para un riesgo dado, es decir, la cartera que sea eficiente.

El conjunto de carteras eficientes se obtiene resolviendo:

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Donde $i=1, 2, \dots, n$ $j=1, 2, \dots, n$

Sujeto a:

$$E(\mathbf{r}_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \qquad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Donde:

w_i es la proporción del presupuesto del inversor destinado al activo i

σ_p^2 es la varianza de la cartera p

8 Markowitz, Harry (1952). “Portfolio Selection”. *Journal Of Finance*, Vol. 7, Marzo 1952, pp. 71-91.

σ_{ij} es la covarianza entre los rendimientos de los valores i y j

$\mathbb{E}(r_p)$ es la rentabilidad o rendimiento esperado de la cartera p

ρ_{ij} es el coeficiente de correlación entre los rendimientos de los activos i y j.

Tal que $-1 \leq \rho \leq 1$, Donde:

$\rho_{ij} = 1$ Los rendimientos se mueven en el mismo sentido y proporcionalmente

$\rho_{ij} = -1$ Los rendimientos se mueven en sentidos opuestos y se compensan entre sí

$\rho_{ij} = 0$ Los rendimientos de los dos activos no tienen relación alguna.

3. Índice de Sharpe

En 1994, William Sharpe desarrolló un índice⁹ para medir el desempeño de los fondos mutuos, calculando el exceso de retorno por unidad de riesgo. Según él, los inversionistas realizan su inversión con una relación retorno-riesgo “predicha”, la cual genera una frontera de posibilidades de inversión. El índice es la pendiente de la frontera de posibilidades de inversión, siendo la alternativa más eficiente la que tenga la pendiente más elevada, o el índice de Sharpe más elevado.

4. Evidencia empírica

El esquema de multifondos se presenta como una alternativa de inversión para que los portafolios administrados por las AFP alcancen la frontera eficiente a través de la diversificación de sus activos. Bajo este esquema existen diversos estudios realizados en América Latina, siendo Colombia, Chile y Perú los países que se han tomado como referencia.

4.1 Colombia

Revéiz y León (2006), concluyeron que era contrario a mezclar en un mismo portafolio diversos perfiles de riesgo, diferenciados en la práctica por edades, capacidad de ahorro y expectativas de retorno. Advirtieron que el nuevo esquema de multifondos mejoraría el acceso de los administradores a niveles superiores de retorno por unidad de riesgo (ratio de Sharpe) y a mayores beneficios de diversificación, dependiendo de las características de cada sector de la población.

Jara Pinzón, Gómez Restrepo y Pardo Amézquita (2005), a través del modelo de Markowitz, encontraron que los fondos de pensiones en Colombia estaban por debajo de la frontera eficiente, y que todos los portafolios eficientes tenían exposición a activos externos de 20% y esta era la

9 Sharpe (1994).

única restricción que reducía notablemente la eficiencia del portafolio. Se obtuvo una pérdida de rentabilidad real esperada de 1% de la cartera simulada con respecto al portafolio eficiente con un nivel similar de riesgo.

4.2 Chile

Berstein y Chumacero (2005), en su trabajo sobre la cuantificación del costo financiero para los afiliados al sistema previsional chileno causado por las restricciones, obtuvieron una medida del 10 % de pérdida en la rentabilidad acumulada en un período de 22 años.

Con el esquema de multifondos aplicado en Chile, Bernstein, Fuentes y Torrealba (2011), afirmaron que se tenía un elemento importante para enfrentar escenarios de crisis financiera como la que se presentó en el año 2008, ya que existen alternativas de inversión para los que prefieren tomar más riesgos y para los más conservadores, así como restricciones que permiten acotar el riesgo que pueden asumir los afiliados.

Chaparro y Foxley (2010), analizaron los fondos de pensiones desde un enfoque de rentabilidad ajustada por riesgo a través del índice de Sharpe y coeficientes de información. A través de los *benchmarks* obtenidos, identificaron que en un período de estabilidad económica el fondo más riesgoso fue el más eficiente, siendo lo inverso en el período de crisis.

4.3 Perú

Rivas Llosa y Camargo (2002), analizaron el efecto de los límites impuestos a las inversiones de las AFP a través del modelo de Markowitz-Sharpe, cuyo portafolio óptimo se desplazaba en función del ratio de Sharpe óptimo; usando datos diarios entre abril y setiembre concluyeron que la rentabilidad por unidad de riesgo en ese período pasó de 0,463 a 0,323 debido a las restricciones vigentes.

Ortiz, Chirinos y Hurtado (2010) estimaron la frontera eficiente de las AFP incluyendo operaciones en corto (préstamos en activos). Utilizaron el modelo de Merton con ocho activos y midieron el desempeño de las AFP para el período 1995-2004. Utilizando el índice de Sharpe, los autores concluyeron que la regulación afectó el desempeño de las AFP, aumentando los niveles de riesgo y reduciendo los niveles de rentabilidad, ya que los activos más riesgosos tenían límites inadecuados.

El trabajo de Pereda (2007), utilizó el modelo clásico de la frontera eficiente (media-varianza) de Markowitz, utilizando *proxys* para cada activo que describa el rendimiento que se necesita para la estimación. Él concluyó que la rentabilidad potencial de las AFP entre el año 1995-2004 había sido menor a la potencial en 2,5 puntos porcentuales, siendo 1,9 puntos porcentuales atribuibles a los límites de inversión impuestos y 0,6% por la administración de las AFP. Finalmente recomendó se incorpore el ratio de Sharpe para cada fondo ofrecido como herramienta para la toma de decisión del afiliado, a fin de que incluya el riesgo y no solo la rentabilidad para escoger su tipo de fondo.

Tabla 6. Características de fondos privados de pensiones en Chile, Perú y Colombia

Tipo de Fondo	Límite Máximo RV	Valor del Fondo (Mill. US\$)	No. Afiliados	Tiempo en multifondos (años)
CHILE				
Fondo A - Más riesgoso	80	162.016	9.268.872	12
Fondo B - Riesgoso	60			
Fondo C - Intermedio	40			
Fondo D - Conservador	20			
Fondo E - Más conservador	5			
PERÚ				
Fondo 3 - Crecimiento	80	37.967	5.268.457	7
Fondo 2 - Mixto	45			
Fondo 1 - Conservador	10			
COLOMBIA				
Fondo más riesgoso	70	71.205	10.833.526	1
Fondo moderado	45			
Fondo conservador	20			
Fondo retiro programado	20			

Fuente: Superintendencia de Pensiones de Chile, ASOFONDOS, SBS (2012).

Capítulo IV. Metodología para estimar las fronteras eficientes por tipo de fondo

1. Principales supuestos

- a) No es posible realizar ventas en corto para las AFP dentro del período de estudio, es decir, no se puede vender un activo que se ha tomado en préstamo y usar este para la compra de otro activo. Se considerarán restricciones positivas:

$$w_i \geq 0 \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- b) No se ha incorporado un activo libre de riesgo como en los trabajos anteriores.
c) Se consideran las restricciones normativas por tipo de fondo vigentes a noviembre de 2012.

2. Selección de activos

Para aplicar la metodología de la frontera eficiente, se agregaron las inversiones del portafolio administrado por las AFP en ocho activos, para aproximarse a la verdadera cartera en la que invierten las AFP.

Tabla 7. Ocho proxys utilizados para el cálculo de los retornos

N °	Instrumento elegible de AFP	Proxy utilizada
X1	Valores emitidos por Estado	Bono soberano Soles 12AGO2020
X2	Valores emitidos por BCRP	CDBCRP
X3	Bonos locales	Scotia Fondo Premium RF en Soles
X4	Acciones locales	Índice Selectivo BVL
X5	Depósitos en moneda nacional	TIPMN bancaria 180-360 días
X6	Depósitos en moneda extranjera	TIPMEX bancaria 180-360 días
X7	Acciones en el exterior	S & P 500 Índice
X8	Bonos en el exterior	NYSE 7-10 year treasury bond index

Fuente: Elaboración propia 2015.

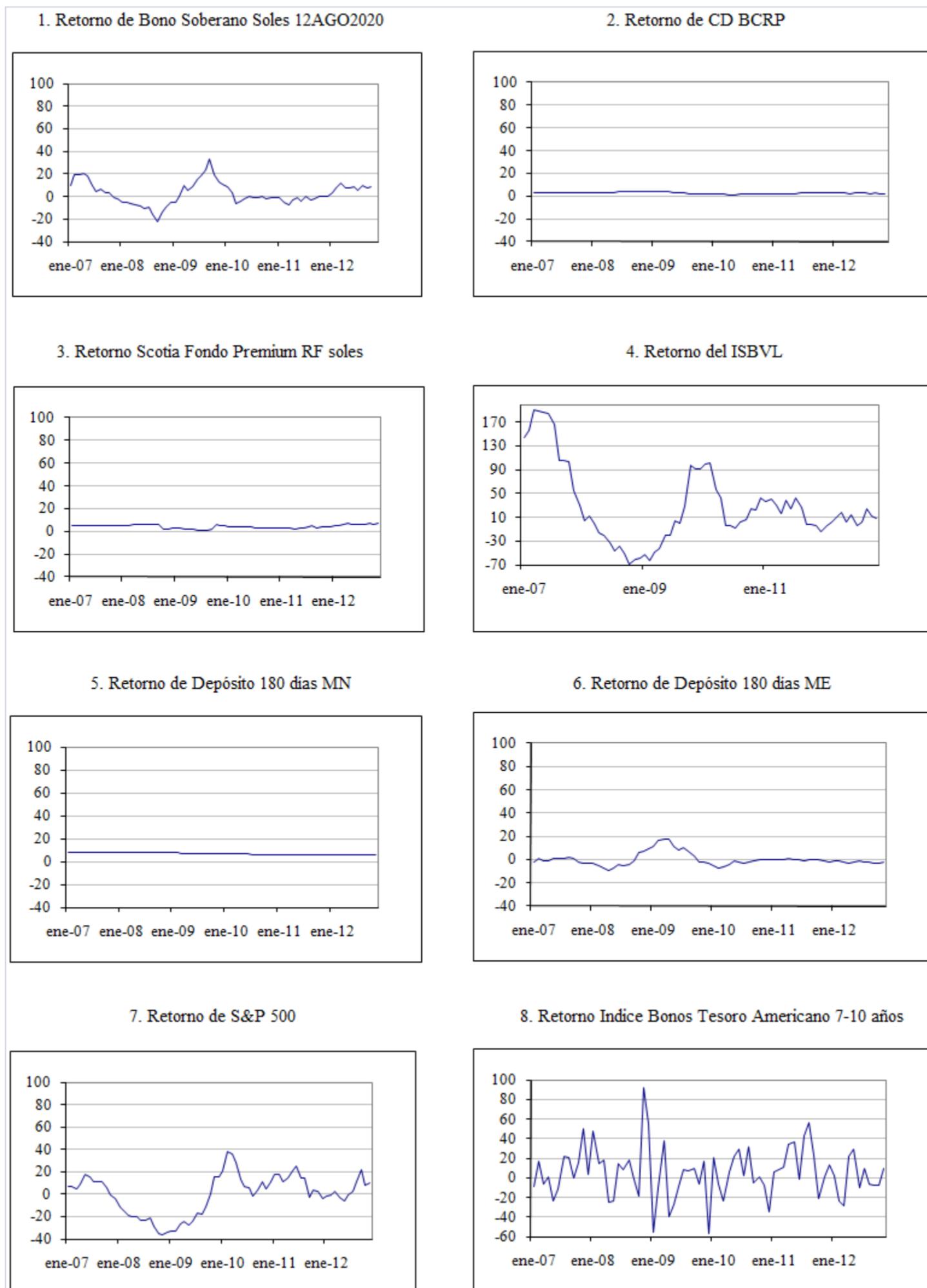
La información obtenida de los rendimientos nominales a 12 meses de cada activo a través básicamente de Bloomberg, se observa en la tabla siguiente para ocho instrumentos elegibles y el comportamiento de cada activo se aprecia en el gráfico 4.

Tabla 8. Rendimientos nominales a 12 meses para cada activo

Mes	Bonos Gob.	Cert.BCRP	Bono local	Acc.local	Dep MN	Dep ME	Acc.ext	Bono ext.
ene-07		3,20	4,68	144,71	7,85	-2,13	6,43	-9,41
feb-07	10,15	3,20	4,72	156,18	7,92	0,84	6,85	16,95
mar-07	18,86	3,20	4,74	191,70	7,98	-0,74	5,12	-6,28
abr-07	19,74	3,10	4,80	188,36	8,04	-0,70	8,50	0,89
may-07	20,12	3,10	4,81	187,25	8,08	0,53	17,10	-24,14
jun-07	18,74	3,10	4,82	185,29	8,11	1,09	15,48	-11,53
jul-07	9,19	3,20	4,88	166,62	8,13	1,47	11,45	22,08
ago-07	4,69	3,20	4,90	105,71	8,13	1,67	10,69	20,79
sep-07	6,08	3,30	4,91	105,84	8,12	0,61	10,84	0,21
oct-07	3,59	3,40	4,96	103,81	8,04	-2,65	5,72	15,62
nov-07	2,79	3,40	5,01	55,33	7,97	-2,77	-1,11	49,86
dic-07	-1,15	3,30	5,13	31,03	7,91	-2,90	-3,47	3,27
ene-08	-1,81	3,20	5,25	4,29	7,83	-3,46	-11,73	47,41
feb-08	-4,89	3,20	5,41	12,88	7,76	-4,78	-14,33	14,94
mar-08	-4,73	3,30	5,61	0,70	7,69	-7,60	-18,66	18,33
abr-08	-6,71	3,20	5,95	-16,39	7,63	-9,33	-20,03	-25,29
may-08	-7,04	3,40	6,27	-19,83	7,59	-7,25	-19,96	-24,02
jun-08	-8,58	3,50	6,44	-31,54	7,54	-4,53	-23,62	13,98
jul-08	-10,39	3,50	6,37	-46,06	7,50	-5,61	-22,79	8,26
ago-08	-9,83	3,60	6,33	-38,50	7,47	-4,10	-21,37	17,63
sep-08	-15,84	3,70	5,86	-49,75	7,44	-1,06	-29,01	-1,46
oct-08	-22,07	3,70	2,02	-69,62	7,45	6,29	-35,59	-18,19
nov-08	-13,58	3,90	2,05	-60,04	7,44	7,52	-36,45	92,61
dic-08	-9,60	3,80	3,00	-59,73	7,43	9,03	-34,02	55,17
ene-09	-4,77	3,90	2,82	-52,52	7,42	11,44	-33,29	-55,10
feb-09	-4,84	4,10	2,62	-62,55	7,40	16,08	-33,38	-10,33
mar-09	-0,21	4,00	2,35	-49,18	7,36	17,70	-26,75	37,77
abr-09	9,52	3,70	1,92	-43,44	7,32	17,06	-24,78	-39,49
may-09	5,21	3,30	1,48	-19,65	7,28	11,61	-27,63	-27,17
jun-09	8,47	3,00	1,18	-20,31	7,24	8,29	-24,79	-8,78
jul-09	14,52	2,60	1,27	4,51	7,20	10,66	-16,33	7,87
ago-09	17,98	2,30	1,23	0,06	7,16	6,89	-18,44	7,31
sep-09	24,04	2,10	1,77	29,28	7,12	2,95	-11,27	9,65
oct-09	33,14	1,80	5,67	97,21	7,09	-1,85	0,31	-6,34
nov-09	18,90	1,70	5,52	91,50	7,04	-2,01	15,55	16,40
dic-09	13,03	1,60	4,80	91,89	6,97	-3,05	15,87	-56,49
ene-10	10,41	1,40	4,54	100,04	6,88	-4,98	20,68	20,44
feb-10	8,59	1,40	4,34	101,04	6,79	-7,62	38,45	-5,86
mar-10	3,09	1,40	4,18	56,80	6,69	-6,56	36,02	-24,21
abr-10	-5,98	1,30	4,03	42,42	6,57	-4,15	28,02	6,42
may-10	-3,69	1,30	3,88	-4,18	6,45	-1,36	13,57	22,05
jun-10	-2,49	1,40	3,74	-3,29	6,33	-1,71	7,02	29,12
jul-10	0,60	1,50	3,40	-8,45	6,20	-3,10	5,26	1,62
ago-10	-1,00	1,60	3,37	1,18	6,08	-2,02	-2,23	31,74
sep-10	-1,26	1,70	3,33	6,35	5,96	-1,24	3,86	-5,76
oct-10	-0,36	1,80	3,24	24,33	5,84	-0,09	11,39	1,26
nov-10	-1,82	1,80	3,36	23,33	5,75	-0,16	5,00	-7,73
dic-10	-1,04	1,80	2,81	42,86	5,68	0,34	10,63	-34,70
ene-11	-1,23	1,90	2,77	37,40	5,62	-0,02	17,33	5,98
feb-11	-0,55	2,00	3,06	41,25	5,57	-0,58	17,24	8,92
mar-11	-5,39	2,00	2,91	30,11	5,55	0,16	11,25	10,95
abr-11	-7,38	2,10	2,09	16,07	5,55	1,38	14,05	33,73
may-11	-3,34	2,30	2,80	37,92	5,56	-0,28	21,00	36,58
jun-11	-1,31	2,50	3,27	24,66	5,58	-0,44	25,52	-2,05
jul-11	-3,92	2,50	4,08	41,66	5,60	-0,75	14,42	42,99
ago-11	0,11	2,50	5,03	26,65	5,64	-0,12	13,93	56,38
sep-11	-2,68	2,60	3,14	-1,93	5,66	0,41	-2,53	22,77
oct-11	-2,07	2,60	4,08	-2,41	5,69	-0,08	3,78	-20,92
nov-11	0,55	2,60	3,87	-3,93	5,69	-1,56	2,04	1,04
dic-11	0,49	2,50	4,50	-14,71	5,69	-2,23	-4,24	13,39
ene-12	0,28	2,50	4,72	-3,05	5,68	-1,40	-1,35	2,64
feb-12	3,58	2,50	5,25	1,59	5,68	-1,15	-0,24	-23,86
mar-12	7,92	2,50	5,76	10,97	5,67	-1,91	2,34	-29,11
abr-12	12,26	2,40	7,10	18,66	5,65	-3,65	-3,12	21,29
may-12	7,85	2,50	5,66	1,65	5,64	-1,82	-6,40	28,74
jun-12	7,29	2,50	6,04	13,96	5,62	-1,40	-0,24	-9,94
jul-12	9,04	2,50	6,48	-4,97	5,59	-1,89	2,86	9,55
ago-12	5,18	2,40	5,65	2,12	5,56	-2,52	10,89	-6,25
sep-12	9,33	2,50	7,65	24,62	5,54	-3,16	22,19	-7,21
oct-12	7,11	2,40	6,65	12,05	5,52	-3,30	7,39	-8,09
nov-12	8,34	2,40	6,91	7,72	5,51	-1,95	9,64	9,55

Fuente: Bloomberg (2014) y BCRP (2014).

Gráfico 4. Evolución de los retornos de los activos que componen portafolio estimado



Fuente: Bloomberg (2014) y BCRP (2014).

Para los activos en moneda extranjera se ha considerado la devaluación en cada caso. Los instrumentos individuales que representan a los tres tipos de fondos se han comparado con la rentabilidad promedio histórica del sistema para el período enero 2007-noviembre 2012 de cada tipo de fondo.

Tabla 9. Rendimientos históricos de las AFP a 12 meses nominal por tipo de fondo

Mes	Fondo 1	Fondo 2	Fondo 3
ene-07	16,87	30,33	84,57
feb-07	18,68	34,21	85,94
mar-07	20,76	38,43	96,68
abr-07	23,45	45,85	109,01
may-07	24,94	51,11	110,95
jun-07	23,77	53,70	107,51
jul-07	22,73	53,72	106,32
ago-07	17,96	41,97	80,53
sep-07	16,07	36,60	67,96
oct-07	15,51	37,47	72,16
nov-07	13,35	29,37	54,95
dic-07	10,57	24,96	43,46
ene-08	8,37	18,28	28,90
feb-08	7,90	13,15	19,98
mar-08	6,97	12,53	18,01
abr-08	4,46	5,16	6,56
may-08	2,66	0,99	-0,42
jun-08	2,75	0,72	-0,80
jul-08	-0,65	-8,81	-15,20
ago-08	0,22	-8,68	-15,23
sep-08	-1,46	-11,52	-18,33
oct-08	-8,04	-26,99	-39,66
nov-08	-6,56	-25,78	-39,55
dic-08	-4,26	-21,87	-37,84
ene-09	-1,35	-17,17	-32,57
feb-09	-1,86	-18,67	-34,52
mar-09	-2,09	-19,26	-35,76
abr-09	0,59	-14,03	-29,65
may-09	0,91	-11,89	-26,16
jun-09	1,87	-9,34	-21,70
jul-09	5,87	-2,06	-12,76
ago-09	7,60	4,97	-2,56
sep-09	11,35	12,60	7,99
oct-09	19,52	36,42	46,44
nov-09	18,29	38,29	53,71
dic-09	16,36	33,21	52,47
ene-10	14,33	30,73	52,78
feb-10	12,02	27,25	47,49
mar-10	12,31	29,53	50,61
abr-10	9,71	24,46	42,55
may-10	7,29	16,79	26,67
jun-10	5,70	13,53	18,45
jul-10	6,25	14,45	19,08
ago-10	7,83	14,78	18,86
sep-10	6,95	14,13	20,65
oct-10	8,27	16,35	25,19
nov-10	8,39	17,51	29,79
dic-10	7,91	18,44	34,52
ene-11	7,83	17,12	30,66
feb-11	9,37	20,34	37,15
mar-11	7,57	15,29	27,40
abr-11	5,38	8,96	15,77
may-11	7,43	12,83	23,30
jun-11	8,29	10,63	18,71
jul-11	8,24	10,78	20,32
ago-11	6,46	5,92	9,88
sep-11	5,92	2,01	0,82
oct-11	2,47	-5,85	-12,66
nov-11	2,99	-5,58	-13,50
dic-11	3,02	-7,06	-17,32
ene-12	4,09	-3,61	-12,02
feb-12	6,11	0,88	-6,49
mar-12	7,72	3,06	-2,03
abr-12	9,64	5,94	2,37
may-12	9,00	2,82	-4,22
jun-12	9,17	4,76	-0,91
jul-12	9,11	3,94	-3,48
ago-12	8,90	5,03	0,42
sep-12	9,56	7,76	5,63
oct-12	11,64	11,36	11,42
nov-12	11,25	9,68	8,36

Fuente: Información mensual SBS (2014).

Gráfico 5. Rendimientos históricos versus estimados de los tres fondos



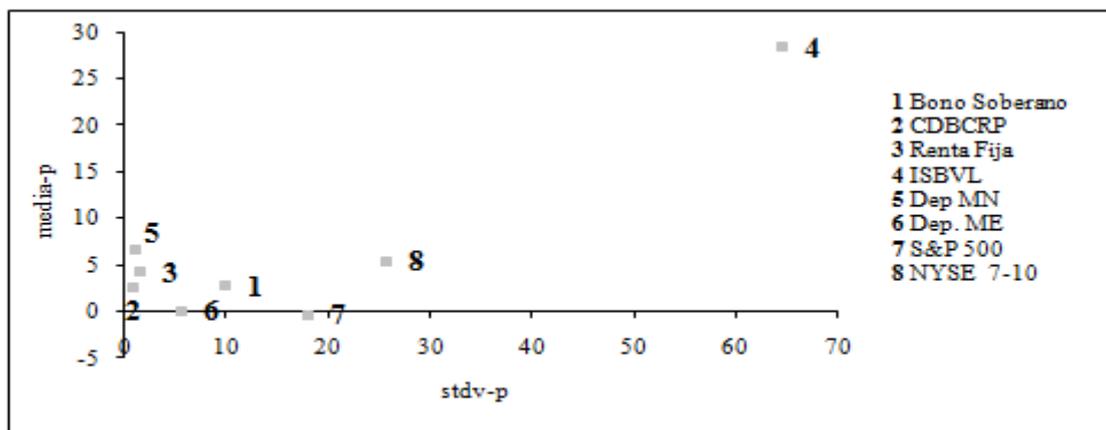
Fuente: Bloomberg (2014) y BCRP (2014).

La bondad de ajuste entre los retornos estimados y los retornos históricos del sistema para cada fondo se mide a través del coeficiente de correlación. Los coeficientes de correlación fueron 0,83, 0,88 y 0,94 para los fondos tipo 1, 2 y 3, respectivamente en el período en estudio. Para el cálculo de los rendimientos estimados se obtuvo la composición porcentual de los portafolios de SPP mes a mes (anexos 1,2 y 3).

3. Construcción de fronteras eficientes

Se observa en el gráfico, que durante el período en estudio, el portafolio promedio de las AFP fue conservador, ubicándose cerca de la zona de menor riesgo, siendo el activo de renta variable local el más volátil dentro del portafolio promedio (activo 4).

Gráfico 6. Retorno y riesgo estimado de cada activo



Fuente: Elaboración propia 2015.

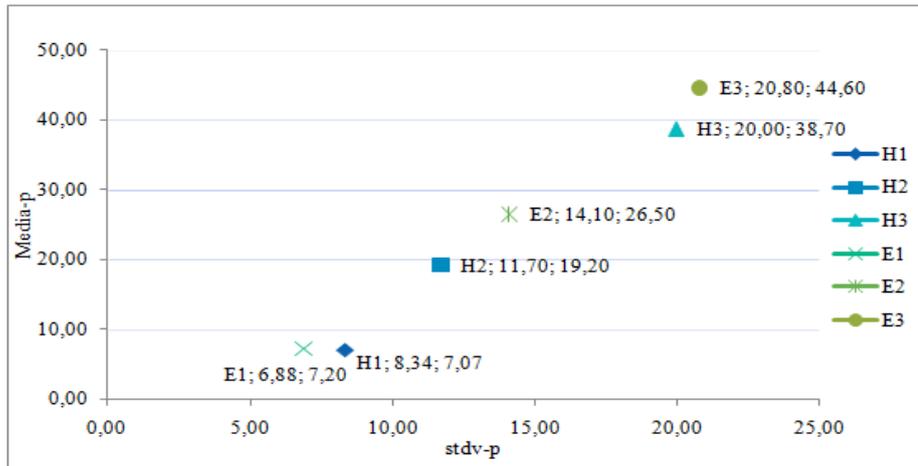
Tabla 10. Retorno y desviación estimada promedio

Ejes	1	2	3	4	5	6	7	8
media	2,70	2,65	4,30	28,39	6,73	0,06	-0,33	5,41
stdv-p	9,86	0,77	1,57	64,63	0,96	5,52	18,01	25,82

Fuente: Elaboración propia 2015.

Los retornos promedio son los mismos para los tres tipos de fondos, mientras que la composición porcentual de cada activo es lo que difiere en cada portafolio estimado, por lo que el retorno y riesgo promedio estimado e histórico se comporta según el gráfico siguiente.

Gráfico 7. Comparación de riesgo y retorno promedio histórico y estimado



Fuente: Elaboración propia 2015.

El comportamiento observado guarda relación con el perfil del afiliado por tipo de fondo, siendo el fondo tipo 3 el que ha obtenido el mayor retorno en el portafolio y asumido mayor riesgo (E3 y H3), y el fondo tipo 1 ha sido más conservador y el que obtuvo menor retorno (E1 y H1).

Pero con esta gráfica no se puede determinar cuál fondo se encuentra cerca de su frontera eficiente y cuánto ha ganado o perdido en términos de rentabilidad. Antes de iniciar las iteraciones que se requieren con el *solver*, se ha calculado la matriz de varianzas y covarianzas de los ocho activos y la matriz de correlaciones respectiva que utilizará el *solver*.

Tabla 11. Matriz de varianzas - covarianzas y coeficientes de correlación

Matriz de varianzas - covarianzas								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	95,79	-1,98	1,64	399,01	0,93	1,14	60,87	-55,44
2	-1,98	0,58	0,06	-9,17	0,45	1,77	-9,72	1,27
3	1,64	0,06	2,43	20,10	0,00	-5,87	5,68	-1,35
4	399,01	-9,17	20,10	4118,48	18,83	-99,47	731,36	-147,10
5	0,93	0,45	0,00	18,83	0,92	0,87	-6,54	-0,20
6	1,14	1,77	-5,87	-99,47	0,87	30,05	-49,40	-2,59
7	60,87	-9,72	5,68	731,36	-6,54	-49,40	319,95	-22,30
8	-55,44	1,27	-1,35	-147,10	-0,20	-2,59	-22,30	657,13

Matriz de coeficientes de correlación								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0	-0,3	0,1	0,6	0,1	0,0	0,3	-0,2
2	-0,3	1,0	0,1	-0,2	0,6	0,4	-0,7	0,1
3	0,1	0,1	1,0	0,2	0,0	-0,7	0,2	0,0
4	0,6	-0,2	0,2	1,0	0,3	-0,3	0,6	-0,1
5	0,1	0,6	0,0	0,3	1,0	0,2	-0,4	0,0
6	0,0	0,4	-0,7	-0,3	0,2	1,0	-0,5	0,0
7	0,3	-0,7	0,2	0,6	-0,4	-0,5	1,0	0,0
8	-0,2	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	1,0

Fuente: Elaboración propia 2015.

La matriz de correlaciones muestra que las combinaciones de certificados BCRP y acciones del exterior generan beneficios de diversificación al igual que combinaciones de bonos locales con depósitos en moneda extranjera, por tener coeficientes de correlación de -0,70 cercano a -1. Caso contrario, se pierde en rentabilidad el combinar acciones locales con bonos del Gobierno al igual que con acciones locales con acciones del exterior, al tener coeficientes de correlación cercanos a 1 (0,63).

Sobre los datos anteriores se han estimado tres fronteras eficientes mediante el programa *solver* de Excel. El proceso matemático que realiza el *solver* es un proceso de optimización¹⁰ donde se maximiza θ (Theta).

Función Objetivo:

$$\text{Max}\theta = \frac{E(r_x) - c}{\sigma_p}$$

Sujeto a $\sum_{i=1}^N x_i = 1$; $x_i \geq 0$

Donde:

$$E(r_x) = \sum_{i=1}^N x_i E(r_i) \qquad \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}}$$

Se asigna un valor inicial de “c” en la función objetivo; con los valores del resto de variables, la función *solver* obtiene los valores máximos de R_p y σ_p , los que señalan un punto en la curva del portafolio óptimo. Luego de varias iteraciones se encuentran los puntos de la frontera eficiente hasta que la función objetivo converja hacia un valor.

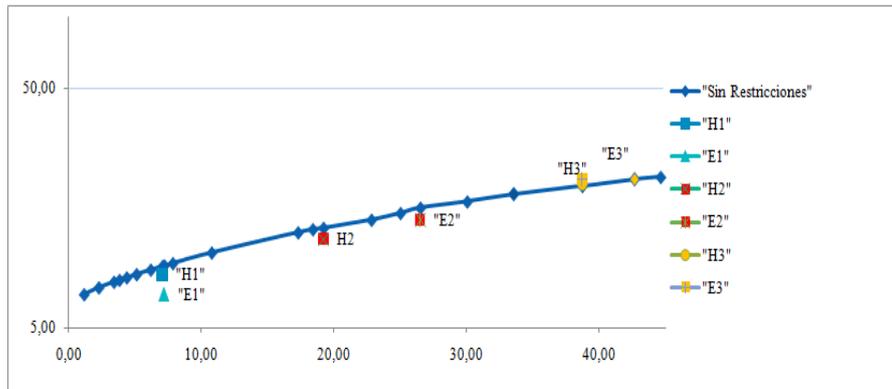
En este caso, las restricciones que se ingresan al *solver* están en función de la tabla 7, donde cada fondo está sujeto a límites operativos y generales según categorías.

Primero se construyó la frontera eficiente para los tres tipos de fondo, ingresando solo dos restricciones: Sujeto a $\sum_{i=1}^N x_i = 1$; $x_i \geq 0$

¹⁰ Capítulo 9 de Benninga (1999).

En el siguiente gráfico se muestra la frontera eficiente sin restricciones y los puntos correspondientes a los portafolios estimados e históricos de los tres fondos.

Gráfico 8. Frontera eficiente sin restricciones



Fuente: Elaboración propia 2015.

Se observa la concavidad de la frontera eficiente sin restricciones y en la matriz de coeficientes de correlación anterior se puede combinar distintos activos para obtener ganancias por diversificación. Lo ideal sería encontrar correlación perfectamente negativa, para que el riesgo del portafolio sea cero, en este caso las correlaciones llegan a -0,7 como máximo.

3.1 Frontera eficiente del fondo 1

En la construcción de la frontera eficiente se ingresaron las siguientes restricciones al *solver*:

$$\text{Sujeto a } \sum_{i=1}^N x_i = 1 \quad x_i \geq 0, \text{ para } i=1,2,\dots,8.$$

$$x_1 \leq 30\% ; \quad x_2 \leq 30\% ; \quad x_1 + x_2 \leq 40\%$$

$$x_2 + x_5 + x_6 \leq 40\%$$

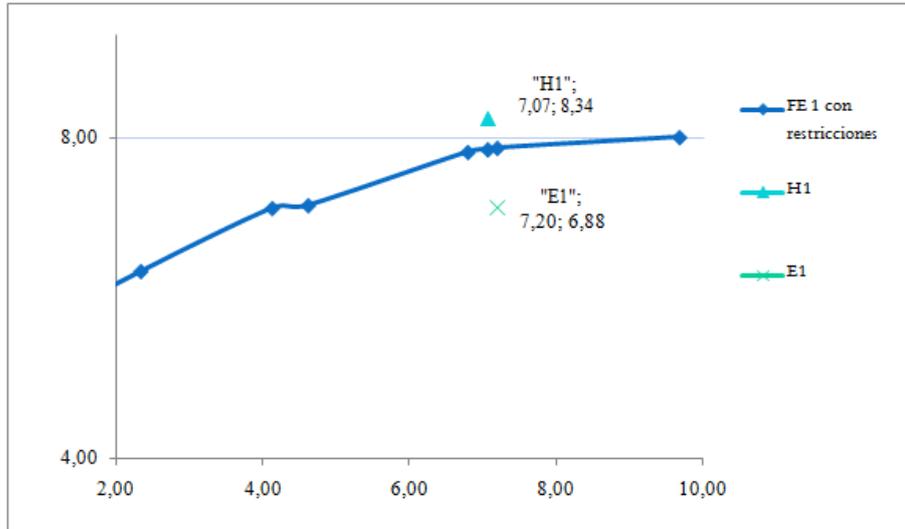
$$x_7 + x_8 \leq 30\%$$

$$x_4 + x_7 \leq 10\%$$

$$x_1 + x_3 + x_8 \leq 100\%$$

En el siguiente gráfico se muestra la frontera eficiente con restricciones y los puntos correspondientes a los portafolios estimados e históricos del fondo 1.

Gráfico 9. Frontera eficiente del fondo 1



Fuente: Elaboración propia 2015.

En el gráfico se observa que el portafolio histórico promedio del fondo tipo 1 se ha ubicado por encima de su frontera eficiente, siendo los bonos locales y los depósitos en soles, los activos que siempre forman parte de la frontera eficiente.

Tabla 12. Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo1

Nro	Activo	Máximo	Mínimo	Frecuencia
X1	Valores emitidos por Estado	0,0%	0,0%	0,0%
X2	Valores emitidos por BCRP	0,0%	0,0%	0,0%
X3	Bonos locales	60,0%	20,0%	100,0%
X4	Acciones locales	10,0%	0,0%	61,5%
X5	Depósitos en MN	40,0%	26,0%	100,0%
X6	Depósitos en ME	14,0%	0,0%	23,0%
X7	Acciones en el exterior	2,0%	0,0%	23,0%
X8	Bonos en el exterior	30,0%	0,0%	69,2%

Fuente: Elaboración propia 2015.

3.2 Frontera eficiente del fondo 2

En la construcción de la frontera eficiente se ingresaron las siguientes restricciones al *solver*:

Sujeto a $\sum_{i=1}^N x_i = 1$ $x_i \geq 0$, para $i=1,2,\dots,8$.

$x_1 \leq 30\%$; $x_2 \leq 30\%$; $x_1 + x_2 \leq 40\%$

$$x_2 + x_5 + x_6 \leq 30\%$$

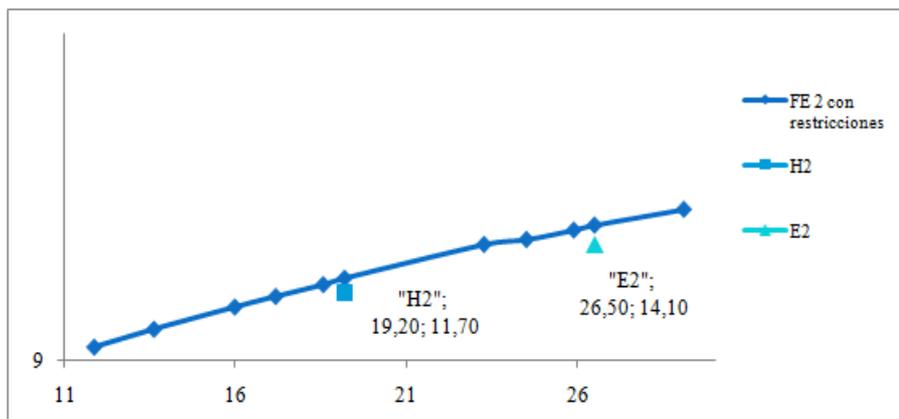
$$x_7 + x_8 \leq 30\%$$

$$x_4 + x_7 \leq 45\%$$

$$x_1 + x_3 + x_8 \leq 75\%$$

En el siguiente gráfico se muestra la frontera eficiente con restricciones y los puntos correspondientes a los portafolios estimados e históricos del fondo 2.

Gráfico 10. Frontera eficiente del fondo 2



Fuente: Elaboración propia 2015.

En el gráfico se observa que el portafolio histórico promedio del fondo tipo 2 se ha ubicado por debajo de su frontera eficiente, al igual que el portafolio estimado promedio.

Tabla 13. Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo 2

Nro	Activo	Máximo	Mínimo	Frecuencia
X1	Valores emitidos por Estado	0,0%	0,0%	0,0%
X2	Valores emitidos por BCRP	0,0%	0,0%	0,0%
X3	Bonos locales	42,0%	0,0%	91,0%
X4	Acciones locales	45,0%	18,0%	100,0%
X5	Depósitos en MN	30,0%	30,0%	100,0%
X6	Depósitos en ME	0,0%	0,0%	0,0%
X7	Acciones en el exterior	0,0%	0,0%	0,0%
X8	Bonos en el exterior	25,0%	10,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia 2015.

3.3 Frontera eficiente del fondo 3

En la construcción de la frontera eficiente se ingresaron las siguientes restricciones al *solver*:

Sujeto a $\sum_{i=1}^N x_i = 1$ $x_i \geq 0$, para $i=1,2,\dots,8$.

$$x_1 \leq 30\% ; \quad x_2 \leq 30\% ; \quad x_1 + x_2 \leq 40\%$$

$$x_2 + x_5 + x_6 \leq 30\%$$

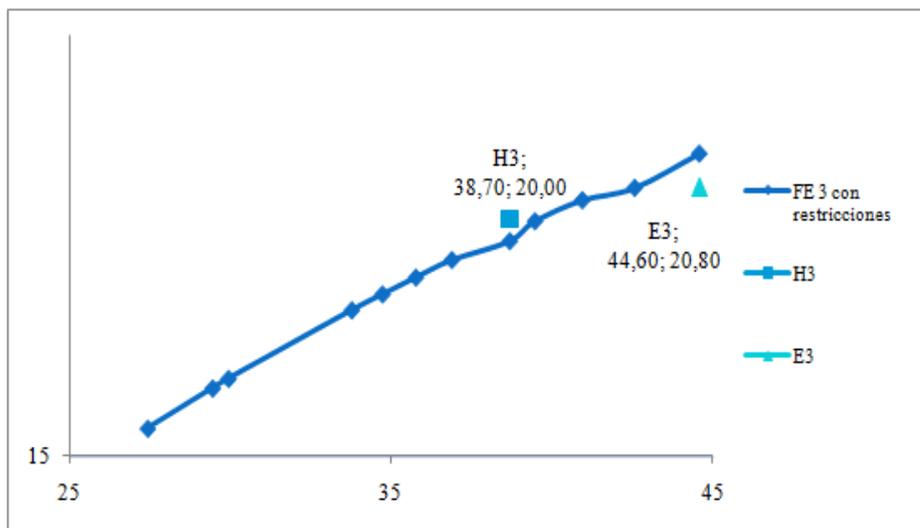
$$x_7 + x_8 \leq 30\%$$

$$x_4 + x_7 \leq 80\%$$

$$x_1 + x_3 + x_8 \leq 70\%$$

En el siguiente gráfico se muestra la frontera eficiente con restricciones y los puntos correspondientes a los portafolios estimados e históricos del fondo 3.

Gráfico 11. Frontera eficiente del fondo 3



Fuente: Elaboración propia 2015.

En el gráfico 11 se observó que en promedio el portafolio histórico del fondo tipo 3 se ha ubicado ligeramente por encima de su frontera eficiente, a diferencia de su portafolio estimado promedio.

Tabla 14. Participación porcentual de cada activo en frontera eficiente del fondo 3

Nro	Activo	Máximo	Mínimo	Frecuencia
X1	Valores emitidos por Estado	0,0%	0,0%	0,0%
X2	Valores emitidos por BCRP	0,0%	0,0%	0,0%
X3	Bonos locales	5,0%	0,0%	8,3%
X4	Acciones locales	69,0%	42,0%	100,0%
X5	Depósitos en MN	30,0%	30,0%	100,0%
X6	Depósitos en ME	0,0%	0,0%	0,0%
X7	Acciones en el exterior	0,0%	0,0%	0,0%
X8	Bonos en el exterior	24,0%	1,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia 2015.

En la tabla 14, los activos de renta fija locales y del exterior forman parte de la frontera eficiente, así como los depósitos en moneda nacional, con una frecuencia del 100% en los tres activos.

Capítulo V. Comprobación de las hipótesis

1. Pérdida o ganancia en la rentabilidad por tipo de fondo

En los tres gráficos anteriores se observa que las fronteras eficientes están por debajo de la frontera sin restricciones, además, en el caso de los fondos tipo 2 y 3, el portafolio estimado se encuentra muy cerca de su frontera eficiente.

Para saber cuánto se ha perdido o ganado en términos de rentabilidad, en la siguiente tabla se observa la diferencia en retornos entre cada fondo con la curva sin restricciones. Para portafolios con similar riesgo, la medida del retorno que se dejó de ganar es la diferencia vertical entre los puntos que se encuentran en la frontera sin restricciones y la frontera eficiente de cada fondo

Tabla 15. Comparación de la composición de portafolios eficientes con y sin restricciones

Portafolio	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	Suma	Retorno	Riesgo
E1	0,20	0,06	0,44	0,07	0,09	0,03	0,02	0,11	1,00	6,87	7,20
P	0,00	0,00	0,37	0,10	0,40	0,00	0,00	0,13	1,00	7,83	7,20
Q	0,00	0,00	0,00	0,11	0,89	0,00	0,00	0,00	1,00	9,08	7,20
E2	0,21	0,01	0,25	0,29	0,03	0,01	0,09	0,10	1,00	14,10	26,50
R	0,00	0,00	0,07	0,41	0,30	0,00	0,00	0,22	1,00	15,20	26,50
S	0,00	0,00	0,00	0,42	0,58	0,00	0,00	0,00	1,00	15,84	26,50
E3	0,07	0,01	0,09	0,55	0,03	0,01	0,18	0,06	1,00	20,79	44,60
T	0,00	0,00	0,00	0,69	0,30	0,00	0,00	0,01	1,00	21,67	44,60
U	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	21,30	44,60
A	0,00	0,00	0,51	0,06	0,40	0,00	0,00	0,04	1,00	6,87	4,13
B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00	0,00	0,00	1,00	6,87	1,16
C	0,00	0,00	0,15	0,36	0,30	0,00	0,00	0,19	1,00	14,10	23,27
D	0,00	0,00	0,00	0,35	0,65	0,00	0,00	0,00	1,00	14,10	22,81
E	0,00	0,00	0,00	0,66	0,30	0,00	0,00	0,04	1,00	20,79	42,59
F	0,00	0,00	0,00	0,66	0,34	0,00	0,00	0,00	1,00	20,79	42,62

Fuente: Elaboración propia 2015.

Para los tres fondos se tiene tres portafolios estimados E1, E2 y E3, así como las fronteras eficientes con restricciones y sin restricciones.

El retorno obtenido por el portafolio estimado del fondo 1 fue 6,87%. Bajo el mismo nivel de riesgo, el retorno de la frontera con restricciones fue 7,83%, menor al 9,08% de la frontera sin restricciones. La pérdida en retorno fue de 1,25 puntos porcentuales.

Para el caso del fondo 2, el retorno estimado para un riesgo de 26,50% fue 14,10%. El retorno de la frontera eficiente con restricciones fue 15,20%, menor en 0,64 puntos porcentuales al retorno de la frontera eficiente sin restricciones.

Y para el fondo administrado tipo 3, el retorno estimado para un riesgo de 44,60 % fue de 20,79 %. La frontera eficiente con restricciones se encuentra por encima de la frontera sin restricciones, y hay una ganancia en retorno de 0,37 puntos porcentuales.

Tanto en las fronteras eficientes de tipo 2 y tipo 3, las curvas se van aplanando y la diferencia vertical de los retornos se reduce; con las restricciones vigentes en el período de estudio, se ha reducido la pérdida en el retorno, porque los activos de mayor riesgo no forman parte de ninguna de las fronteras eficientes.

2. Aumento o disminución en la exposición al riesgo por tipo de fondo

En la tabla 15 se pueden apreciar los tres fondos estimados y la reducción de la exposición al riesgo en cada uno, para los puntos A, C y E.

La diferencia horizontal entre la frontera eficiente y el portafolio estimado equivale a una menor exposición al riesgo de 3,07, 3,23 y 2,01 puntos porcentuales, respectivamente, en cada fondo.

Se observa que en la composición óptima de la frontera eficiente del fondo 1 están presentes los bonos locales, depósitos en soles. Para el fondo 2, se observa la presencia de acciones locales, depósitos en soles y bonos del exterior. Para el fondo 3, la estructura óptima la componen las acciones locales y depósitos en soles.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Luego de la creación de los multifondos, se redujo la exposición al riesgo de los tres fondos, pero a su vez se redujo la rentabilidad en el fondo 1, seguido del fondo 2. En el caso del fondo 3, hubo una ganancia en rentabilidad de 0,37 puntos porcentuales. El fondo que más perdió en rentabilidad fue el fondo 1, a razón de 1,25 puntos porcentuales.

La cartera histórica en este periodo obtuvo una rentabilidad promedio de 8,3%, 11,7% y 20% para los fondos 1, 2 y 3. Luego de la crisis, la rentabilidad se redujo en 7,03%, 7,35% y 8,4%, respectivamente.

En promedio, los niveles de riesgo fueron moderados debido a la regulación vigente y como efecto de la crisis del año 2008; como se observa, el riesgo de la cartera histórica antes de la crisis fue 7,1%, 19,2% y 38,7%, respectivamente, y después de la crisis alcanzó el 5,22%, 15,25% y 26,3% para los fondos 1, 2 y 3.

Se prueba la hipótesis principal que el comportamiento de la frontera eficiente es distinto por tipo de fondo, siendo el fondo 3 el que más se acerca a su frontera eficiente y a la frontera sin restricciones.

Además, las restricciones lograron que la pérdida en rentabilidad fuera menor, el fondo 2 perdió 0,32% en comparación al retorno sin restricciones, siendo este fondo el 70% de lo que administra el sistema privado.

Recomendaciones

Se recomienda modificar el límite máximo de inversión en renta variable para el fondo 1, ya que la rentabilidad estimada ha sido la menor entre los tres fondos, debido a que su límite máximo de inversión se encuentra en el nivel de 10%.

Se recomienda mantener diferentes restricciones en los activos a invertir por las AFP, ya que ha demostrado que las pérdidas de retorno son relativamente bajas, y se sugiere ampliar el estudio con información de fondo tipo 0 (no se contaba con información disponible a 12 meses para el presente trabajo), ya que los afiliados pertenecientes al fondo 0, son los más afectados con las pérdidas de rentabilidad porque están próximos a recibir la pensión y la pérdida que se considera en este trabajo sería para ellos una pérdida efectiva y no estimada.

Bibliografía

Benninga, Simon (1999). *Financial Modeling*. 3rd edition. Massachusetts: MIT Press.

Berstein, Solange; Fuentes, Olga; y Torrealba, Nicolás. (2011). “Esquema de multifondos en Chile”. *DT* núm. 43, enero 2011, Superintendencia de Pensiones de Chile.

Berstein, Solange y Chumacero, Rómulo (2005). “Cuantificación de los costos de los límites de inversión para los fondos de pensiones chilenos”. *DT* N° 3, Abril 2005, Superintendencia de Seguros de Chile.

Bodie, Zvi; Kane, Alex; y Marcus, Alan J. (2005). *Investments*. 6thed. New York: Mc Graw Hill.

Chaparro, Agustín y Foxley R., Juan (2010). *El desempeño ajustado por riesgo de los multifondos de pensiones en Chile*”. Documento de Trabajo. Chile: Facultad de Economía de Universidad Alberto Hurtado. Junio.

Jara Pinzón, Diego; Gómez Restrepo, Carolina; y Pardo Amézquita, Andrés (2005). *Análisis de la eficiencia de los portafolios pensionales obligatorios en Colombia*. Setiembre 2005, Colombia: Subgerencia Monetaria y de Reservas, Banco de la República.

Ley 27988 (2003). Fecha de consulta: 05/04/2015. <<http://docs.peru.justia.com/federales/leyes/27988-jun-2-2003.pdf>>

Ley del Sistema Privado de Administración de Fondos de Pensiones - Decreto Ley 25897 (1992). Fecha de consulta: 05/04/2015. <http://www.sbs.gob.pe/repositorioaps/0/0/jer/normas_regla_spp/tuospp_02-05-2011.pdf>

Markowitz, Harry (1952). “Portfolio Selection”. *Journal of Finance*, Vol. 7, N° 1, marzo 1952, p. 77- 91.

Morán, V. y Troncoso, Cristian (2003). “El rol de los multifondos en el sistema de pensiones chileno. Un análisis de su implementación”. *Revista Panorama Socioeconómico*, Número 27, Chile.

Ortiz, Diana; Chirinos, Miguel; y Hurtado, Yvonka (2010). “La Frontera eficiente y los límites de inversión para las AFP: Una Nueva Mirada”. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, vol. 15, núm. 29, Diciembre 2010, ESAN Publicaciones.

Pereda, Javier (2007). “Estimación de la frontera eficiente para las AFP en el Perú y el impacto de los límites de inversión: 1995-2004”. *DT N° 2007-009*, Mayo 2007, BCRP.

Reglamento de Inversiones de los Fondos de Pensiones en el Exterior - Res. SBS 167-2003 (2003). Fecha de consulta: 05/04/2015. <<http://www.sbs.gob.pe/principal/categoria/sistema-privado-de-pensiones/2591/c-2591>>

Reglamento del TUO del Decreto Ley 25897 - Decreto Supremo 004-98-EF (1998). Fecha de consulta: 05/04/2015. <http://www.sbs.gob.pe/repositorioaps/0/0/jer/leyes_spp_tuo/20150420_RegTUO_Ley_SPP_22-09-2013.pdf>

Revéiz, Alejandro y León, Carlos (2008). “Administración de fondos de pensiones y multifondos en Colombia”. *Serie Borradores de Economía*, Año 2008, núm. 506, Banco de la República de Colombia.

Rivas-Llosa, Roddy y Camargo G. (2002). “Eficiencia financiera de los límites de Inversión para las AFPS: Una aplicación para el caso peruano”. Fecha de consulta: 28/10/2014. <http://www.rhoworks.com/research/Paper_LimitesAFPs_RivasLlosa_Camargo_2002.pdf>

Sharpe, William (1994). “The Sharpe Ratio”. *Journal of Portfolio Management*, p. 49-58.

Texto Único Ordenado del Decreto Ley 25897 - Decreto Supremo 054-97-EF (1997). Fecha de consulta: 20/10/2014. <http://www.sbs.gob.pe/repositorioaps/0/0/jer/normas_regla_spp/tuospp_02-05-2011.pdf>

Van Horne, James C. y Wachowicz, John Jr. (2002). *Fundamentos de administración financiera*. 11a. edición. México: Ed. Pearson.

<http://www.sbs.gob.pe/principal/categoria/sistema-privado-de-pensiones>

<http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>

Anexos

Anexo 1. Pesos de cada activo en el portafolio fondo 1

Mes	Bonos Gob.	Cert.BCRP	Bono local	Acc.local	Dep MN	Dep ME	Acc.ext	Bono ext.
ene-07	27,9	2,0	47,5	10,2	5,6	1,0	0,53	6,17
feb-07	27,6	3,0	45,5	10,3	6,8	1,3	0,51	5,30
mar-07	27,4	1,8	45,5	10,3	4,7	1,2	0,77	7,57
abr-07	29,2	1,3	45,8	10,3	4,3	0,7	0,69	7,40
may-07	28,2	1,1	47,3	9,5	3,8	0,7	0,43	6,56
jun-07	26,0	3,0	44,6	9,8	6,8	1,7	0,57	8,89
jul-07	27,7	3,0	45,8	8,4	5,4	0,6	0,59	7,11
ago-07	27,6	3,7	45,8	8,8	5,5	1,1	0,54	7,31
sep-07	25,1	4,3	45,4	9,0	5,9	2,1	0,74	7,92
oct-07	24,0	7,6	47,7	9,2	3,9	1,4	0,53	6,07
nov-07	22,5	8,7	48,9	8,8	4,2	1,7	0,41	5,14
dic-07	21,2	5,3	52,4	8,7	6,5	0,9	0,61	5,12
ene-08	17,9	8,8	50,1	8,4	5,5	3,3	0,61	5,58
feb-08	14,7	15,5	47,2	9,2	4,6	3,1	0,54	5,33
mar-08	12,1	21,7	46,2	8,8	2,6	2,8	0,87	5,58
abr-08	8,8	24,2	43,9	8,3	4,4	1,1	1,53	8,07
may-08	12,6	18,0	44,3	8,6	6,1	0,7	0,98	8,77
jun-08	10,8	19,0	46,7	8,3	5,7	0,4	1,07	6,52
jul-08	9,7	16,7	50,3	8,0	6,6	0,3	0,93	7,94
ago-08	10,8	16,8	52,0	7,7	4,5	0,2	1,09	7,18
sep-08	10,1	13,5	50,4	7,0	10,3	1,2	1,13	7,14
oct-08	9,5	5,4	53,7	4,1	19,2	2,0	0,48	6,79
nov-08	9,2	3,8	53,3	3,8	17,4	5,3	0,35	6,64
dic-08	9,1	2,8	48,6	3,6	20,6	7,0	0,76	8,10
ene-09	11,8	3,9	46,3	3,0	18,6	10,3	0,74	7,20
feb-09	13,3	1,6	45,5	2,9	15,2	9,3	0,85	12,10
mar-09	19,0	1,0	44,5	3,4	19,7	2,3	0,77	12,14
abr-09	26,8	1,0	44,0	4,1	15,7	1,4	0,74	6,80
may-09	23,6	0,3	43,1	5,4	12,2	3,5	1,61	10,70
jun-09	22,9	0,5	43,8	5,4	11,2	4,1	1,39	9,68
jul-09	23,6	0,5	44,4	5,1	8,5	3,6	1,23	12,07
ago-09	21,5	0,0	44,6	5,2	10,6	1,9	1,72	15,86
sep-09	23,7	0,0	45,0	6,4	10,0	3,0	1,51	9,50
oct-09	22,9	0,9	44,7	6,0	7,7	7,3	1,73	8,91
nov-09	21,8	4,1	44,9	6,3	7,6	5,4	1,81	8,87
dic-09	23,5	2,2	46,8	6,2	5,2	4,9	1,85	10,21
ene-10	28,6	0,0	47,1	5,8	5,4	1,3	2,78	10,26
feb-10	25,5	0,0	46,3	5,5	9,0	2,0	2,40	8,28
mar-10	23,2	0,8	44,4	5,7	10,8	2,4	2,54	10,38
abr-10	21,0	1,6	42,4	5,9	9,2	6,3	2,67	12,48
may-10	18,1	4,2	41,7	5,7	8,1	2,5	3,12	15,35
jun-10	18,0	5,6	40,3	5,6	11,0	1,6	2,75	15,41
jul-10	24,2	0,8	40,7	5,2	6,8	4,1	2,33	16,84
ago-10	26,2	2,2	41,4	4,7	6,2	4,1	2,48	12,62
sep-10	23,4	5,4	40,9	5,5	6,8	2,7	2,43	12,33
oct-10	22,2	0,0	41,3	6,3	7,4	7,9	2,51	13,00
nov-10	23,0	0,4	41,8	6,8	11,0	1,2	2,56	13,86
dic-10	23,0	0,4	41,8	6,8	10,5	1,8	2,56	13,86
ene-11	21,9	0,0	41,7	7,0	9,6	3,4	2,80	13,86
feb-11	18,8	1,8	40,5	7,6	11,2	4,1	2,82	13,80
mar-11	19,6	3,6	40,3	7,4	11,2	2,1	3,07	13,84
abr-11	18,4	3,7	39,4	7,3	11,4	3,7	3,22	14,43
may-11	19,8	3,0	40,2	7,7	9,2	3,0	2,60	15,51
jun-11	19,6	3,2	39,4	6,9	11,5	2,8	2,88	13,56
jul-11	18,8	3,7	39,5	7,7	10,3	4,2	2,61	13,80
ago-11	18,2	5,6	39,5	7,7	8,4	3,4	2,48	13,70
sep-11	19,0	4,4	40,5	7,2	9,7	3,6	2,04	13,96
oct-11	19,0	4,8	39,1	7,3	7,9	6,1	2,17	13,81
nov-11	19,1	6,0	38,8	6,9	9,7	4,3	1,91	13,15
dic-11	19,3	7,0	38,6	6,2	9,1	4,0	1,97	13,36
ene-12	20,3	8,0	38,7	7,0	9,5	2,2	2,02	13,45
feb-12	19,3	8,5	39,5	7,2	7,6	2,0	2,05	14,07
mar-12	19,1	9,3	38,9	7,4	7,4	1,5	2,06	14,55
abr-12	18,7	9,3	39,1	7,1	6,2	2,7	2,17	14,31
may-12	17,5	9,2	40,2	6,7	7,2	2,2	2,13	16,03
jun-12	17,6	9,1	39,1	6,6	8,1	1,5	1,71	16,34
jul-12	17,6	8,9	39,3	6,3	7,0	2,9	1,63	16,86
ago-12	17,6	8,9	39,3	6,0	7,4	2,8	1,59	16,42
sep-12	16,9	7,8	38,9	6,4	7,3	2,7	1,68	18,61
oct-12	15,8	9,4	38,8	6,5	5,3	4,2	1,54	18,35
nov-12	16,3	9,6	38,2	6,8	5,9	2,4	1,73	19,19

Fuente: Información mensual SBS (2014).

Anexo 2. Pesos de cada activo en el portafolio fondo 2

Mes	Bonos Gob.	Cert.BCRP	Bono local	Acc.local	Dep MN	Dep ME	Acc.ext	Bono ext.
ene-07	15,9	3,6	20,0	41,0	0,0	0,0	4,82	5,52
feb-07	16,7	3,5	20,0	40,9	0,0	0,0	4,37	5,34
mar-07	17,8	3,3	22,4	37,4	0,0	0,0	4,41	5,83
abr-07	17,2	2,4	23,7	39,2	0,0	0,0	4,44	0,00
may-07	18,9	2,1	24,2	38,4	0,0	0,0	4,31	5,04
jun-07	19,2	1,5	23,6	40,6	0,0	0,0	4,05	4,79
jul-07	19,3	1,5	24,5	41,2	0,0	0,0	3,78	4,38
ago-07	19,4	1,5	22,1	42,1	0,0	0,0	3,89	4,61
sep-07	23,9	1,8	20,5	38,9	0,0	0,0	4,41	7,72
oct-07	23,7	1,7	21,1	39,0	0,0	0,0	4,66	7,06
nov-07	23,8	1,7	23,2	37,5	0,0	0,0	4,59	6,82
dic-07	23,5	1,3	23,6	36,8	0,0	0,0	4,95	7,23
ene-08	22,2	2,8	23,8	35,0	0,0	0,0	3,92	7,84
feb-08	19,7	5,1	22,3	37,2	0,0	0,0	3,73	7,58
mar-08	20,0	7,3	22,2	36,9	0,0	0,0	3,61	7,38
abr-08	19,4	7,1	21,8	36,2	0,0	0,0	4,68	8,33
may-08	19,3	4,8	22,3	35,5	0,0	0,0	4,78	9,09
jun-08	19,4	5,3	23,1	34,9	0,0	0,0	5,08	8,55
jul-08	20,3	4,7	25,1	32,3	0,0	0,0	5,45	9,13
ago-08	20,4	4,6	25,8	31,5	0,0	0,0	6,09	9,74
sep-08	22,1	2,5	28,1	30,0	0,0	0,0	5,65	8,94
oct-08	26,4	1,8	32,4	22,2	0,0	0,0	2,87	6,59
nov-08	28,0	1,7	32,7	22,7	0,0	0,0	2,71	6,95
dic-08	28,7	0,9	32,1	22,5	2,2	2,1	4,35	7,96
ene-09	27,5	0,4	32,4	20,9	3,0	2,8	4,69	8,24
feb-09	26,6	0,4	32,5	20,7	2,1	1,5	5,77	10,42
mar-09	26,4	0,0	31,0	23,5	3,1	2,9	3,88	9,17
abr-09	27,2	0,0	31,2	23,4	4,9	1,5	4,17	7,55
may-09	24,9	0,0	29,3	25,3	4,0	0,7	6,30	8,28
jun-09	25,1	0,0	30,1	26,3	2,8	1,2	5,37	9,11
jul-09	24,6	0,0	29,2	27,2	2,8	1,0	5,00	10,10
ago-09	24,2	0,0	27,9	27,2	2,5	0,7	6,78	10,66
sep-09	22,3	0,0	27,5	29,5	1,5	0,1	9,16	9,88
oct-09	22,4	0,0	26,4	28,2	2,2	0,3	10,88	9,60
nov-09	22,7	0,0	24,4	28,2	2,1	1,3	11,76	9,43
dic-09	22,8	0,4	26,2	28,2	1,1	0,6	12,31	8,44
ene-10	23,2	0,4	26,3	28,0	2,1	0,4	12,16	7,58
feb-10	22,0	0,3	26,5	27,5	2,4	0,3	12,07	8,84
mar-10	22,0	0,3	25,0	27,5	2,1	2,2	12,09	8,85
abr-10	22,1	0,0	25,5	28,0	2,2	0,9	12,24	9,10
may-10	22,8	0,2	26,0	27,9	1,3	0,9	12,12	8,71
jun-10	22,7	0,3	24,6	27,4	1,6	1,0	12,57	9,81
jul-10	21,9	0,0	24,7	26,6	3,4	0,5	10,95	12,03
ago-10	21,2	0,9	22,7	24,5	4,1	1,3	12,34	12,88
sep-10	19,7	2,1	21,0	25,9	3,5	2,4	12,46	13,08
oct-10	18,9	0,0	20,2	27,4	6,0	1,3	11,77	14,44
nov-10	20,1	0,0	21,1	27,7	5,2	1,2	11,06	13,70
dic-10	19,3	0,0	20,7	28,1	5,0	1,2	12,88	12,86
ene-11	19,5	0,0	21,7	27,0	4,4	1,9	14,17	11,26
feb-11	18,9	0,2	21,8	27,2	4,3	1,9	14,17	11,66
mar-11	18,6	0,3	22,6	25,9	3,2	2,5	14,90	12,02
abr-11	18,6	0,3	22,8	24,7	5,3	2,0	14,70	11,65
may-11	19,1	0,3	22,6	26,0	4,7	1,9	14,11	11,30
jun-11	19,1	0,3	23,2	23,9	4,4	1,8	14,74	12,44
jul-11	18,1	0,4	23,2	25,6	4,6	1,1	14,63	12,51
ago-11	18,6	0,5	23,7	25,1	4,1	1,3	14,41	12,38
sep-11	19,4	0,7	25,2	24,0	3,4	1,1	13,28	13,05
oct-11	19,3	0,5	23,8	24,1	4,1	0,8	14,02	13,41
nov-11	19,2	0,6	24,5	24,1	3,3	1,2	13,63	13,63
dic-11	18,7	0,5	24,6	23,8	3,1	1,1	13,58	14,53
ene-12	17,7	0,7	22,6	25,3	3,6	1,0	13,70	15,44
feb-12	17,1	0,9	22,9	25,5	3,3	1,3	14,01	14,94
mar-12	17,1	0,8	22,9	26,2	2,6	2,1	13,56	14,87
abr-12	17,3	1,1	22,9	25,5	3,7	1,4	13,43	14,73
may-12	17,2	0,9	24,2	24,8	3,7	1,4	12,52	15,32
jun-12	17,5	1,0	24,0	24,0	4,1	1,7	11,92	15,80
jul-12	18,1	1,2	24,3	23,2	4,4	0,8	11,60	16,43
ago-12	18,2	1,6	24,0	22,9	4,6	1,4	10,70	16,49
sep-12	17,6	2,0	23,8	23,7	3,8	1,6	10,51	17,01
oct-12	17,5	2,5	24,0	23,0	4,2	0,9	10,30	17,58
nov-12	17,5	3,0	23,7	23,0	3,5	0,9	11,08	17,28

Fuente: Información mensual SBS (2014).

Anexo 3. Pesos de cada activo en el portafolio fondo 3

Mes	Bonos Gob.	Cert.BCRP	Bono local	Acc.local	Dep MN	Dep ME	Acc.ext	Bono ext.
ene-07	7,3	0,7	7,3	73,8	4,4	0,8	3,82	1,88
feb-07	6,7	1,6	6,9	73,1	5,6	1,1	3,46	1,72
mar-07	6,7	1,1	7,9	73,0	4,0	1,0	5,22	1,78
abr-07	6,8	0,9	8,1	73,4	2,7	0,4	5,25	1,90
may-07	8,1	0,6	7,8	73,1	2,3	0,5	5,65	2,06
jun-07	7,2	0,7	7,0	72,0	3,6	0,9	6,23	2,68
jul-07	10,0	0,6	6,3	68,8	2,0	0,2	6,39	1,91
ago-07	10,2	0,6	6,5	68,6	5,2	1,0	5,71	2,64
sep-07	10,8	1,0	5,9	66,0	3,7	1,3	7,10	4,85
oct-07	11,0	1,9	5,9	65,6	1,6	0,6	9,28	3,71
nov-07	11,9	1,2	6,5	63,1	1,8	0,8	9,98	4,01
dic-07	11,7	0,5	6,4	62,1	1,1	0,1	12,82	4,41
ene-08	11,7	1,8	6,5	58,4	4,5	2,7	8,99	4,94
feb-08	10,2	3,2	6,0	60,8	2,7	1,8	10,61	4,15
mar-08	10,3	3,6	6,1	63,6	0,8	0,8	11,43	3,86
abr-08	9,4	2,7	5,9	62,3	0,8	0,2	13,99	3,91
may-08	9,0	0,3	6,2	61,6	2,1	0,3	15,79	4,59
jun-08	8,8	0,3	6,3	61,5	2,4	0,2	15,65	5,16
jul-08	9,3	1,4	6,9	59,4	2,6	0,1	14,91	4,76
ago-08	9,1	2,3	7,3	57,2	1,7	0,1	17,50	5,73
sep-08	9,8	0,2	8,3	56,7	3,4	0,4	16,05	5,14
oct-08	12,0	0,7	10,2	48,8	12,2	1,3	9,12	6,47
nov-08	13,6	0,6	11,0	48,5	8,8	2,7	5,32	9,09
dic-08	13,2	0,1	11,0	47,8	10,8	3,7	9,45	5,13
ene-09	13,3	0,1	11,3	47,7	6,7	3,7	10,11	6,38
feb-09	12,4	0,1	12,3	47,6	4,5	2,7	14,31	7,25
mar-09	12,5	0,0	11,2	51,1	7,5	0,9	8,93	7,84
abr-09	15,9	0,0	11,0	52,4	6,2	0,5	7,83	5,93
may-09	12,4	0,0	10,6	56,9	3,2	0,9	10,90	5,36
jun-09	11,4	0,0	11,1	57,7	1,6	0,6	10,02	6,15
jul-09	10,6	0,0	13,8	58,0	2,5	1,1	9,64	6,99
ago-09	10,1	0,0	11,1	56,7	2,5	0,5	12,38	7,37
sep-09	8,3	0,0	10,1	59,3	1,1	0,3	16,28	4,31
oct-09	7,9	0,0	10,4	56,9	1,2	1,1	19,20	4,28
nov-09	7,3	0,0	10,7	54,3	2,1	1,5	21,95	4,39
dic-09	5,9	0,3	10,5	53,3	1,3	1,2	22,12	3,54
ene-10	5,8	0,7	11,0	53,8	2,0	0,5	22,26	4,26
feb-10	5,8	0,0	10,6	51,5	2,4	0,5	23,19	5,26
mar-10	5,9	0,0	10,5	52,1	2,4	0,5	23,13	4,64
abr-10	6,1	0,0	10,4	52,7	1,8	1,2	23,07	4,02
may-10	5,2	0,6	11,2	53,1	1,8	0,5	22,50	4,12
jun-10	5,1	1,0	11,3	53,0	2,5	0,4	22,42	4,53
jul-10	5,9	0,0	10,9	51,2	1,3	0,8	21,98	6,84
ago-10	5,3	0,7	9,3	47,8	2,1	1,4	25,39	8,16
sep-10	5,0	1,3	9,1	49,8	1,5	0,6	25,12	7,01
oct-10	4,8	0,0	9,0	51,8	0,8	0,9	23,76	8,76
nov-10	4,2	0,0	8,6	51,8	2,9	0,3	23,39	8,66
dic-10	4,1	0,0	8,5	51,9	3,1	0,5	24,79	7,07
ene-11	4,5	0,0	8,5	50,8	2,2	0,8	26,96	6,55
feb-11	4,3	0,0	8,4	50,9	2,0	0,7	26,67	6,29
mar-11	4,5	0,0	8,3	48,8	3,2	0,6	28,38	6,54
abr-11	4,3	0,0	8,1	46,5	3,6	1,2	29,62	7,02
may-11	4,5	0,0	7,9	49,6	2,3	0,7	28,41	6,43
jun-11	4,7	0,0	8,5	47,3	1,7	0,4	29,28	7,65
jul-11	4,1	0,0	8,6	49,6	2,2	0,9	27,77	7,30
ago-11	3,8	0,0	8,7	48,5	2,1	0,9	26,95	7,35
sep-11	4,4	0,1	9,8	48,7	1,9	0,7	25,84	8,00
oct-11	4,4	0,2	9,1	47,8	2,1	1,6	26,60	8,67
nov-11	4,3	0,3	9,5	48,1	1,7	0,8	25,68	8,37
dic-11	4,7	0,3	9,8	48,5	1,1	0,5	26,37	8,48
ene-12	4,4	0,1	9,0	48,7	2,3	0,5	26,35	8,27
feb-12	4,4	0,1	9,1	49,5	1,9	0,5	26,46	7,51
mar-12	4,2	0,0	9,2	51,2	2,4	0,5	25,02	6,96
abr-12	4,2	0,0	9,4	50,2	2,1	0,9	24,35	7,16
may-12	4,1	0,0	9,6	50,0	2,1	0,6	25,38	7,67
jun-12	4,1	0,0	9,5	48,8	3,5	0,6	24,64	7,78
jul-12	4,4	0,0	9,8	47,4	2,9	1,2	24,88	8,96
ago-12	4,3	0,1	9,8	46,7	4,1	1,5	23,16	10,02
sep-12	4,1	0,5	9,4	47,4	4,2	1,5	23,01	9,20
oct-12	4,1	0,5	9,6	46,8	2,3	1,8	23,63	10,59
nov-12	4,1	0,5	9,3	47,3	2,0	0,8	25,80	9,89

Fuente: Información mensual SBS (2014).

Nota biográfica

Rosa Elizabeth Estrada Rafael

Nació en Lima. Es titulada de la carrera de Ingeniería Económica por la Universidad Nacional de Ingeniería. Cuenta con estudios de especialización en Gestión de Riesgos en Asbanc y Comercio Exterior por Adex.

Tiene más de quince años de experiencia en el sistema financiero. Asimismo, se ha desempeñado en las áreas de Banca Personal, Tecnología, Operaciones y Procesos, en la categoría de Apoderado Especial. Actualmente se desempeña como Analista Senior del Departamento de Planeamiento y Estudios Económicos del Banco de Comercio, y es responsable del planeamiento estratégico del banco y del control de su presupuesto.