



# *Administración de fondos de pensiones y multifondos en Colombia*<sup>1</sup>



*Alejandro Reveiz  
Carlos León*

*Banco de la República  
Colombia*

---

<sup>1</sup> La serie Borradores de Economía es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

# Administración de fondos de pensiones y multifondos en Colombia<sup>†</sup>

Alejandro Reveiz\*  
Carlos León♦

## Resumen

Este documento evalúa la regulación vigente relacionada con la inversión de los recursos de los Fondos de Pensiones Obligatorios (*FPO*), para lo cual se analiza el perfil de eficiencia del sistema dadas sus actuales restricciones. De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que el marco regulatorio de las inversiones de los *FPO* restringen el retorno esperado y hace que los administradores de portafolios no accedan a niveles superiores de retorno por unidad de riesgo con mayores beneficios de diversificación. Las propuestas apuntan hacia la flexibilización de las restricciones a las inversiones y a su adecuación al perfil de riesgo de los cotizantes, utilizando para ello el esquema de multifondos implementado en otros países de la región.

**Clasificación JEL:** G18, G11, G23

**Palabras claves:** Regulación de los Fondos de Pensiones Obligatorios, Fronteras Eficientes, Multifondos, Portafolio de Referencia.

## Abstract

Performing an efficiency profile analysis of the system and its current restrictions, this paper assesses the Compulsory Pension Fund's (*CPF*) investment management regulatory framework. According to the obtained results it's clear that the current legal framework for *CPF*'s investments restricts the expected return and restrains managers from achieving higher levels of return per unit of risk along with higher diversification benefits. The proposals aim at relaxing the investment restrictions and adapting them to the investor's risk profile, implementing a multifund scheme similar to those existing in other countries.

**JEL Classification:** G18, G11, G23

**Keywords:** Compulsory Pension Fund's Legal Frameworks, Efficient Frontier, Multifund, Benchmark.

## Introducción

---

<sup>†</sup> Las ideas y opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de los autores. Agradecemos la colaboración y comentarios de Alberto Musalem, Salvador Valdés, Santiago Montenegro, Ligia Helena Borrero, Claudia Correa, María Fernanda Suárez, Sandra Gómez, Ángela Fino, Carlos Muñoz, Eduardo Orejuela, Sonia Santamaría, Mateo Ossa, Leyla Castillo, Silvia Juliana Mera, David Salamanca, Freddy H. Castro, Jenny Álvarez, María Carolina Gómez, Felipe Lega, María Alejandra Buitrago y Catalina Báez.

\* Investigador Principal de la Subgerencia Monetaria y de Reservas, Banco de la República, E-mail: [areveihe@banrep.gov.co](mailto:areveihe@banrep.gov.co); Teléfono (571) 3430851; Fax (571)2816049.

♦ Profesional Experto en Apoyo de Liquidez y Control de Riesgos del Departamento de Operaciones y Desarrollo de Mercados de la Subgerencia Monetaria y de Reservas, Banco de la República. E-mail: [cleonrin@banrep.gov.co](mailto:cleonrin@banrep.gov.co); Teléfono (571) 3430731; Fax (571)2840228.

Este documento presenta una evaluación de la eficiencia en la administración de los recursos por parte de los Fondos de Pensiones Obligatorios (*FPO*), así como la gestión de activos y pasivos que éstos realizan. Adicionalmente, se propone un esquema de multifondos basado en maximización de riqueza a un horizonte definido con un límite máximo de *drawdown*.

## 1 La eficiencia en la administración de los *FPO*

Con el fin de evaluar el impacto que tienen las limitaciones regulatorias en la eficiencia de los portafolios de inversión de los *FPO* en Colombia, se realizó un ejercicio teórico que permitiera comparar las diferentes combinaciones de activos que un fondo puede obtener en términos de rentabilidad, riesgo y beneficio de diversificación cuando existen restricciones en los activos de inversión. Con este objetivo se construyeron fronteras eficientes de activos riesgosos en dos escenarios: el primero, bajo el supuesto que los portafolios se conformarían con activos disponibles libremente en el mercado (sin restricciones), y el segundo, considerando las restricciones en la inversión que aplican a los *FPO* (con restricciones).

La estimación de las fronteras se efectuó con base en series de los retornos históricos diarios obtenidos para 45 activos con riesgo de mercado durante los últimos seis años, los cuales incluyen activos internos y externos, de renta variable y renta fija, en moneda local y extranjera. La selección de los activos para el ejercicio se efectuó teniendo en cuenta su representatividad en los diferentes tipos de economías y mercados, que pudieran ser catalogados como inversiones admisibles según el antiguo Régimen de Inversión de los Recursos de los Fondos de Pensiones Obligatorias.<sup>2</sup>

Para los ejercicios de optimización se incluyó: (i) un universo de activos significativamente más amplio que en estudios anteriores (Jara, Gómez y Pardo, 2005, Jara, 2006; Martínez y Murcia, 2007; Laserna, 2007); (ii) la exposición cambiaria en pesos es definida en forma independiente de la cantidad de activos en el exterior; i.e. se permite el uso de derivados y (iii) se permiten posiciones especulativas en monedas del G10 a través de derivados. De esta manera es posible evaluar los beneficios de unos lineamientos de inversión globales que resultan en una matriz de covarianza más profunda. Es de esperar que el acceso a otros mercados mejore tanto la razón de Sharpe<sup>3</sup>, como la de información<sup>4</sup>.

El análisis cubre la totalidad del ciclo monetario de los Estados Unidos y, por lo tanto, dos entornos macroeconómicos globales diferentes. En consecuencia, el ejercicio y los cálculos se dividieron en dos períodos: i) la fase de expansión monetaria (desde enero

---

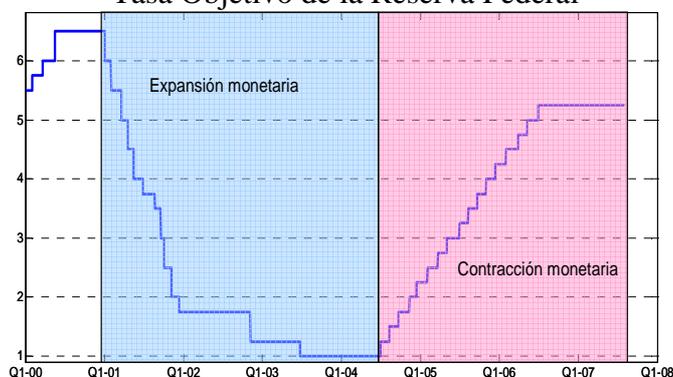
<sup>2</sup> Véase el Capítulo Cuarto del Título Cuarto de la Circular Externa 024 de 2007, de la Superintendencia Financiera de Colombia. En el Anexo No.1 se presenta una descripción de la información utilizada en el modelo, la cual en su totalidad tiene como fuente Bloomberg, a excepción del índice de TES (*IDXTES*), el cual puede ser consultado en Reveiz y León (2008).

<sup>3</sup> Retorno del portafolio ajustado por la tasa sin riesgo dividido por el riesgo del portafolio. Debido a que no afecta los resultados en este documento se utiliza como el retorno de los activos sobre su riesgo.

<sup>4</sup> Exceso de retorno del portafolio con relación al portafolio de referencia dividido por el riesgo relativo entre ambos portafolios (*Tracking Error*).

de 2001 hasta mediados de 2004) y ii) la fase de contracción monetaria (desde mediados de 2004 hasta julio de 2007) – ver gráfico 1.

Gráfico No.1  
Tasa Objetivo de la Reserva Federal



Fuente: Elaboración de los autores con datos de Bloomberg

A partir de la información histórica disponible se utilizó un método de muestreo aleatorio sobre datos históricos no ordenados basado en una simulación de Montecarlo, con la cual se estimó la correlación promedio existente entre los activos, así como la razón de *Sharpe*<sup>5</sup> ( $S$ ) promedio de cada activo, tal como se define a continuación:

$$\bar{S}_i = \frac{\bar{R}_i}{\bar{\sigma}_i} \quad (1)$$

A partir de la razón de *Sharpe* – utilizando estimaciones de riesgo de un modelo GARCH(1,1) sobre las series de los retornos –, se determinó el retorno esperado:

$$E(R_i) = \bar{S}_i \times \hat{\sigma}_i \quad (2)$$

Donde,

$E(R_i)$	Es la rentabilidad esperada del portafolio, activo o índice $i$
$\bar{S}_i$	Es la razón de <i>Sharpe</i> promedio del portafolio $i$ (remuneración por unidad de riesgo)
$\hat{\sigma}_i$	Es una medida de volatilidad estimada (v.g. no condicional, GARCH, implícita)

Utilizando los retornos esperados, las estimaciones de riesgo y la matriz de correlación estimadas a través del muestreo antes descrito, se construyó el conjunto de portafolios riesgosos sin restricciones. Aplicando el teorema de separación<sup>6</sup>, se incluyó un activo

<sup>5</sup> La razón de *Sharpe* puede ser definida como una medida del retorno obtenido por unidad de riesgo asumido y, por lo tanto, es una medida que permite comparar adecuadamente el desempeño de activos o portafolios.

<sup>6</sup> El teorema de separación señala que los inversionistas, independientemente de su función de utilidad y aversión al riesgo, siempre escogerán combinaciones de un activo libre de riesgo y de aquel portafolio de activos riesgosos identificado por ser el punto de tangencia entre la frontera eficiente de activos riesgosos y la línea recta que se origina en el eje vertical a la altura del retorno del activo de cero riesgo de

libre de riesgo de mercado con el fin de calcular la frontera eficiente de activos sin restricciones. Adicionalmente, considerando los límites de inversión aplicables (ver Anexo No.1), se construyeron las fronteras eficientes a las que los *FPO* pueden efectivamente acceder (con restricciones).

Una vez se cuenta con las fronteras eficientes con y sin restricciones para ambos periodos, se puede evaluar y comparar las propiedades de cada portafolio que las compone, tales como la razón de *Sharpe* y el beneficio de diversificación, el cual se definió de la siguiente manera:

$$BD_p = 1 - \left( \frac{\sigma_{p\langle\Sigma=\hat{\Sigma}\rangle}}{\sigma_{p\langle\Sigma=1\rangle}} \right) \quad (3)$$

Donde,

- $\sigma_{p\langle\Sigma=\hat{\Sigma}\rangle}$  Es la volatilidad del portafolio a partir de las correlaciones estimadas de acuerdo con el modelo descrito.
- $\sigma_{p\langle\Sigma=1\rangle}$  Es la volatilidad del portafolio a partir de correlaciones iguales a 1; esto supone que la dinámica de retornos de los activos tiene el mismo sentido y magnitud, por lo que no existe diversificación alguna.
- $0 \leq BD_p \leq 1$  *BD* se encuentra acotado entre 0 y 1. *BD*=0 significa que la volatilidad no se redujo como resultado de la diversificación; *BD*=1 significa que la volatilidad se redujo en un 100%.

Finalmente, teniendo en cuenta la composición de los portafolios eficientes y el comportamiento de los activos a través del tiempo, se realizó una prueba de desempeño efectivo de los portafolios, la cual consistió en “poner a prueba” cada uno de los portafolios eficientes de acuerdo con el comportamiento efectivo de los activos a través del tiempo. La prueba de desempeño, fundamentada en la Teoría de Mercado de Capitales (CMT)<sup>7</sup>, se efectuó sobre estimaciones de las fronteras eficientes con y sin activo libre de riesgo, y permitió evaluar las principales características estadísticas de cada portafolio, con lo cual se pudo evaluar su capacidad para maximizar la riqueza de los cotizantes, al tiempo que se minimiza la probabilidad de una caída abrupta del valor del fondo (*drawdown*<sup>8</sup>).

---

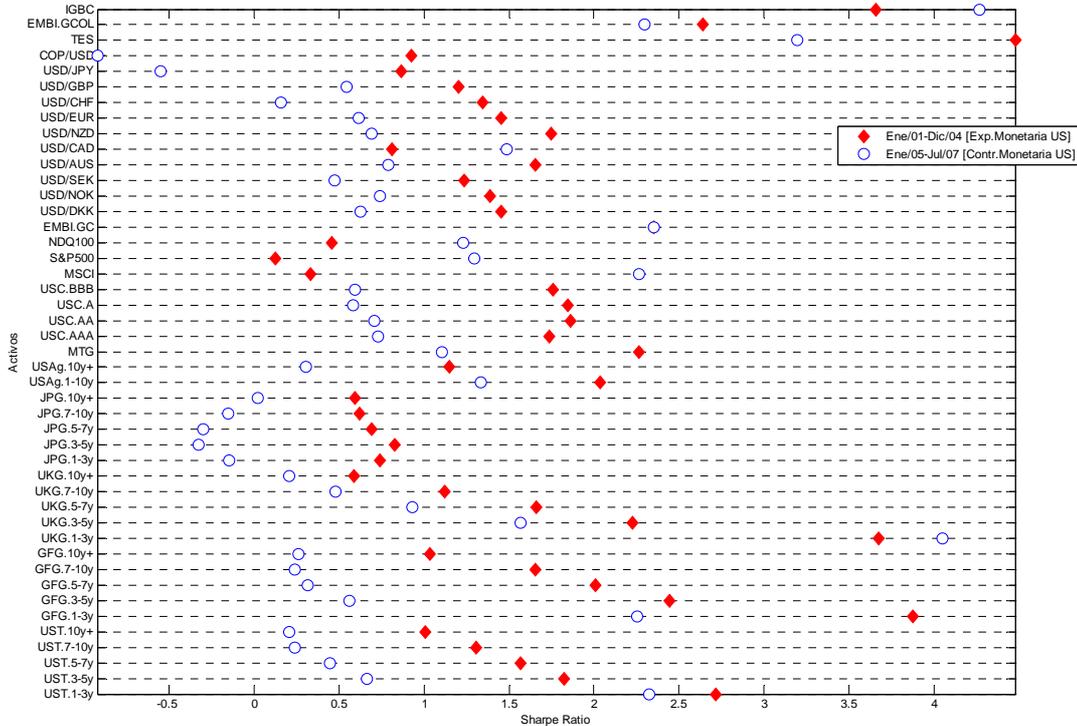
mercado; dicha línea recta se conoce como Línea del Mercado de Capitales (*Capital Market Line*). Se conoce como teorema de separación puesto que implica que el portafolio óptimo de activos riesgosos puede ser identificado separadamente de las preferencias del inversionista. (Danthine J-P. y Donaldson J., 2001)

<sup>7</sup> Este modelo teórico considera, además de los activos riesgosos, la existencia de un activo libre de riesgo de mercado. La principal conclusión del CMT es que al incluir el activo libre de riesgo el portafolio óptimo de activos riesgosos es el mismo para cualquier inversionista, independientemente de su aversión al riesgo o función de utilidad.

<sup>8</sup> El *drawdown* está definido como una medida de riesgo que permite calcular la máxima caída que tiene el precio de un activo en un periodo de tiempo y, por ende, permite determinar el nivel de riesgo que está asumiendo un individuo que cotiza en un *FPO*. Se considera que el *drawdown* es más indicado para

A partir de los retornos y la volatilidad diaria anualizada se calculó la razón de *Sharpe* para los 45 activos con riesgo de mercado seleccionados para cada uno de los dos periodos monetarios ya mencionados. Los resultados se presentan en la gráfica 2.

Gráfico No. 2  
Razón de *Sharpe* de los activos individuales<sup>9</sup>



Fuente: Cálculos de los autores

El periodo de expansión monetaria de los Estados Unidos se caracterizó por un índice de *Sharpe* positivo en los activos de renta fija, local y extranjera, en su mayoría superior al del periodo de contracción, donde resalta el signo negativo de los títulos soberanos del Japón; un índice positivo en el caso de la mayor parte de las principales monedas de reserva durante ambos periodos, aunque superior en la mayoría de los casos durante el periodo de expansión; positivo en el caso del dólar en términos de pesos por la depreciación del peso colombiano durante el periodo de expansión y negativo durante el periodo de contracción por la apreciación del peso; positivo en el caso del IGBC en ambos periodos, destacándose su magnitud por el alto retorno obtenido por el mercado de renta variable local, y positivo en el caso de la renta variable extranjera, aunque mayor en el periodo de contracción.

Con base en la razón de *Sharpe* y la volatilidad condicional<sup>10</sup> promedio para cada periodo, se obtuvo el retorno promedio esperado de cada activo, luego de lo cual,

realizar análisis de largo plazo como el correspondiente al tema de pensiones, dado que medidas alternativas más utilizadas como el *Value at Risk* no son apropiadas ya que no toman en consideración eventos extremos (colas gordas de las distribuciones) y la dinámica de las correlaciones.

<sup>9</sup> Para una descripción de los activos considerados, referirse al Anexo No.1.

<sup>10</sup> La volatilidad condicional se estimó a partir de un modelo GARCH(1,1).

utilizando la correlación promedio correspondiente, se estimó una frontera eficiente de 25 portafolios de activos con riesgo de mercado sin restricciones para cada uno de los periodos considerados. La composición de los 25 portafolios de éstas fronteras eficientes, así como las combinaciones de riesgo de retorno de cada uno, se presentan a continuación:

Tabla No.1  
Composición de los portafolios de las fronteras eficientes de activos riesgosos sin restricciones regulatorias

### 1.1 Período de Expansión

Portafolio	Retorno	Riesgo	Sharpe Ratio	Beneficio de Diversificación	Renta Fija Extranjero	Riesgo Colombia Externo	Riesgo Colombia Local	Renta Variable Extranjero	Renta Variable Local	Monedas
1	0,6%	0,4%	1,64	29,0%	99,6%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
2	3,5%	0,6%	6,22	56,3%	94,0%	0,5%	4,0%	0,7%	0,9%	0,0%
3	6,4%	0,9%	6,97	55,4%	88,3%	1,1%	7,9%	1,0%	1,7%	0,0%
4	9,4%	1,3%	7,09	53,9%	82,6%	1,7%	11,8%	1,3%	2,6%	0,0%
5	12,3%	1,7%	7,03	51,9%	76,0%	2,3%	16,8%	1,0%	4,0%	0,0%
6	15,2%	2,3%	6,73	48,9%	67,6%	2,9%	22,7%	0,9%	5,8%	0,0%
7	18,1%	2,8%	6,41	45,8%	59,2%	3,4%	28,7%	0,9%	7,8%	0,0%
8	21,0%	3,4%	6,16	44,8%	50,9%	4,0%	34,5%	1,0%	9,5%	0,0%
9	23,9%	4,0%	5,97	43,2%	42,6%	4,5%	40,2%	1,1%	11,5%	0,0%
10	26,8%	4,6%	5,81	41,3%	34,4%	5,0%	45,9%	1,1%	13,6%	0,0%
11	29,7%	5,2%	5,67	39,2%	26,2%	5,4%	51,5%	1,1%	15,8%	0,0%
12	32,6%	5,9%	5,53	36,1%	18,3%	5,8%	56,7%	0,8%	18,5%	0,0%
13	35,5%	6,6%	5,40	31,9%	12,8%	5,6%	58,7%	0,4%	22,5%	0,0%
14	38,4%	7,4%	5,21	28,8%	11,0%	4,8%	55,1%	0,2%	28,9%	0,0%
15	41,4%	8,3%	5,00	25,1%	9,3%	4,0%	51,5%	0,0%	35,2%	0,0%
16	44,3%	9,2%	4,79	21,7%	7,5%	3,1%	47,8%	0,0%	41,6%	0,0%
17	47,2%	10,3%	4,60	18,3%	5,7%	2,2%	44,1%	0,0%	48,0%	0,0%
18	50,1%	11,3%	4,43	15,1%	3,9%	1,3%	40,4%	0,0%	54,4%	0,0%
19	53,0%	12,4%	4,28	12,0%	2,1%	0,3%	36,8%	0,0%	60,8%	0,0%
20	55,9%	13,5%	4,14	9,1%	0,0%	0,0%	32,8%	0,0%	67,1%	0,0%
21	58,8%	14,6%	4,02	7,0%	0,0%	0,0%	26,3%	0,0%	73,7%	0,0%
22	61,7%	15,8%	3,92	5,1%	0,0%	0,0%	19,7%	0,0%	80,3%	0,0%
23	64,6%	16,9%	3,82	3,3%	0,0%	0,0%	13,1%	0,0%	86,9%	0,0%
24	67,5%	18,1%	3,74	1,6%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	93,4%	0,0%
25	70,4%	19,2%	3,66	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Fuente: Cálculos de los autores

### 1.2 Período de Contracción

Portafolio	Retorno	Riesgo	Sharpe Ratio	Beneficio de Diversificación	Renta Fija Extranjero	Riesgo Colombia Externo	Riesgo Colombia Local	Renta Variable Extranjero	Renta Variable Local	Monedas
1	0,8%	0,4%	1,98	39,1%	98,7%	0,0%	0,2%	1,1%	0,0%	0,0%
2	4,9%	0,8%	6,12	47,3%	93,7%	0,0%	2,5%	2,0%	1,9%	0,0%
3	8,9%	1,4%	6,29	40,6%	87,8%	0,0%	5,3%	2,9%	4,0%	0,0%
4	13,0%	2,2%	5,88	35,0%	78,4%	0,1%	10,3%	3,9%	7,4%	0,0%
5	17,0%	3,1%	5,52	30,8%	68,6%	0,7%	15,1%	4,7%	10,8%	0,0%
6	21,1%	4,0%	5,27	27,7%	58,8%	1,3%	19,9%	5,6%	14,3%	0,0%
7	25,1%	4,9%	5,10	25,3%	49,1%	1,9%	24,8%	6,5%	17,7%	0,0%
8	29,2%	5,9%	4,98	23,5%	39,3%	2,5%	29,6%	7,4%	21,2%	0,0%
9	33,2%	6,8%	4,89	22,1%	29,5%	3,1%	34,4%	8,3%	24,6%	0,0%
10	37,3%	7,7%	4,82	21,0%	19,8%	3,7%	39,3%	9,2%	28,1%	0,0%
11	41,3%	8,7%	4,76	20,0%	10,0%	4,3%	44,1%	10,0%	31,5%	0,0%
12	45,4%	9,6%	4,71	19,2%	0,2%	4,9%	49,0%	10,9%	35,0%	0,0%
13	49,4%	10,6%	4,67	17,2%	0,0%	2,4%	46,5%	11,3%	39,8%	0,0%
14	53,5%	11,6%	4,63	15,2%	0,0%	0,0%	43,7%	11,6%	44,7%	0,0%
15	57,5%	12,6%	4,58	13,5%	0,0%	0,0%	38,9%	11,4%	49,7%	0,0%
16	61,6%	13,6%	4,54	11,9%	0,0%	0,0%	34,2%	11,2%	54,6%	0,0%
17	65,6%	14,6%	4,50	10,4%	0,0%	0,0%	29,4%	11,0%	59,6%	0,0%
18	69,7%	15,6%	4,46	9,0%	0,0%	0,0%	24,7%	10,8%	64,5%	0,0%
19	73,7%	16,6%	4,43	7,7%	0,0%	0,0%	19,9%	10,6%	69,5%	0,0%
20	77,8%	17,7%	4,40	6,5%	0,0%	0,0%	15,2%	10,4%	74,5%	0,0%
21	81,8%	18,7%	4,37	5,3%	0,0%	0,0%	10,4%	10,2%	79,4%	0,0%
22	85,9%	19,8%	4,34	4,3%	0,0%	0,0%	5,7%	9,9%	84,4%	0,0%
23	89,9%	20,8%	4,32	3,3%	0,0%	0,0%	0,9%	9,7%	89,3%	0,0%
24	93,9%	21,9%	4,29	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	5,4%	94,6%	0,0%
25	98,0%	23,0%	4,27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Fuente: Cálculos de los autores

Paralelamente, y con base en el régimen de inversión de los recursos de los *FPO* establecido por la Superintendencia Financiera<sup>11</sup> (ver Anexo No.1), se estimaron las fronteras eficientes de los activos riesgosos con restricciones. La composición de las

<sup>11</sup> Capítulo Cuarto del Título Cuarto de la Circular Externa 024 de 2007 de la Superintendencia Financiera.

fronteras, así como las combinaciones de riesgo retorno de cada uno de los portafolios se presentan en la Tabla No.2:

Tabla No.2  
Composición de los portafolios de las fronteras eficientes de activos riesgosos con restricciones regulatorias

### 2.1 Periodo de Expansión

Portafolio	Retorno	Riesgo	Sharpe Ratio	Beneficio de Diversificación	Renta Fija Extranjero	Riesgo Colombia Externo	Riesgo Colombia Local	Renta Variable Extranjero	Renta Variable Local	Monedas
1	34,7%	7,0%	5,00	27,2%	20,0%	11,8%	38,2%	0,0%	30,0%	0,0%
2	34,9%	7,0%	5,02	27,1%	20,0%	11,6%	38,4%	0,0%	30,0%	0,0%
3	35,1%	7,0%	5,04	27,0%	20,0%	11,3%	38,7%	0,0%	30,0%	0,0%
4	35,2%	7,0%	5,06	28,0%	19,9%	11,0%	39,0%	0,1%	30,0%	0,0%
5	35,4%	7,0%	5,08	29,0%	19,6%	10,5%	39,5%	0,4%	30,0%	0,0%
6	35,6%	7,0%	5,09	30,1%	19,3%	9,9%	40,1%	0,7%	30,0%	0,0%
7	35,7%	7,0%	5,10	30,4%	19,2%	9,5%	40,5%	0,8%	30,0%	0,0%
8	35,9%	7,0%	5,11	30,7%	19,2%	9,1%	40,9%	0,8%	30,0%	0,0%
9	36,1%	7,0%	5,12	30,9%	19,2%	8,6%	41,4%	0,8%	30,0%	0,0%
10	36,2%	7,1%	5,13	31,3%	19,2%	8,1%	41,9%	0,8%	30,0%	0,0%
11	36,4%	7,1%	5,14	31,5%	19,2%	7,6%	42,4%	0,8%	30,0%	0,0%
12	36,6%	7,1%	5,15	31,7%	19,2%	7,1%	42,9%	0,8%	30,0%	0,0%
13	36,7%	7,1%	5,15	31,9%	19,2%	6,6%	43,4%	0,8%	30,0%	0,0%
14	36,9%	7,2%	5,16	31,9%	19,2%	6,0%	44,0%	0,8%	30,0%	0,0%
15	37,1%	7,2%	5,16	31,9%	19,2%	5,4%	44,6%	0,8%	30,0%	0,0%
16	37,2%	7,2%	5,17	32,0%	19,2%	4,9%	45,1%	0,8%	30,0%	0,0%
17	37,4%	7,2%	5,17	32,0%	19,2%	4,3%	45,7%	0,8%	30,0%	0,0%
18	37,6%	7,3%	5,17	32,0%	19,2%	3,8%	46,2%	0,8%	30,0%	0,0%
19	37,7%	7,3%	5,17	32,1%	19,2%	3,3%	46,7%	0,8%	30,0%	0,0%
20	37,9%	7,3%	5,17	32,1%	19,2%	2,7%	47,3%	0,8%	30,0%	0,0%
21	38,1%	7,4%	5,17	32,1%	19,2%	2,2%	47,8%	0,8%	30,0%	0,0%
22	38,2%	7,4%	5,17	32,1%	19,2%	1,6%	48,4%	0,8%	30,0%	0,0%
23	38,4%	7,4%	5,17	31,7%	19,2%	1,0%	49,0%	0,8%	30,0%	0,0%
24	38,6%	7,5%	5,17	31,0%	19,3%	0,2%	49,8%	0,7%	30,0%	0,0%
25	38,7%	7,5%	5,16	29,3%	20,0%	0,0%	50,0%	0,0%	30,0%	0,0%

Fuente: Cálculos de los autores

### 2.2 Periodo de Contracción

Portafolio	Retorno	Riesgo	Sharpe Ratio	Beneficio de Diversificación	Renta Fija Extranjero	Riesgo Colombia Externo	Riesgo Colombia Local	Renta Variable Extranjero	Renta Variable Local	Monedas
1	37,5%	8,0%	4,71	20,9%	20,0%	11,7%	38,3%	0,0%	30,0%	0,0%
2	37,7%	8,0%	4,73	21,2%	20,0%	11,6%	38,4%	0,0%	30,0%	0,0%
3	37,9%	8,0%	4,75	20,4%	20,0%	10,4%	39,6%	0,0%	30,0%	0,0%
4	38,1%	8,0%	4,76	18,3%	19,8%	8,5%	41,5%	0,2%	30,0%	0,0%
5	38,3%	8,0%	4,76	19,0%	18,8%	7,9%	42,1%	1,2%	30,0%	0,0%
6	38,5%	8,1%	4,77	19,2%	17,9%	7,7%	42,3%	2,1%	30,0%	0,0%
7	38,6%	8,1%	4,77	19,4%	17,0%	7,4%	42,6%	3,0%	30,0%	0,0%
8	38,8%	8,1%	4,77	19,6%	16,1%	7,2%	42,8%	3,9%	30,0%	0,0%
9	39,0%	8,2%	4,77	19,8%	15,2%	6,9%	43,1%	4,8%	30,0%	0,0%
10	39,2%	8,2%	4,78	19,9%	14,3%	6,6%	43,4%	5,7%	30,0%	0,0%
11	39,4%	8,2%	4,78	20,1%	13,4%	6,4%	43,6%	6,6%	30,0%	0,0%
12	39,6%	8,3%	4,78	20,3%	12,5%	6,1%	43,9%	7,5%	30,0%	0,0%
13	39,7%	8,3%	4,78	20,5%	11,8%	5,8%	44,2%	8,4%	30,0%	0,0%
14	39,9%	8,4%	4,78	20,7%	10,9%	5,4%	44,6%	9,1%	30,0%	0,0%
15	40,1%	8,4%	4,78	20,8%	9,7%	4,9%	45,1%	10,3%	30,0%	0,0%
16	40,3%	8,4%	4,77	21,0%	8,7%	4,6%	45,4%	11,3%	30,0%	0,0%
17	40,5%	8,5%	4,77	21,2%	7,8%	4,2%	45,8%	12,2%	30,0%	0,0%
18	40,7%	8,5%	4,76	21,4%	6,8%	3,9%	46,1%	13,2%	30,0%	0,0%
19	40,9%	8,6%	4,76	21,6%	5,8%	3,6%	46,4%	14,2%	30,0%	0,0%
20	41,0%	8,6%	4,76	21,7%	4,8%	3,2%	46,8%	15,2%	30,0%	0,0%
21	41,2%	8,7%	4,75	21,9%	3,8%	2,9%	47,1%	16,2%	30,0%	0,0%
22	41,4%	8,7%	4,74	22,0%	3,3%	2,2%	47,8%	16,7%	30,0%	0,0%
23	41,6%	8,8%	4,74	22,1%	2,8%	1,5%	48,5%	17,2%	30,0%	0,0%
24	41,8%	8,8%	4,73	22,2%	1,5%	1,4%	48,6%	18,5%	30,0%	0,0%
25	42,0%	8,9%	4,72	22,1%	0,0%	0,0%	50,0%	20,0%	30,0%	0,0%

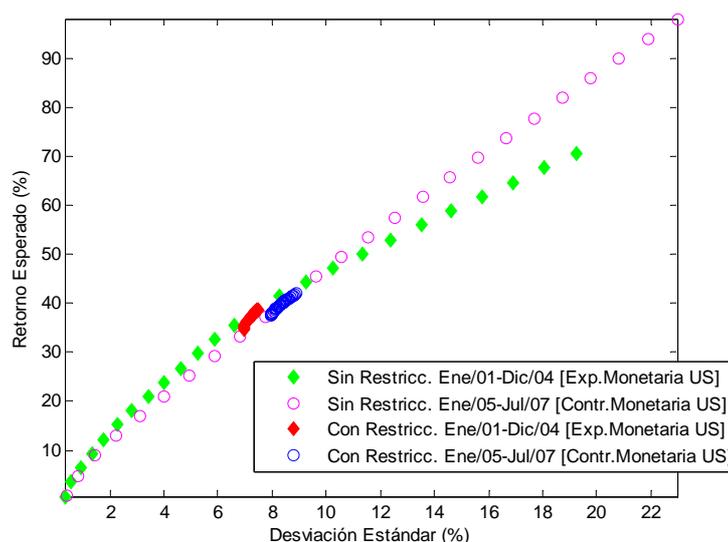
Fuente: Cálculos de los autores

Cabe resaltar que los resultados obtenidos en el ejercicio de optimización del portafolio, tanto para el caso con restricciones como el caso sin restricciones, demostraron que los *FPO* no deberían mantener posiciones en monedas, aunque si deberían incluir posiciones en activos externos. Lo anterior se explica por: (i) la baja relación retorno-riesgo que ofrecen las monedas en comparación con los demás factores de riesgo disponibles en el ejercicio y (ii) los mayores grados de libertad en diversificación al incluir un universo de activos tan amplio. Durante los períodos de expansión y contracción el factor cambiario tuvo una relación retorno-riesgo inferior a la de otros activos de riesgo, dónde se destacan las posiciones en Renta Fija Extranjera, Riesgo

Colombia Local y Renta Variable Local, activos que efectivamente recibieron una mayor ponderación en los resultados del ejercicio.

El Gráfico No.3 muestra las fronteras eficientes con y sin restricciones en los períodos de contracción y expansión monetaria, en dónde cada uno de los puntos representa uno de los 25 portafolios construidos.

Gráfico No.3  
Fronteras eficientes con y sin restricciones



Fuente: Cálculos de los autores

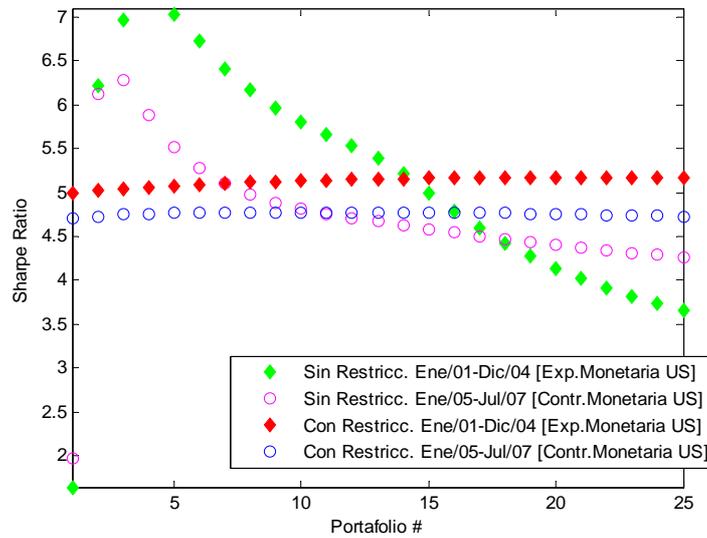
La longitud de las fronteras eficientes sin restricciones en el plano de retorno esperado y desviación estándar es significativamente mayor que aquella de las fronteras con restricciones de inversión, prueba de que los límites regulatorios a las inversiones que pueden realizar los *FPO* restringen de manera importante el conjunto de portafolios eficientes al que pueden acceder los fondos.

Como resultado de las restricciones regulatorias, los administradores de los *FPO* disponen de un conjunto limitado de portafolios eficientes desde la perspectiva de media-varianza para invertir los recursos de las pensiones, lo cual, a su vez, reduce su acceso a niveles superiores de razones de *Sharpe* y a mayores beneficios de diversificación.

El Gráfico No.4 presenta las razones de *Sharpe* para los 25 portafolios eficientes de activos riesgosos con y sin restricciones, tanto para el período de expansión, como para el de contracción monetaria en Estados Unidos. En las fronteras eficientes sin restricciones los *AFP* podrían acceder a portafolios con mayores niveles de razón de *Sharpe*.

Gráfico No.4

Razón de *Sharpe* de los portafolios de las fronteras eficientes de activos riesgosos con y sin restricciones

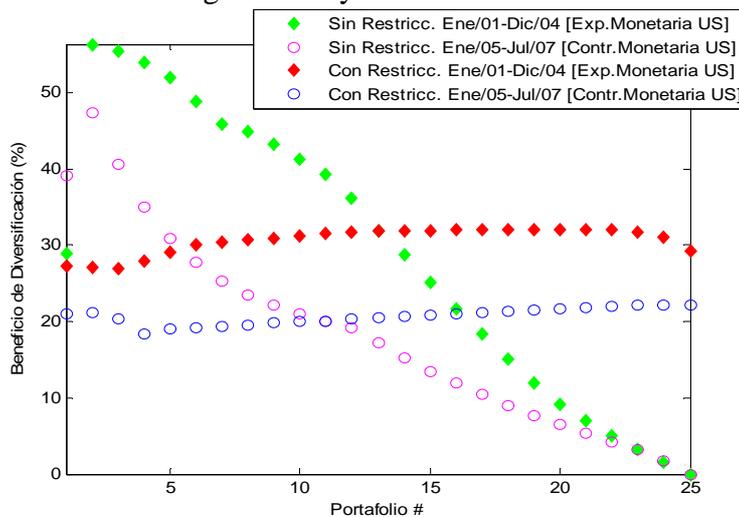


Fuente: Cálculos de los autores

El Gráfico No.5 presenta el indicador de beneficio de diversificación (BD) de los portafolios para las fronteras eficientes de activos riesgosos con y sin restricciones. Para algunos de los 25 portafolios que conforman las fronteras eficientes sin restricciones se obtienen BD que superan el 50% en el primer período considerado y 40% en el segundo período. Adicionalmente, los portafolios sin restricciones logran obtener beneficios de diversificación superiores a aquellos que tienen restricciones.

Gráfica No.5

Beneficio de diversificación de los portafolios de las fronteras eficientes de activos riesgosos con y sin restricciones

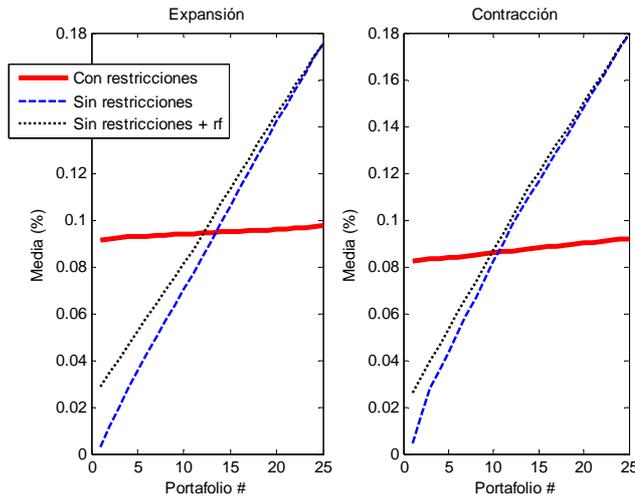


Fuente: Cálculos de los autores

Teniendo como base los portafolios que componen las fronteras eficientes de activos riesgosos y libres de riesgo, es posible demostrar que los límites a la inversión de los *FPO* acotan los momentos de la distribución de los retornos de los portafolios que componen las fronteras eficientes (la media, la volatilidad, el sesgo y la kurtosis<sup>12</sup>). Los cálculos de cada uno de los momentos se presentan en los Gráficos No.6, 7, 8 y 9.

Gráfico No.6

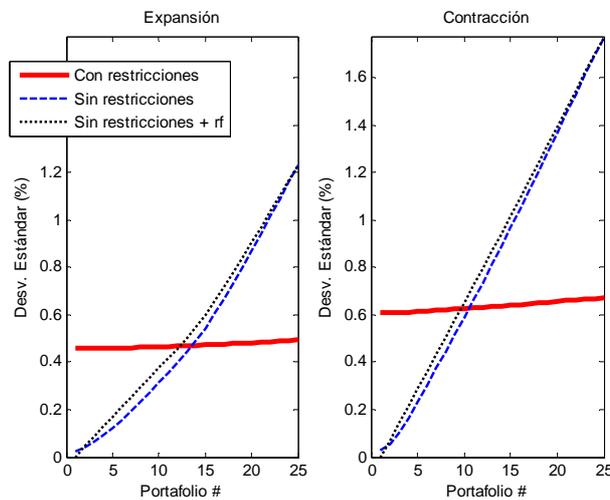
Media de los retornos diarios de los portafolios de las fronteras eficientes



Fuente: Cálculos de los autores

Gráfico No.7

Desviación estándar de los retornos diarios de los portafolios de las fronteras eficientes

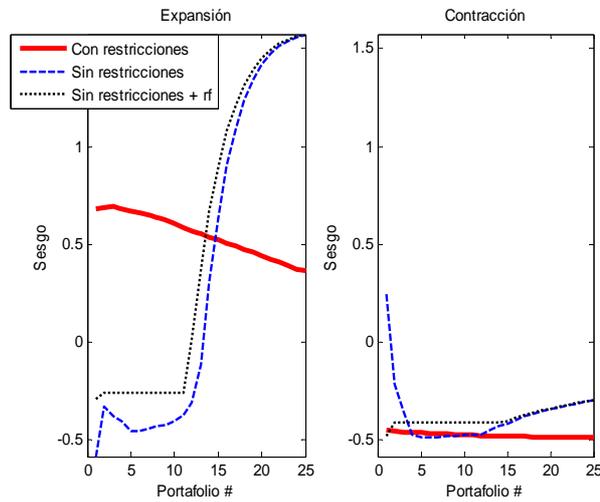


Fuente: Cálculos de los autores

<sup>12</sup> El sesgo o asimetría y la kurtosis constituyen el tercer y cuarto momento de la distribución de probabilidad, respectivamente. La asimetría señala si la distribución se encuentra sesgada hacia un lado u otro; si es cero, las observaciones positivas y negativas tienen igual probabilidad de ocurrencia, mientras que si es negativa (positiva) las observaciones negativas (positivas) tienen mayor probabilidad de ocurrencia. La kurtosis señala qué tan probables son los eventos extremos (aumentos y caídas pronunciadas); si es superior a 3, suceden eventos extremos por encima de los que supone una distribución normal.

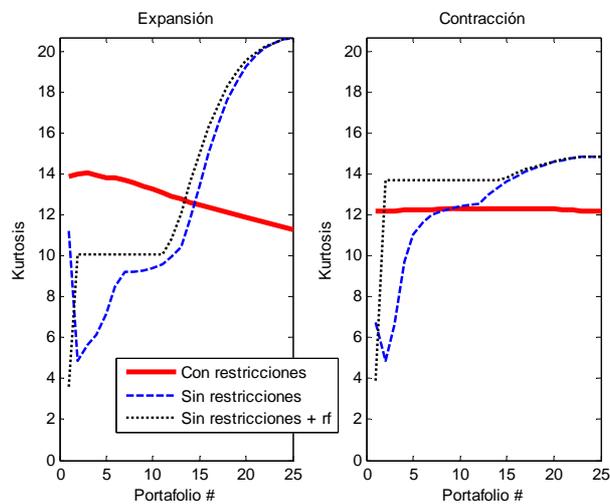
Los resultados corroboran que las restricciones acotan el nivel de retorno y de riesgo a un nivel intermedio, en el cual deben forzosamente convivir los afiliados, independientemente de su perfil de riesgo o su perfil de pasivos.

Gráfico No.8  
 Sesgo de los retornos diarios de los portafolios de las fronteras eficientes



Fuente: Cálculos de los autores

Gráfico No.9  
 Kurtosis de los retornos diarios de los portafolios de las fronteras eficientes



Fuente: Cálculos de los autores

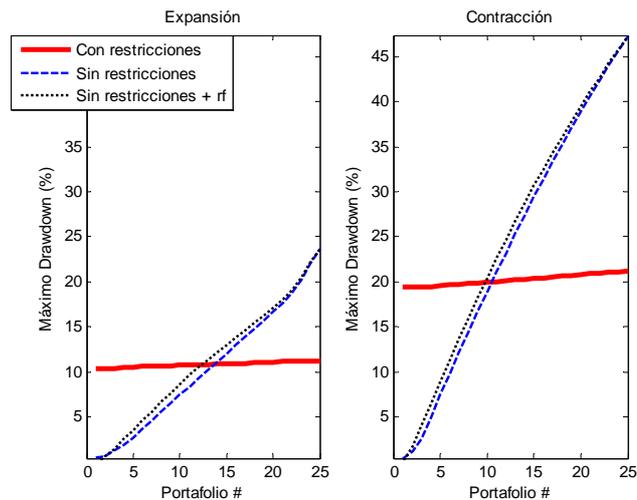
Los gráficos del sesgo muestran que en el periodo de expansión los portafolios eficientes con restricciones se encuentran en un punto medio respecto de los portafolios eficientes sin restricciones. Para el periodo de contracción se encontró que los retornos diarios de los portafolios eficientes con restricciones tienen una asimetría negativa, inferior en casi todos los casos a los portafolios eficientes de activos riesgosos sin restricciones, lo cual significa que las restricciones legales indujeron a que la distribución de los retornos de los *FPO* presentara un sesgo negativo mayor.

La kurtosis de los retornos de los portafolios eficientes, que muestra la frecuencia con que se producen retornos extremos (por encima de los supuestos de normalidad), también prueba que las restricciones fuerzan a que los *FPO* conformen portafolios que en la mayoría de los casos presentan movimientos extremos de los retornos. Al igual que en el caso del sesgo, este efecto es más fuerte en el periodo de contracción.

Por otra parte, una medida útil para determinar el riesgo que está asumiendo un individuo que cotiza en un *FPO* es el máximo *drawdown*. Esta medida, que calcula la máxima caída que tiene el valor de un activo o portafolio en un periodo de tiempo, es relevante puesto que, dependiendo del plazo al momento de pensionarse, los cotizantes preferirán o no enfrentar un cambio abrupto y negativo en el valor de su portafolio. Por ejemplo, un afiliado próximo a pensionarse preferirá evitar una caída pronunciada del valor de su portafolio (minimizar el máximo *drawdown*), inclusive si eso significa un menor nivel de rentabilidad, ya que hay poco tiempo para que el mercado se corrija al alza; mientras tanto, un afiliado lejano a la edad de pensión puede preferir una inversión más rentable no obstante signifique enfrentar un máximo *drawdown* mayor, ya que puede esperar que en el mediano o largo plazo el mercado corrija una caída abrupta que se presenta en el corto plazo. Es de destacar que para un retorno esperado dado, todo afiliado preferirá siempre un máximo *drawdown* esperado inferior; i.e. un menor impacto al ocurrir movimientos extremos en los precios de los activos financieros.

Con el fin de determinar el máximo *drawdown* del presente ejercicio se utilizó una metodología consistente en un muestreo aleatorio sobre datos históricos ordenados basado en una simulación de Montecarlo, a partir de lo cual se calculó el *drawdown* para los 25 portafolios en ventanas de 60 días hábiles (3 meses calendario aproximadamente). A partir de dichas estimaciones se determinó el máximo *drawdown* durante cada periodo (contracción y expansión) para una ventana de 60 días hábiles – ver Gráfica No.10.

Gráfico No.10  
Máximo *drawdown*



Fuente: Cálculos de los autores

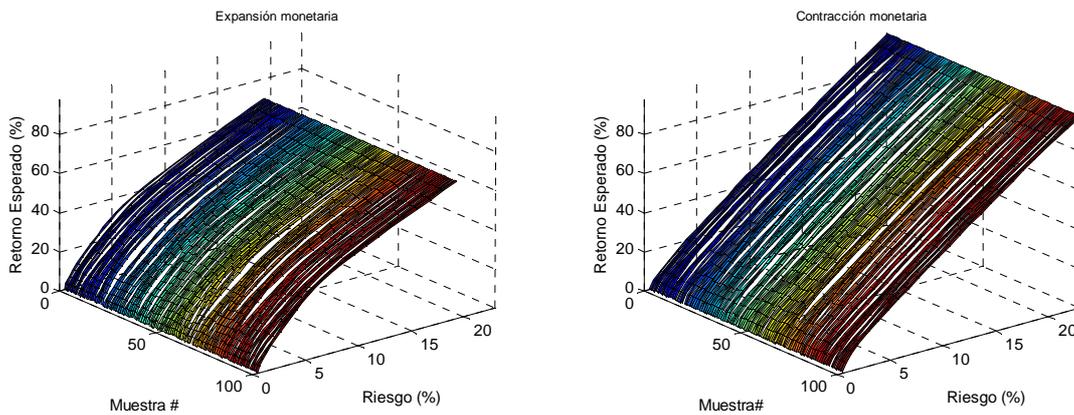
El máximo *drawdown* de los portafolios eficientes con restricciones supera el 10% en el periodo de expansión y se sitúa alrededor del 20% en el periodo de contracción,

mientras que los portafolios eficientes sin restricciones cuentan con alternativas que reducen significativamente este indicador.

El máximo *drawdown*, al igual que las demás medidas de desempeño de los portafolios eficientes con restricciones, prueba que los límites a la inversión de los *FPO*, pese a lograr un nivel intermedio frente a los portafolios sin restricciones, favorecen caídas más/menos pronunciadas en el valor de los fondos que lo que se obtendría con un manejo más libre de las inversiones, forzando a los afiliados a enfrentar perfiles de riesgo que pueden no corresponder con su grado de aversión al riesgo o que simplemente no replican su estructura de pasivos futuros.

Adicionalmente, se realizaron pruebas para corroborar el impacto de variaciones en los niveles de riesgo y en la estructura de correlación de los activos en la estabilidad de los perfiles de retorno y riesgo de la frontera eficiente- ver Gráficos No.11 y 12.

Gráfico No.11  
Fronteras eficientes con diferentes correlaciones (muestreos)  
Sin restricciones



Con restricciones

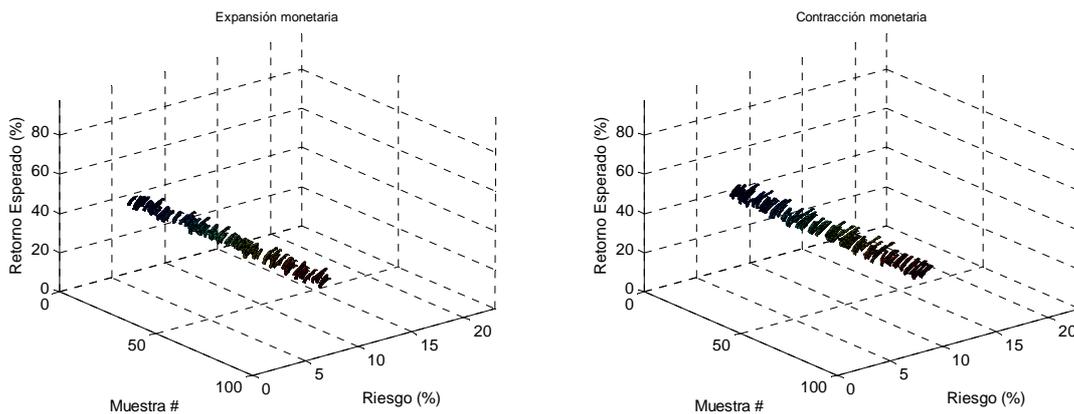
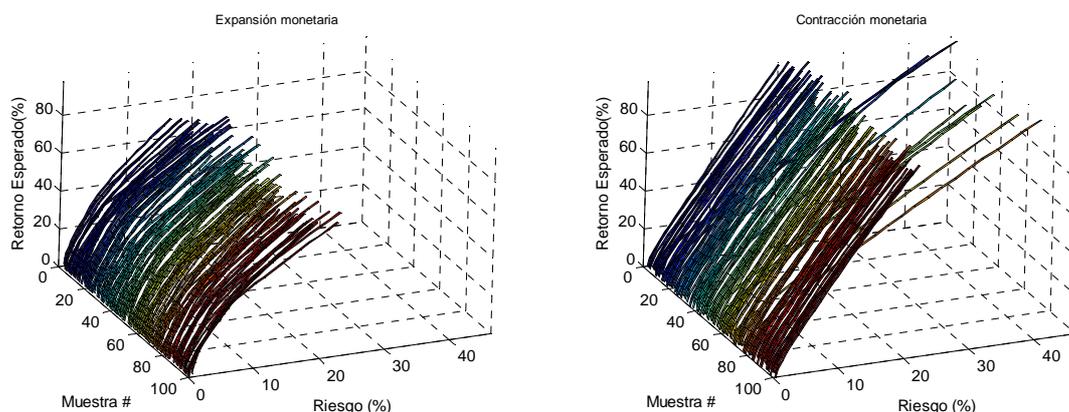
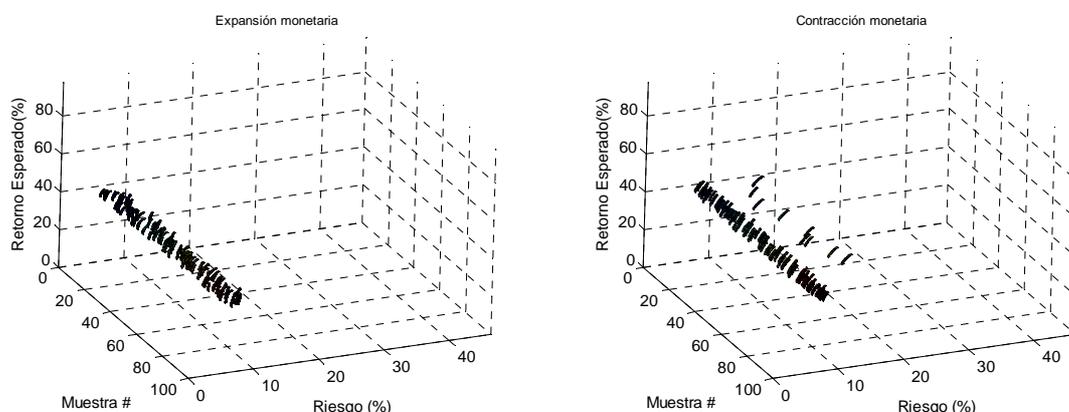


Gráfico No.12  
Fronteras eficientes con diferentes volatilidades (muestreos)  
Sin restricciones



Con restricciones



La inestabilidad en las volatilidades y correlaciones de los activos exige de los administradores de *FPO* no sólo maximizar el nivel de diversificación o de razón de *Sharpe*, sino buscar el nivel óptimo de diversificación, el cual deberá balancear la maximización de riqueza y la minimización de la probabilidad de una caída abrupta del valor del fondo (*drawdown*); este nivel óptimo de diversificación corresponde a la composición del portafolio que mejor enfrenta la dinámica de volatilidad y correlación de los activos y de los mercados en su conjunto, no solo aquel que consigue el mayor retorno para un nivel dado de riesgo.

## 2 Gestión de activos y pasivos

### 2.1 Desempeño de los portafolios eficientes, diversificación y perfil de riesgo

El análisis tradicional de fondos de pensiones se hace bajo un esquema de *Asset Liability Management* (ALM), en el cual se utiliza el pasivo pensional para poder definir la composición óptima de activos. Este es ampliamente usado en el caso de fondos de beneficios definidos, en donde, mediante cálculos actuariales, se cuantifica y pronostica el pasivo. Los fondos obligatorios en Colombia son de contribución definida; es decir, la cantidad que se le adeudará a un futuro pensionado es igual al valor de su

cuenta individual, que crece con sus contribuciones periódicas y con el rendimiento de contribuciones pasadas (Jara, Gómez y Pardo, 2005). Teniendo en cuenta esta premisa, los *FPO* deberían invertir en los portafolios de acuerdo con las combinaciones riesgo-retorno que le permitan al cotizante maximizar su riqueza de acuerdo con el plazo a la pensión del afiliado. Cabe aclarar que es también deseable que el perfil de riesgo del portafolio no afecte negativamente la tasa de recuperación del afiliado, en particular cuando los aportes son reducidos y no son permanentes. Esta restricción no se incluye en el presente ejercicio<sup>13</sup>.

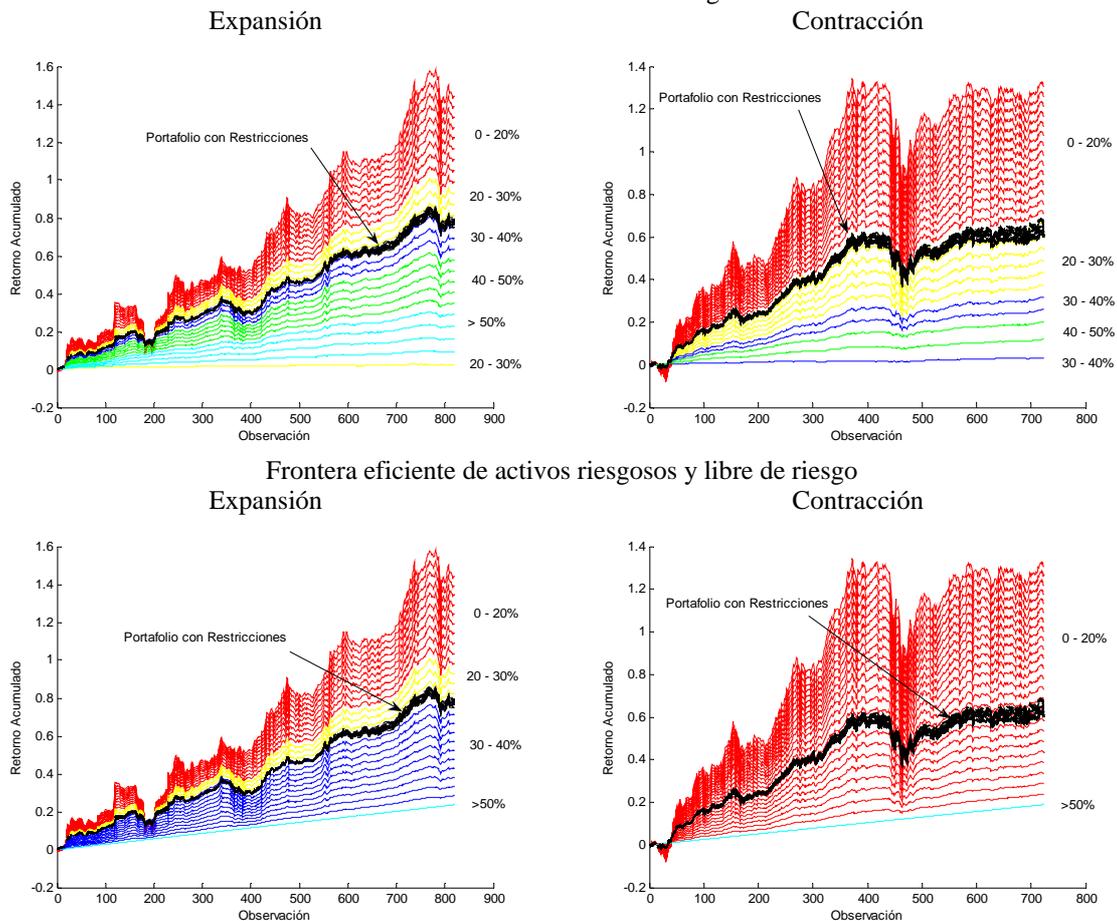
De acuerdo con lo anterior, se realizó una prueba de desempeño de los 25 portafolios eficientes de activos riesgosos y libres de riesgo, con y sin restricciones para ambos periodos analizados, en la cual se comparó el resultado de cada uno de estos portafolios en cuanto al balance entre rentabilidad y riesgo, beneficios de diversificación, características de la distribución de los retornos a través del tiempo, así como probabilidad de pérdidas de valor significativas en un periodo de tiempo. Con este propósito se realizó una prueba de desempeño, la cual supuso que los 25 portafolios eficientes fueron diseñados al principio del periodo correspondiente y mantenidos hasta el final del mismo.

El Gráfico No.13 presenta el desempeño de los portafolios eficientes como “generadores de riqueza”. A cada uno de los portafolios corresponde una línea, la cual se clasificó por color según el beneficio de diversificación indicado a la derecha. En líneas negras se presenta el resultado para los portafolios eficientes con restricciones.

---

<sup>13</sup> Se incluye como tema de futuro de investigación.

Gráfico No.13  
Desempeño de los portafolios de las fronteras eficientes  
Frontera eficiente de activos riesgosos



Fuente: Cálculos de los autores

En el periodo de expansión se evidencia que los portafolios eficientes de activos riesgosos con restricciones tuvieron un beneficio de diversificación entre el 30% y 40%, ubicándose en una franja intermedia de retorno acumulado. Para el periodo de contracción los portafolios eficientes con restricciones obtuvieron un beneficio de diversificación entre 0% y 20%; esta caída generalizada en los beneficios de diversificación se puede explicar por el hecho según el cual las correlaciones entre activos tienden a aumentar en periodos de volatilidad o de caída en los retornos de los activos, por lo que los beneficios de diversificación disminuyen. Si se toman los portafolios de la frontera eficiente de activos riesgosos y libre de riesgo, para el primer periodo el resultado varía moderadamente. En el segundo periodo el efecto es notable, ya que la mayor parte de los portafolios tienen un beneficio de diversificación entre 0 y 20%.

Existe una alta concentración al acercarse al portafolio de máximo retorno, lo cual obedece a que el retorno del IGBC en ambos periodos de análisis ha sido inusualmente alto, lo que a su vez induce a que los portafolios eficientes incluyan a este activo en altas proporciones<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> El desproporcionado retorno de este activo en el periodo de análisis sesga de alguna manera los resultados aquí presentados. Dado que la ocurrencia de este comportamiento por parte del mercado accionario local en el mediano y largo plazo es discutible, lo cual fue reconocido por los autores y

También resulta interesante la posibilidad de segmentar los portafolios por rentabilidad acumulada y beneficio de diversificación. Es evidente que tal segmentación podría replicarse para constituir fondos que respondan al grado de aversión al riesgo de los cotizantes. Por ejemplo, un cotizante cuyo momento de disfrutar la pensión se encuentra lejano, y que por tanto es menos adverso al riesgo, podría escoger un portafolio de mayor retorno esperado y riesgo, y menos diversificación; por el contrario, un individuo que esté próximo a pensionarse preferirá un perfil de bajo riesgo que asegure el valor de su fondo, para lo cual podrá escoger un portafolio de alta diversificación y bajo riesgo.

En ese mismo sentido, como se abordó anteriormente, el *drawdown* también constituye una medida de desempeño relevante puesto que, dependiendo del plazo al momento de pensionarse, los cotizantes buscarán exponerse o no a un cambio abrupto en el valor de su portafolio.

## 2.2 El caso de los multifondos

La existencia de múltiples perfiles de riesgo y retorno disponibles a lo largo de la frontera eficiente, así como la diversidad de perfiles de los cotizantes, soporta la implementación de un sistema de multifondos, el cual consiste en ofrecer a los afiliados a los *FPO* distintos tipos de fondos donde pueden colocar sus aportes. Este sistema, que ya se aplica en varios países de América Latina, busca reconocer la existencia de diversas edades y perfiles de los afiliados. Así pueden ofrecerse fondos con distintos niveles de exposición al riesgo y horizonte de inversión en el marco de un universo amplio de alternativas de inversión.

La anterior conclusión es consistente con la recomendación realizada por un estudio elaborado recientemente por el Banco Mundial (Heinz R, Hela C, Roberto R, Craig T. (2006)): desde la perspectiva de la gestión de portafolios, uno de los mayores problemas del sistema actual es que se ofrece para todos los trabajadores un solo portafolio, independientemente de su edad, ingreso, y otras características. En consecuencia, recomienda que el gobierno analice la posibilidad de ofrecer opciones de portafolio a los trabajadores en diferentes etapas de su ciclo de vida. Los trabajadores podrían escoger el portafolio que se ajustará mejor a sus necesidades, pero el gobierno debería suministrar los lineamientos apropiados para dicha selección. Las características de los diferentes fondos deben ser cuidadosamente diseñadas con el objeto de lograr selecciones de portafolio que sean coherentes con los intereses de largo plazo de los trabajadores.

En la sección anterior se demostró que en el caso colombiano (i) los límites a la inversión por parte de los administradores de *FPO*, así como la ausencia de alternativas de inversión diferenciadas por perfil de riesgo, resulta potencialmente en un *mismatch* del ALM de cada afiliado donde el perfil de riesgo de las inversiones no cubre el del pasivo; (ii) imposibilita que estos reflejen sus preferencias de riesgo<sup>15</sup> y (iii) restringe la capacidad de los fondos de maximizar el beneficio de diversificación (limitada

---

reafirmado por algunos agentes del mercado, la utilización de una metodología que logre corregir este sesgo es motivo de investigación por parte de los autores actualmente.

<sup>15</sup> Por ejemplo, cuando un afiliado ha cubierto sus necesidades pensionales mínimas con otros recursos y desea tomar más riesgo en el portafolio administrado.

profundidad de la matriz de covarianza entre activos) al limitar en forma específica los activos y riesgos a los que pueden acceder los fondos de pensiones en vez de limitar el riesgo agregado del portafolio.

Esto se evidencia en que los *FPO* ofrecen un portafolio único, común a todos su afiliados, el cual, por los límites legales existentes, acota los distintos momentos de la distribución de los retornos. En suma, además de disponer de un abanico bastante limitado de alternativas de inversión, al interior de *FPO* colombianos conviven afiliados con diferentes niveles de tolerancia al riesgo<sup>16</sup>.

La experiencia de Chile y Perú reconoce que la implementación de multifondos evita que los afiliados más jóvenes tengan inversiones en renta variable (más riesgosa) por debajo de sus preferencias, y que los afiliados de mayor edad tengan inversiones en renta variable por encima de sus preferencias, lo cual resulta en un retorno esperado y riesgo acorde con el perfil del afiliado. Adicionalmente, como consecuencia de la necesidad de constituir fondos diferenciados, la creación de multifondos facilita el relajamiento de las limitaciones legales a la inversión de los recursos de los afiliados, consiguiendo mayores y mejores combinaciones de retorno y riesgo, así como mayores niveles de diversificación. A este respecto, el caso peruano reconoce que una regulación o supervisión restrictiva puede, lejos de proteger al afiliado, dificultar la creación de mayor valor o rentabilidad para los afiliados.

La experiencia de Chile, México y Perú corrobora que los multifondos resultan en mejores niveles de retorno ajustado por riesgo; mayor diversificación por clases de activos e instrumentos de inversión; necesidad de mayor acceso a instrumentos extranjeros para diversificar los portafolios y evitar la estrechez de los mercados locales; y mayor competencia entre los administradores de *FPO*, entre otros.

De manera general, la implementación de un sistema de multifondos debe responder dos preguntas: i) ¿cómo diferenciar los fondos? y, ii) ¿cómo asignar a los afiliados a los distintos fondos? La respuesta de la experiencia latinoamericana a este respecto se resume en el Tabla No.3<sup>17</sup>:

---

<sup>16</sup> Para resolver este problema es necesario que los distintos portafolios que reflejan los perfiles de riesgo u horizontes de inversión se separen en su manejo y contabilidad.

<sup>17</sup> Con base en la información encontrada en Cortez J. (2004), Cortez J. (2006), Profuturo *AFP* (2004), González F. (2006), Escudero M. (2006) y Bolin-Volok I. (2004).

Tabla No.3  
La experiencia de Chile, Perú y México con los multifondos

País	¿Cómo diferenciar los fondos?		¿Cómo asignar a los afiliados?	
	Número de fondos	Diferenciados por	Elección	Asignación
Chile	5 fondos (A,B,C,D,E)	Rango permitido de renta variable (local y extranjera): Fondo A entre 40% y 80; B 25%-60%; C 15%-40%; D 5%-20%; E 0%.	Los afiliados pueden escoger entre los 5 fondos disponibles; los afiliados mayores de 55 años no pueden elegir el fondo A.	De no producirse elección por parte del afiliado, de acuerdo con la edad, se le asigna en el fondo B, C o D. <sup>18</sup>
Perú	3 fondos (Preservación, Mixto, Apreciación)	Cada fondo, por Ley, tiene límites a posiciones en renta variable, fija, derivados y activos de corto plazo. Preservación tiene límite máximo de 10% en renta variable y 10% en derivados; Mixto 45% y 10%, respectivamente; Apreciación 80% y 20%, respectivamente.	Los afiliados pueden escoger entre los 3 fondos disponibles; Afiliados mayores a 60 años pueden elegir entre el Mixto y Preservación.	De no producirse elección por parte del afiliado, se le asigna en el fondo Mixto.
México	2 fondos (SIEFORE #1 y SIEFORE #2)	Diferenciado por los instrumentos disponibles para inversión. SIEFORE #1 invierte en valores gubernamentales, no gubernamentales y valores internacionales (hasta el 20%); el SIEFORE #2 puede también incluir notas con capital protegido sobre índices accionarios, pero no en acciones directamente.	Los afiliados pueden escoger entre los 2 fondos disponibles; si tiene más de 56 años de edad se le asigna automáticamente el SIEFORE #1.	De no producirse elección por parte del afiliado, se le asigna en el SIEFORE #2, excepto si tiene más de 56 años de edad.

Fuente: Elaboración de los autores con información de la FIAP

La respuesta a ambas preguntas en el caso colombiano debe considerar que la elección por parte de los afiliados, así como la definición de una asignación en ausencia de ésta, debe responder a un principio de maximización de riqueza para un nivel dado de riesgo que minimice el riesgo de incumplir con el pasivo esperado<sup>19</sup>.

En un esquema de multifondos, (i) el número de fondos, (ii) el perfil de riesgo y (iii) el universo de activos, tanto del índice de referencia como del manejo activo, es probablemente el paso más delicado. En efecto, el perfil de pagos futuros obtenido por la reinversión de los aportes depende del tamaño, temporalidad<sup>20</sup> y consistencia<sup>21</sup> de estos, condicionados por la rentabilidad de las inversiones<sup>22</sup>. En este sentido, un ejercicio integral debería incluir la maximización de la riqueza final del afiliado, sujeto al tamaño, temporalidad y consistencia de los aportes, así como a un *drawdown* máximo que limite las pérdidas generadas por eventos extremos en el mercado; i.e. obteniendo portafolios que maximicen el uso del beneficio de diversificación<sup>23</sup> - un ejercicio que

<sup>18</sup> La asignación en ausencia de elección solo comprende los fondos B, C y D. Al fondo tipo B se asignan las mujeres y hombres hasta 35 años; al tipo C las mujeres entre 36 y 50 años, hombres entre 36 y 55 años; en el tipo C las mujeres de 51 años o más, hombres de 56 años o más.

<sup>19</sup> Este se puede definir en términos de la tasa de restitución; i.e. la proporción de salario que cubre la pensión.

<sup>20</sup> Se refiere al tiempo cotizado y el momento específico en que se realizan los aportes.

<sup>21</sup> Las cotizaciones pueden ser suspendidas o reiniciadas por el afiliado. Este componente es difícil de pronosticar ya que depende del empleo (empleado, independiente) del afiliado y los cambios regulatorios entre otros.

<sup>22</sup> Si la rentabilidad es alta o baja cuando los aportes (o el saldo del portafolio) son importantes.

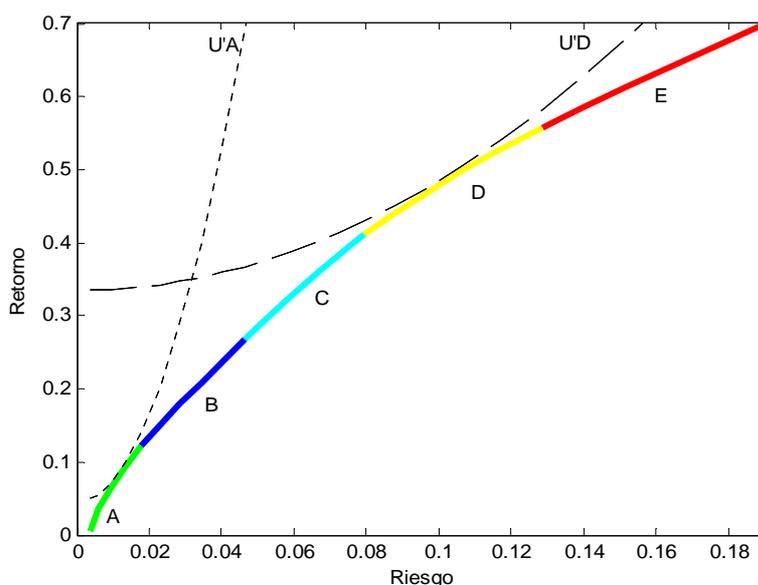
<sup>23</sup> Debido al plazo del ejercicio (i.e. más de 30 años en algunos casos), es plausible pensar en una sucesión de portafolios.

cubra lo mejor posible lo anterior se encuentra en desarrollo basado en una optimización condicionada a el tamaño y temporalidad de los aportes, así como los rendimientos de los portafolios.

A título ilustrativo, se realizarán dos supuestos: (i) el portafolio que maximiza los retornos anualizados calculados con la metodología presentada anteriormente resulta en la maximización de riqueza a largo plazo<sup>24</sup> y (ii) existe una relación entre el tiempo remanente a la pensión y el riesgo del portafolio; por esta razón es adecuado brindarle acceso a los afiliados<sup>25</sup> a toda la frontera eficiente, pero segmentándola en distintos portafolios<sup>26</sup>.

Con ese objetivo se tomó la frontera eficiente y se dividió en secciones de manera que cada una corresponde a un perfil de riesgo-retorno diferente, y donde las secciones más cercanas al origen del plano riesgo-retorno se asocian a mayores niveles de aversión al riesgo. En el Gráfico No.14 se muestra lo descrito anteriormente, para lo cual se supuso un esquema en el cual la frontera se dividió en cinco tipos de fondo (A, B, C y D):

Gráfico No.14  
Distribución de los fondos por perfiles de riesgo



Fuente: Cálculos de los autores

En este gráfico se muestra como los afiliados con alto grado de aversión al riesgo preferirán ubicarse en la sección A de la frontera eficiente, mientras que otros, con menor aversión al riesgo, podrán ubicarse en secciones más lejanas del origen<sup>27</sup>.

<sup>24</sup> Equivale a suponer que los *Sharpe* relativos y las correlaciones son estables a través de todo el período.

<sup>25</sup> Como decisión directa o indirectamente como decisión del administrador.

<sup>26</sup> En cualquier caso, es de gran importancia entender los supuestos subyacentes que soportan cualquier ejercicio de asignación de multifondos.

<sup>27</sup> La función de utilidad U'A muestra una mayor exigencia de retorno para cada nivel de riesgo (es más pendiente), razón por la cual se identifica como señal de mayor aversión al riesgo. Por otra parte, por ser menos pendiente, U'D representa a una persona que tiene una menor aversión al riesgo y, por tanto, capaz de acceder a un portafolio de mayor riesgo y mayor retorno como alguno de los que compone la sección D de la frontera eficiente.

A cada una de estas secciones en que se dividió la frontera eficiente correspondería un promedio de retorno, de riesgo, de kurtosis, de sesgo y de *drawdown*, los cuales caracterizarían cada uno de los tipos de fondo que ofrecería el sistema de multifondos.

Con lo anterior, se puede diseñar un sistema de, por ejemplo, cinco fondos, los cuales se pueden relacionar con el número de años que falta para recibir la pensión, y que, corresponden a un nivel dado retorno, riesgo y *drawdown*. De esta manera se brindan alternativas de inversión acordes con diferentes perfiles de riesgo de los afiliados, quienes pueden seleccionar su fondo según su aversión al riesgo o, en ausencia de selección de su parte, ser asignados ad-hoc a un fondo que guarde relación con su horizonte de pensión. Un ejemplo de la estructura de multifondos que se describió anteriormente se presenta en la Tabla No.4:

Tabla No.4  
Estructura de multifondos propuesta

Fondo	Destino	Retorno Promedio (Anualizado)	Riesgo Promedio (Anualizado)	<i>Drawdown</i> Máximo Promedio <sup>28</sup>
A	Afiliados a menos de un año de pensionarse, o con alta aversión al riesgo.	10.59%	1.80%	2.95%
B	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 1 y 3 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio alto.	19.63%	6.32%	11.29%
C	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 3 y 10 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio.	29.67%	10.87%	18.98%
D	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 10 y 20 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio bajo.	40.36%	15.99%	25.71%
E	Afiliados que se pensionarán en un periodo superior a 20 años, o con un nivel de aversión al riesgo bajo.	51.40%	21.54%	32.47%

Fondo	Destino	Rango de Retorno (Anualizado)	Rango de Riesgo (Anualizado)	Rango de <i>Drawdown</i> Máximo <sup>29</sup>
A	Afiliados a menos de un año de pensionarse, o con alta aversión al riesgo.	6.77% - 14.26%	0.00% - 4.59%	0.00% - 8.93%
B	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 1 y 3 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio alto.	15.59% - 24.35%	3.29% - 10.32%	4.61% - 20.42%
C	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 3 y 10 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio.	24.29% - 35.16%	6.58% - 16.07%	9.66% - 30.63%
D	Afiliados que se pensionarán en un periodo entre 10 y 20 años, o con un nivel de aversión al riesgo medio bajo.	34.94% - 45.53%	10.42% - 22.03%	13.80% - 39.41%
E	Afiliados que se pensionarán en un periodo superior a 20 años, o con un nivel de aversión al riesgo bajo.	46.08% - 56.83%	15.33% - 28.08%	18.07% - 47.36%

<sup>28</sup> Calculado como el promedio de las máximas caídas que tuvo el valor de cada portafolio que compone la sección correspondiente. Se calculó utilizando la metodología de muestreo aleatorio ordenado sobre periodos de 60 días hábiles.

<sup>29</sup> Calculado como el rango de las máximas caídas que tuvo el valor de cada portafolio que compone la sección correspondiente. Se calculó utilizando la metodología de muestreo aleatorio ordenado sobre periodos de 60 días hábiles.

### 3 Conclusiones

Las pruebas y modelos utilizados en este estudio demuestran que el marco regulatorio de las inversiones de los *FPO* restringen el retorno esperado, volatilidad y demás momentos de la distribución de los retornos de los portafolios de las *AFP*. Dicho marco regulatorio reduce el acceso de los administradores a niveles superiores de retorno por unidad de riesgo (razón de *Sharpe*) y a mayores beneficios de diversificación.

Las limitaciones al conjunto de portafolios eficientes al que pueden acceder los fondos, así como la ausencia de alternativas de inversión diferenciadas, constituye un modelo en el cual diferentes perfiles de riesgo cohabitan en un mismo portafolio, y por ende los recursos se invierten sin permitir tener en cuenta las características de los afiliados. Se corroboró la hipótesis que afirma que el riesgo y la correlación de los activos son dinámicos, es decir, que la frontera eficiente no es estable en el tiempo y que por ende el beneficio de diversificación no es estático. Dicha inestabilidad en las correlaciones y la volatilidad de los activos exige de los administradores de *FPO* no sólo maximizar la diversificación, sino buscar su nivel óptimo, el cual deberá balancear la maximización de riqueza y la minimización de la probabilidad de una caída abrupta del valor del fondo (*drawdown*).

Se demostró que en el caso colombiano (i) los límites a la inversión por parte de los administradores de *FPO*, así como la ausencia de alternativas de inversión diferenciadas por perfil de riesgo, resulta potencialmente en un *mismatch* del ALM de cada afiliado donde el perfil de riesgo de las inversiones no cubre el del pasivo; (ii) imposibilita que estos reflejen sus preferencias de riesgo<sup>30</sup> y (iii) restringe la capacidad de los fondos de maximizar el beneficio de diversificación (limitada profundidad de la matriz de covarianza entre activos) al limitar en forma específica los activos y riesgos a los que pueden acceder los fondos de pensiones en vez de limitar el riesgo agregado del portafolio.

Adicionalmente, se propone la creación de un sistema de multifondos que busque maximizar la riqueza para un horizonte de inversión, minimizando las pérdidas máximas anuales a través del *drawdown* como medida de riesgo, con lo cual se lograría salvar varias de las falencias encontradas en el régimen analizado.

---

<sup>30</sup> Por ejemplo cuando un afiliado ha cubierto sus necesidades pensionales mínimas con otros recursos y desea tomar más riesgo en el portafolio administrado.

## Referencias

- Bolin-Volok I. (2004), “Retos en el lanzamiento de los multifondos en México”. Recuperado de: [http://www.fiap.cl/prontus\\_fiap/site/artic/20061212/asocfile/20061212153949/asocfile120050609103936.pdf](http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20061212/asocfile/20061212153949/asocfile120050609103936.pdf) el día 2 de noviembre de 2007.
- Cortez J. (2004), “Multifondos, la experiencia chilena”. Recuperado de: [http://www.fiap.cl/prontus\\_fiap/site/artic/20061212/asocfile/20061212154228/asocfile120050609103358.pdf](http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20061212/asocfile/20061212154228/asocfile120050609103358.pdf) el día 2 de noviembre de 2007.
- Cortez J. (2006), “Multifondos: el caso de Chile”. Recuperado de: [http://www.fiap.cl/prontus\\_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625122042/joaquin\\_cortez.pdf](http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625122042/joaquin_cortez.pdf) el día 2 de noviembre de 2007.
- Escudero M. (2006), “Multifondos: el caso del Perú”. Recuperado de: [http://www.fiap.cl/prontus\\_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625122635/melvin\\_escudero.pdf](http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625122635/melvin_escudero.pdf) el día 2 de noviembre de 2007.
- González F. (2006), “Multifondos: el caso de México”. Recuperado de: [http://www.fiap.cl/prontus\\_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625123224/francisco\\_gonzalez\\_almaraz.pdf](http://www.fiap.cl/prontus_fiap/site/artic/20070625/asocfile/20070625123224/francisco_gonzalez_almaraz.pdf) el día 2 de noviembre de 2007..
- Heinz R, Hela C, Roberto R, Craig T. (2006) “Financial Sector Dimensions of the Colombian Pension System” The World Bank Group -Finance, Private Sector and Infrastructure - Latin America and the Caribbean Region, June.
- Jara, D., Gómez, C. y Pardo, A. (2005), “Análisis de eficiencia de los portafolios pensionales en Colombia”, en *Ensayos sobre Política Económica*, núm.49, diciembre.
- Jara, D. (2006), “Modelo de regulación de las AFP en Colombia y su impacto en el portafolio de los fondos de pensiones”, en *Borradores de Economía*, No. 416, Banco de la República, diciembre.
- Laserna, J.M (2007), “Una propuesta para mejorar el manejo de riesgo, la diversificación y la eficiencia de los portafolios de los fondos de pensiones obligatorias”, en *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, V. II, No. 4. Universidad El Bosque.
- Profuturo AFP (2004), “Información relevante del Sistema de Ahorro para el Retiro”, Septiembre.

- Martínez, Ó. y Murcia, A., (2007). “Desempeño financiero de los fondos de pensiones obligatorias en Colombia”, en Reporte de Estabilidad Financiera, Banco de la República, marzo.
- Reilly F. y Brown K. (2003), *Investment Analysis and Portfolio Management*, 7<sup>th</sup> Edition, Thomson South-Western.
- Reveiz A y León C. (2008), “Índice representativo del mercado de deuda pública interna: *IDXTES*” en Borradores de Economía No. 488, Banco de la República febrero.
- Superintendencia Financiera de Colombia, Circular Básica Jurídica, TITULO IV – capítulo cuarto. Régimen de Inversión de los Recursos de los Fondos de Pensiones Obligatorias. Circular Externa 024 de Abril de 2007

## Anexo No.1: Información utilizada en el modelo

Los retornos utilizados para la estimación de las fronteras eficientes corresponden a 45 activos con riesgo de mercado, los cuales son representativos de las diferentes regiones económicas (desarrolladas y emergentes), tipos de mercados (renta fija, renta variable y monedas), calidades crediticias (soberanos, agencias gubernamentales, corporativos grado de inversión) y plazos. La serie de tiempo construida para llevar a cabo el ejercicio incluye los retornos diarios observados entre enero de 2001 y julio de 2007 de los activos que se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla No.8  
Activos Seleccionados para la Construcción del Modelo

Activo	Descripción	Fuente
TES	Renta fija soberana de la República de Colombia en el mercado local. (Índice <i>IDXTES</i> )	Indicador creado por DODM/SGMR
EMBI.GCOL	JP Morgan Emerging Market Bond Index Global Colombia. Comprende emisiones en USD de la República de Colombia en el mercado internacional.	JP Morgan [ <i>Bloomberg JPEGCO Index</i> ]
IGBC	Renta variable del mercado colombiano (BVC)	BVC [ <i>Bloomberg IGBC Index</i> ]
UST	US Treasuries (diferentes plazos)	Merril Lynch Indexes [ <i>Bloomberg IND Index</i> ]
GFG	Germany Federal Government (diferentes plazos)	
UKG	UK Gilts (diferentes plazos)	
JPG	Japanese Government (diferentes plazos)	
USAg	Unsubordinated US Agencies (diferentes plazos)	
MTG	Mortgages (Títulos Hipotecarios US)	
USC	US Corporates (Diferentes calificaciones, grado de inversión)	
MSCI	Morgan Stanley Capital Internacional All Countries Index (MSCI ACWI). Índice de capitalización de mercado que sigue el comportamiento del mercado accionario global.	
S&P500	Las 500 compañías principales en industrias líderes de la economía de los Estados Unidos, principalmente de alta capitalización.	[ <i>Bloomberg SPX Index</i> ]
Ndq100	100 de las más grandes compañías no financieras, locales y extranjeras, listadas en NASDAQ. Se destacan los sectores de computación, comunicaciones, comercio y biotecnología.	[ <i>Bloomberg NDX Index</i> ]
EMBI.GC	JPMORGAN Emerging Market Global Composite, Comprende emisiones en USD por parte de soberanos y cuasisoberanos de mercados emergentes.	[ <i>Bloomberg JPEGCOMP Index</i> ]
DKK, NOK, SEK, AUS, CAD, NZD, EUR, CHF, GBP, JPY, USD	Monedas de reserva según la Resolución 8 de B.R.. Corresponde a la cantidad de moneda "XXX" por dólar; corresponde a la exposición a cada una de estas monedas.	[ <i>Bloomberg USDXXX Curncy</i> ], donde XXX es el nombre abreviado de la moneda.

Como se observa, en el caso de activos o instrumentos de renta fija se prefirió utilizar índices y no títulos específicos con el propósito de facilitar la obtención de series históricas representativas de la inversión en estos activos. Adicionalmente, se seleccionaron índices y series de precios de fácil obtención en *Bloomberg*, a fin de que cualquier *FPO* pueda replicar este ejercicio con facilidad.

En el caso de los TES se utilizó un índice *IDXTES*<sup>31</sup> desarrollado por el Departamento de Operaciones y Desarrollo de Mercado de la Subgerencia Monetaria y de Reservas del Banco de la República (*DODM/SGMR*), el cual, siguiendo los modelos de índices de JP Morgan y Merrill Lynch, busca reflejar el comportamiento del mercado de renta fija soberana en pesos del mercado colombiano; a diferencia de los índices ya existentes en el mercado colombiano de deuda pública, este indicador es un índice de retorno total basado en la capitalización de mercado de TESB de tasa fija en pesos, calculado sobre los precios sucios de los títulos, suponiendo la reinversión de los cupones recibidos, lo que permite reflejar fielmente el comportamiento de una inversión en estos títulos. Además, este índice, por estar basado en precios de cierre y no precios de valoración (teóricos), evita el riesgo de modelo.

Por último, se debe mencionar que todos los activos seleccionados corresponden a inversiones catalogadas como admisibles según el Régimen de Inversión de los Recursos de los Fondos de Pensiones Obligatorias<sup>32</sup>:

Tabla No.9  
Régimen de Inversión de los *FPO* - Activos individuales y límites aplicables

Activo o moneda	Descripción	Límite <sup>33</sup>
TES	Renta fija soberana de la República de Colombia en el mercado local. (Índice <i>IDXTES</i> )	Hasta un 50% del valor del fondo.
EMBI.GCOL	JP Morgan Emerging Market Bond Index Global Colombia. Comprende emisiones en USD por parte de la República de Colombia en el mercado internacional.	
IGBC	Renta variable del mercado colombiano (BVC)	Hasta un 30% del valor del fondo.
UST	US Treasuries (diferentes plazos)	Hasta un 20% del valor del fondo; puede aplicar el límite del 10% del valor del fondo en títulos emitidos por un mismo emisor.
GFG	Germany Federal Government (diferentes plazos)	
UKG	UK Gilts (diferentes plazos)	
JPG	Japanese Government (diferentes plazos)	
USAg	Unsubordinated US Agencies (diferentes plazos)	
MTG	Mortgages (Títulos Hipotecarios US)	
USC	US Corporates (Diferentes calificaciones, grado de inversión)	
MSCI	Morgan Stanley Capital Internacional All Countries Index (MSCI ACWI). Índice de capitalización de mercado que sigue el comportamiento del mercado accionario global.	
S&P500	Las 500 compañías principales en industrias líderes de la economía de los Estados Unidos, principalmente de alta capitalización.	
Ndq100	100 de las más grandes compañías no financieras, locales y extranjeras, listadas en NASDAQ. Se destacan los sectores de computación, comunicaciones, comercio y biotecnología.	
EMBI.GC	JP Morgan Emerging Market Global Composite, Comprende emisiones en USD por parte de soberanos y cuasisoberanos de mercados emergentes.	
DKK, NOK, SEK, AUS, CAD, NZD, EUR, CHF, GBP, JPY, USD	Monedas de reserva, según la Resolución 8 de B.R.. Corresponde a la cantidad de moneda "XXX" por dólar; corresponde a la exposición a cada una de estas monedas.	La posición descubierta en moneda extranjera no puede superar el 30% del valor del fondo.

<sup>31</sup> La descripción metodológica del *IDXTES* se encuentra en Reveiz A y León C. (2008).

<sup>32</sup> Según el Capítulo Cuarto del Título Cuarto de la Circular Externa 024 de 2007, de la Superintendencia Financiera de Colombia. Vale la pena mencionar que, dadas las dificultades y deficiencias en la valoración de títulos corporativos del mercado local dada su baja liquidez, éstos activos no pudieron ser considerados.

<sup>33</sup> No se contempla la posibilidad de tener una posición negativa (irse en corto) en activo alguno, tampoco en monedas.