

## **Propuesta de un Índice de Posición Actual para medir el desempeño de fondos de pensiones en México.**

OSCAR V. DE LA TORRE TORRES<sup>1</sup>  
EVARISTO GALEANA FIGUEROA\*  
DORA AGUILASOCHO MONTOYA\*

### **Resumen.**

El presente estudio propone un índice de posición actual para los tipos de activo financiero permitidos en las reglas 19-12 de la CONSAR (2012), aplicables a fondos de pensiones (SIEFORES). Este índice o referencia es probado contra tres constructos teóricos como son el portafolio con niveles de inversión homogéneos, el portafolio con la mínima varianza y el derivado con el máximo índice de Sharpe. Esto se hace a través de un backtest de abril de 2008 a abril de 2023 y de una simulación Monte Carlo con 10 años vista. Los resultados sugieren que, a pesar de que el portafolio calculado con el máximo índice de Sharpe logra el mayor retorno y eficiencia financiera, el índice propuesto es aceptable tanto por el comportamiento estable de su máxima pérdida potencial como por la igualdad estadística del retorno generado, respecto al anterior.

**Palabras clave:** Modelos de simulación, Administración de portafolios, Mercados financieros internacionales, Pronóstico y simulación financiera, Fondos de pensiones.

**Códigos JEL:** C63, G11, G15, G17, G23

**Abstract:** The present paper proposes a current asset holdings benchmark for the asset types allowed in the CONSAR (2012) rules for Mexican pension funds (SIEFORES). This index is tested against the equally weighted, the minimum variance and max Sharpe ratio portfolios with a daily backtest from April 2008 to April 2013 and a 10 year Monte Carlo simulation. The results suggest that even though the max Sharpe ratio portfolio gives the highest turnover and efficiency level, the target benchmark is an acceptable proposal by its stable max shortfall behavior, and its turnover, a measure statistically equal to the one observed in the max Sharpe portfolio.

**JEL keywords:** Simulation modeling, Portfolio management, International Financial markets, financial forecasting and simulation, Pension funds.

**JEL key codes:** C63, G11, G15, G17, G23

---

<sup>1</sup>\* Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

### **Introducción y planteamiento del problema que origina la propuesta.**

Los fondos de pensiones en México son uno de los principales medios de ahorro que los mexicanos tienen debido a que una parte significativa de su población económicamente activa es derechohabiente, ya sea a través de un esquema de beneficio definido o uno mixto<sup>2</sup>. Al día 30 de junio de 2013, este vehículo de ahorro e inversión administraba \$2.8 billones (CONSAR, 2013b) y tenía una tenencia de \$756.3 miles de millones, de un total de \$4.3 billones, en valores emitidos por el Gobierno Federal. Dado esto, tanto las sociedades de inversión especializadas en fondos para el retiro (conocidas como SIEFORES) como los patrocinadores de los fondos de pensiones de beneficio definido son un participante importante en los mercados financieros cuyo desempeño debe ser medido públicamente.

Dada esta necesidad, es prudente observar que, como parte del proceso de administración de portafolios, se debe determinar la asignación de activos en la cartera administrada. A través de la misma, se logrará establecer lo que se denomina como política de inversión y para determinar si esta es apropiada y medir el desempeño del administrador del portafolio, es necesario cuantificarla a través de un *benchmark* o *índice de estrategia (strategy benchmark)*.

No existen reglas generales para formar la estrategia de inversión y, por ende, el benchmark. Sin embargo Bailey (1992) es de los primeros en sugerir una serie de criterios para medir la calidad en la elaboración de los índices de estrategia. De manera análoga, Kuenzi (2003) demuestra que aquel índice público que se utilice como referencia de la política de inversión deber ser *neutral* en sus posiciones respecto al mercado, es decir, debe tener la misma ponderación o influencia de cada uno de sus activos o factores (tipo de activo, exposición cambiaria, etc.) a los del mercado o mercados en los que se invertirá. De manera complementaria, menciona que, de no existir algún índice público disponible, el administrador del portafolio deberá desarrollar un benchmark de estrategia propio. Los estudios citados van orientados a benchmarks de estrategia en mercados de acciones y, en el caso de Kuenzi, no se dan pautas de cómo se deberían desarrollar los mismos. Esta circunstancia se traslada a los fondos de pensiones (de beneficio definido o de contribución definida) por el hecho de que estos no invierten sus activos en un solo tipo de activo como son las acciones; sino más bien en varios. Derivado de esto, no existe en México un índice, ya sea de mercado o de estrategia, que modele el comportamiento de estos tipos de activos financieros de manera conjunta y que mida el desempeño agregado de la gestión realizada en las SIEFORES. Por tanto, de este hecho observado es que se detecta la necesidad de determinar un adecuado benchmark

---

<sup>2</sup> A diferencia de otros países, en México, siguiendo la Ley del Seguro Social del año 1997, se tiene un sistema mixto porque, si se logran 2,500 semanas de cotización a la pensión previo a la etapa de retiro, se tiene una pensión mínima garantizada por el Estado.

público de desempeño (*strategy benchmark*) para que los administradores de portafolios y los ahorradores puedan calificar la gestión de su fondo de pensiones.

En este punto, es de total importancia observar que los fondos de pensiones en México, en especial los de régimen de beneficio definido, tienen objetivos actuariales y, por ende, políticas de inversión muy diversas. Derivado de esto, un estudio de y a los mismos resultaría en algo tan amplio que se rebasarían los alcances del presente. Por tanto, *so pena* de incurrir en una simplificación inapropiada, se supondrá que tanto los fondos de pensiones de beneficio definido como las SIEFORES buscarán invertir en los tipos de activos financieros objeto de inversión autorizados por las reglas 12-19 de la CONSAR (2012) que son: bonos gubernamentales y corporativos (tanto mexicanos como de los países autorizados), acciones mexicanas y de índices globales autorizados, y mercancías. A pesar de ser un tipo de activo autorizado, no se revisará la inversión en bienes raíces ya que la misma se puede hacer de manera directa o a través de fideicomisos de inversión en bienes raíces (FIBRAS) cuya cotización en México aún es reciente en comparación con los otros seis casos.

Partiendo de esta acotación inicial, se retoma el punto de interés inicial. Una primera alternativa sería cuantificar un índice de capitalización de mercado partiendo del monto en circulación, valor de mercado o interés abierto de los activos objeto de inversión, lo que resultaría en una solución tan delicada que se correría el riesgo de que activos, como son las acciones mexicanas, tengan un nivel de inversión bajo en comparación de activos como los commodities o los bonos gubernamentales globales que tienen valores de mercado más elevados. Una alternativa a este problema es determinar un benchmark compuesto de seis índices de mercado públicos y autorizados por las reglas de la CONSAR previamente citadas, empleando un método alternativo al de capitalización. Esta posibilidad se sugiere como necesaria porque los índices de los mercados de bonos gubernamentales y corporativos, provistos tanto por VALMER como por PiP, carecen de esa información histórica.

Una solución viable se encontró cuando se observó que el régimen de inversión de la CONSAR es de los únicos en el mundo en seguir un sistema de inversión de tipo “ciclo de vida”. Es decir, se tienen múltiples regímenes de inversión para una misma persona y las aportaciones de la misma se invierten en diferentes tipos de portafolios o fondos conforme su edad se incrementa y la edad de retiro se aproxima. Dada esta situación, se tienen en México cinco tipos de SIEFORE (una de pensiones y cuatro básicas), las cuales tienen su propia estrategia autorizada por la CONSAR y las cuales están enfocadas a personas cuya fecha objetivo de inversión es diferente. Este tipo de estrategia es muy similar a un tipo de fondos de inversión conocidos en Estados Unidos como “fondos de fecha objetivo” (*target date funds*), los cuales están enfocados a invertir el dinero de

planes de contribución definido<sup>3</sup>, manteniendo una política de inversión enfocada a liquidar el fondo en una fecha determinada.

Como resultado de esta tendencia de estrategia de inversión, la compañía de servicios financieros Standard & Poors (o S&P) calcula benchmarks, denominados *Target date benchmarks* (S&P Dow Jones Indices LLC, 2012), los cuales están enfocados a medir el desempeño de estos denominados *target date funds*. A *grosso modo*, el método de cálculo se hace partiendo de una encuesta anual de la posición en cada tipo de activo financiero que tenía cada fondo de inversión cuya fecha objetivo o liquidación es, a manera de ejemplo, el año 2020. Con esta ponderación, la compañía calcula y publica el desempeño diario y teórico de este tipo de fondos, corriendo el mismo método para diferentes fechas objetivo estándar como son 2020 o 2030<sup>4</sup>.

La viabilidad del cálculo de este tipo de benchmark radica en que actualmente, la CONSAR (2013a) publica, de manera mensual, cuál es la tenencia de cada tipo de activo autorizado en cada tipo de SIEFORE existente. Con estos niveles de inversión se puede cuantificar, de manera diaria, un benchmark o índice de posición actual (IPA) que aproxime el comportamiento conjunto de los seis mercados objeto de inversión y que, de manera análoga, sea una representación de la política de inversión autorizada por la CONSAR.

Sin embargo, a pesar de lo comprensible que podría ser este índice para medir el desempeño de la política de inversión, se tiene la limitante de no saber cuál es su nivel de eficiencia financiera<sup>5</sup> ya que, siguiendo las propuestas de Roll (1977), Kandel y Stambaugh (1989) o Roll y Ross (1994), así como de las necesidades planteadas en De la Torre y Martínez (2012), resulta de necesidad establecer la interrogante de si el índice propuesto es financieramente eficiente y, por ende, apropiado para los fines buscados.

Por tanto, dada la propuesta de un benchmark o índice de posición actual (IPA) para cuantificar la política de inversión y desempeño tanto de las SIEFORES como de fondos de pensiones de beneficio definido, se plantea el problema de investigación consistente en responder si el benchmark logrado es financieramente eficiente y en determinar si el mismo es representativo de la política de inversión. Para lograr esto, el mismo se comparará contra tres referencias o portafolios teóricos que pertenecen al conjunto de posibilidades de inversión: el portafolio con niveles de inversión homogéneos, el portafolio con la varianza mínima y el portafolio que maximiza el índice de Sharpe (1966), los cuales son consistentes con lo propuesto en Amenc et.al. (2012). Dada la superioridad teórica que el portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe tiene, se observa como de necesidad observar que el tipo de índice propuesto (que no es más que un portafolio

---

<sup>3</sup> Conocidos como 401k en los Estados Unidos.

<sup>4</sup> Para mayor detalle del método de cálculo, favor de referirse a S&P Dow Jones Indices LLC (2012).

<sup>5</sup> Entendida esta como la adecuada relación riesgo y rendimiento o una adecuada relación "media-varianza".

“espejo” de la posición de todas las SIEFORES) no sea igual de eficiente que el anterior. Sin embargo, se puede demostrar que el retorno generado con el mismo y su estabilidad en términos de pérdida potencial, le permiten considerarlo aceptable. Esto lleva a plantear como hipótesis a demostrar que “El método del índice de posición actual (IPA) tiene un nivel de desempeño estadísticamente similar al del portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe”.

Una vez identificado el problema de investigación y la hipótesis de trabajo a demostrar, se observa que el artículo comienza con una revisión de los estudios previos que fundamentan la necesidad de medir la eficiencia financiera de un benchmark, así como de aquellos que incluso soportan la posibilidad de que no se empleen métodos de capitalización para calcularlos. Posterior a ello, se realiza la propuesta del método de cálculo del IPA para seguir con la descripción del método de contraste empleado para demostrar la hipótesis de trabajo. Una vez que se da la revisión de los resultados logrados, se presenta un apartado de conclusiones y de análisis de cualidades a favor y en contra para cerrar el documento con una revisión de sugerencias teóricas y prácticas para futuros desarrollos o aplicaciones potenciales.

### **Revisión de bibliografía previa relacionada al tema.**

Con las revisiones realizadas por Ibbotson (2010), se tienen pruebas de que el paso de la asignación de activos es el más importante e influyente en los resultados del proceso de administración de portafolios. Tan importante y sensible es la adecuada selección y definición de un índice de estrategia (derivado de la asignación de activos) que es la base de los modelos cuantitativos de selección de portafolios. Propuestas de modelos y heurísticas tan aceptadas como las de Sharpe (1963), Treynor y Black (1973) y Elton et.al. (1976) utilizan benchmarks que sirvan como símil de una administración pasiva. Incluso las propuestas más recientes como la de Black y Litterman (1992), que emplea estadística bayesiana, y la de Waring y Whitney (2009) que trabaja en un contexto de asignación de activos y pasivos, requieren forzosamente de la determinación de una apropiada definición de un índice de estrategia. Para entender como “adecuada” la definición del índice que se utilice, es necesario que este sea financieramente eficiente, en términos de media o varianza<sup>6</sup> perteneciendo a al frontera eficiente, según establece la “crítica” de Roll (1977). Esto es así porque se presupone que el benchmark que se emplea para cuantificar y medir la estrategia de inversión es prácticamente el mismo que el portafolio de mercado, suponiendo expectativas homogéneas de manera agregada (Sharpe, 1964). Por tanto, como resultado de su revisión, Roll

---

<sup>6</sup> En este punto es de importancia señalar que, a pesar de que la eficiencia financiera implica una potencial eficiencia informacional, éste último concepto no será materia de estudio en el presente por el hecho de que es un tema que se relaciona mas no interesa demostrar. Reiterando lo dicho en comentarios anteriores, “eficiencia” se referirá a eficiencia financiera o eficiencia media-varianza.

(1977) observa que, a pesar de que no se conoce la verdadera cartera de mercado, se pueden tener aproximaciones financieramente eficientes de la misma, siendo los índices cuantificados con el método de capitalización los más apropiados. Sin embargo, a raíz de múltiples limitaciones y eventos económicos-financieros, múltiples investigadores comenzaron a cuestionar la eficiencia de las aproximaciones de la cartera de mercado dadas por los índices calculados con el método de capitalización. Tal es el caso de Grinold (1989) quien utilizó el estadístico de Gibbons et.al. (1989) para demostrar la debilidad de los principales índices bursátiles de los mercados de Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Japón y Australia. A este autor le siguieron estudios enfocados a atacar este método, tal es el caso de Haugen y Baker (1990) quienes cuestionan la eficiencia del índice Wilshire 5,000, el cual es una importante referencia en la inversión del componente de renta variable de fondos de pensiones en los Estados Unidos. De manera complementaria pero con métodos alternativos de cálculo o determinación, se encuentra el trabajo de Arnott et.al. (2005), quienes salen del contexto del método de capitalización y proponen utilizar los fundamentales financieros del emisor de cada activo financiero.

De una manera contraria a las propuestas de métodos alternativos de cálculo de benchmarks, Tabner (2007) fundamenta que el índice logrado con el método de ponderaciones homogéneas, aplicado al universo de activos del índice FTSE-100, lleva a mayores niveles de exposición al riesgo y concentración de activos que el propio FTSE-100.

Con propuestas alternativas y más recientes, Goltz y Lesourd (2011) refrendan la postura de lo limitado que son los índices determinados con el método de capitalización, al observar que el mismo tiene una limitante teórica en el caso de mercados individuales como las acciones, ya que de existir y conocerse esa “verdadera” cartera de mercado compuesta de todos los tipos de activos objeto de inversión, los índices bursátiles serían una parte de ese conjunto de activos financieros que reflejan la riqueza generada y administrada en una economía<sup>7</sup>.

Los estudios previamente citados tienen un fuerte enfoque hacia índices de mercados accionarios. Sin embargo, prácticamente no se tiene literatura relativa al estudio de índices en otro tipo de activo financiero o, en mayor alcance, de índices que se compongan de múltiples activos financieros. Dado esto, se tiene una gran carencia teórica y práctica de un índice de estrategia aplicable a la medición del desempeño de fondos de pensiones, por lo que el presente trabajo busca ser una de las primeras respuestas. Esto es así observando que, si bien es cierto que el presente tiene una fuerte cimentación en la normativa aplicable a los fondos de contribución definida, los resultados y propuestas logrados

---

<sup>7</sup> La verdadera cartera de mercado debería incorporar bonos, acciones, mercancías, capital humano, bienes raíces, arte y todo tipo de activo que represente la riqueza generada en una Economía.

pueden aplicarse a otros casos como son la mayoría de los fondos de pensiones. Una vez planteado esto, se pasará a la propuesta del método de cálculo del índice de posición actual (IPA) sugerido.

### **Método de cálculo del índice de posición actual.**

Para poder determinar el índice de posición actual se deben conocer los parámetros de inversión establecidos en la circular 19-12 de la CONSAR (2012), los cuales se presentan en la tabla 1. En la misma se aprecian los niveles máximo y mínimo de inversión que se permiten por tipo de activo en cada tipo de SIEFORE existente. En la última columna, denominada “Estudio”, se sintetizan los niveles de inversión máximo y mínimo de todo el sistema de SIEFORES. Estos serán empleados en el programa cuadrático paramétrico con el que se derivará la frontera eficiente y, con ella, los portafolios de mínimo nivel de varianza y máximo índice de Sharpe.

En la parte intermedia, se presentan las restricciones de niveles máximo y mínimo de inversión en activos financieros denominados en otras divisas. En este punto es de necesidad resaltar que casos como el componente de mercancías no se verá afectado por esta restricción de riesgo cambiario ya que, de ser así, se corre el riesgo de reducir drásticamente la posición por activo.

Por último, en el segmento inferior de la tabla se presentan los índices de mercado públicos que se emplearán para cuantificar el comportamiento de los mercados de cada tipo de activo. En este punto es de vital importancia señalar que si bien los seis índices, sin excepción alguna, se cuantifican con el método de capitalización, los mismos se aceptarán como válidos independientemente de que puedan carecer de eficiencia financiera. Esto es así porque la determinación del método de cálculo más apropiado en cada caso es un estudio particular que sale de los alcances del presente.

Es importante señalar que los índices seleccionados fueron convertidos a valores base 100 el 30 de abril de 2008 y sus valores fueron empleados en la siguiente expresión:

$$IPA_t = \sum_{i=1}^n w_{i,T} \times M_{i,t} \quad (1)$$

En donde  $M_{i,t}$  es el valor, convertido a Moneda Nacional, observado en la fecha  $t$  del índice del  $i$ -ésimo mercado o tipo de activo (bonos gubernamentales mexicanos, etc.) y  $w_{i,T}$  es la ponderación que publica la CONSAR para el  $i$ -ésimo tipo de activo o mercado para el mes  $T$  al que la fecha  $t$  pertenece. Es decir, este nivel es el que publica la CONSAR para este mes al final del mismo. A manera de ejemplo, si  $t=4$  de abril, entonces se utilizará la ponderación del  $T=30$  de marzo durante todo el mes. Con el método dado en (1) y los valores de los índices de mercado citados en la tabla 1, es que se determina el IPA. Los niveles de  $w_{i,T}$  se toman de CONSAR (2013a) y se utilizan los niveles de inversión o posición actual de todo el sistema de SIEFORES. Es decir, si las SIEFORES

en conjunto tienen un 9.1% invertido en el acciones mexicanas al 30 de abril de 2013, ese nivel se  
empleará como valor de  $W_{i,T}$



**Tabla 1 Política de inversión establecida para cada tipo de SIEFORE y los límites de inversión sugeridos para este estudio. Fuente:**

**Elaboración propia en base a CONSAR (2012).**

<b>Restricciones por tipo de activo (min/max)</b>	<b>SIEFORE Básica pensiones</b>	<b>Básica 1</b>	<b>Básica 2</b>	<b>Básica 3</b>	<b>Básica 4</b>	<b>Estudio</b>
Bonos gubernamentales mexicanos 1/	(51%/100%)	(51%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(51%/100%)
Bonos corporativos mexicanos 1/	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(8.17%/100%)
Componente de renta variable mexicano	(0%/5%)	(0%/5%)	(0%/25%)	(0%/30%)	(0%/40%)	(3.26%/40%)
Bonos gubernamentales y corporativos globales 2/	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(1.63%/100%)
Componente de renta variable global 3/	(0%/5%)	(0%/5%)	(0%/25%)	(0%/30%)	(0%/40%)	(0.65%/40%)
Mercancías (commodities) 4/	0%	0%	(0%/5%)	(0%/10%)	(0%/10%)	(0.81%/10%)
<b>Restricción a riesgo cambiario</b>	<b>SIEFORE Básica pensiones</b>	<b>Básica 1</b>	<b>Básica 2</b>	<b>Básica 3</b>	<b>Básica 4</b>	<b>Estudio</b>
Títulos denominados en moneda extranjera	0%	(0%/20%)	(0%/20%)	(0%/20%)	(0%/20%)	(0%/20%)
<b>Índice empleado para cuantificar el tipo de activo</b>	<b>Índice</b>	<b>Proveedor</b>		<b>Ticker en el estudio</b>		
Bonos gubernamentales mexicanos	Valmer Gubernamental	VALMER-BMV		Mex-Government		
Bonos corporativos mexicanos	Valmer Corporativo	VALMER-BMV		Mex-Corporate		
Componente de renta variable mexicano	IPC	BMV		Mex-Equity		
Bonos gubernamentales y corporativos globales	World Bond Investment Grade ex MBS	Citigroup Inc.		World Fixed-Income ex MSB		
Componente de renta variable global	MSCI World	MSCI Inc.		World Equity		
Mercancías (commodities)	DJ-UBS commodity index	Dow Jones - Citigroup		Commodities		

1/ Solo activos financieros con un mínimo de mxA como calificación crediticia.

2/ Solo activos financieros con un mínimo de A+ como calificación crediticia.

3/ Solo a través de los índices accionarios autorizados por el anexo M de la circular 12-19 de la CONSAR.

4/ En el presente estudio se le dará a las mercancías un tratamiento de activos denominados en Moneda Nacional. Esto por que, al ser denominadas en otras divisas, se corre el riesgo de que el programa cuadrático-paramétrico con el que se deriva la frontera eficiente reduzca aún más el límite máximo de inversión permitido a un 20% del real.

---

**Nota metodológica:** Los niveles de inversión mínimos ajenos a los bonos gubernamentales se obtuvieron al dividir el 49% mínimo restante entre 6. Posteriormente se multiplicó ese número por el máximo permitido para acciones y luego por el máximo permitido en instrumentos denominados en divisas. Ejemplo, componente de renta variable local:  $(49\%/6)*(40%)*(20\%)=8.17\%*40%*20%=0.65\%$

---

Una vez que se ha descrito el método de cálculo del IPA, se determinará si este índice es apropiado en términos de eficiencia financiera.

### Prueba del desempeño financiero del IPA.

Para demostrar que este índice es apropiado como referencia, se contrastará el mismo con tres tipos de portafolio. El primero de ellos es la cartera con niveles de inversión homogéneos dada por:

$$w_i = \frac{1}{n} \quad (2)$$

Siendo  $n$  el número de activos en el portafolio ( $n = 6$  para el caso de este estudio). Para derivar los otros dos portafolios, se requirió determinar la frontera eficiente del conjunto de posibilidades de inversión, para un rango  $E_p^* \in [\min E(\mathbf{r}), \max E(\mathbf{r})]$ ,  $\mathbf{r} = [E(r_i)]'$ . Esto a través del siguiente problema de optimización, dada la matriz de covarianzas  $\mathbf{C}$  de los seis activos objeto de inversión:

$$\arg \min_{(\mathbf{w})} S_p = \mathbf{w}'\mathbf{C}\mathbf{w} \quad (3)$$

Sujeto a:

$$\mathbf{w}'\mathbf{1} = 1, \mathbf{w}'\mathbf{r} = E_p^*, \mathbf{A}\mathbf{w} \leq \mathbf{b},$$

$$\mathbf{D}\mathbf{w} \leq \mathbf{c}, \mathbf{a}'\mathbf{w} \leq 20\%$$

Esto implica derivar un conjunto  $X$  de portafolios eficientes en donde, para cada valor de  $E_p^*$ , se minimiza la varianza del portafolio sujeto a los vectores de niveles de inversión mínimos y máximos ( $\mathbf{b}$  y  $\mathbf{c}$  respectivamente), los cuales son permitidos por la CONSAR y presentados en la tabla 1 bajo la columna “estudio”. En las mismas restricciones se incorpora, dado un vector  $\mathbf{a}$  donde se identifican con 1 los activos denominados en otras divisas, el nivel máximo de exposición cambiaria autorizada de 20%.

Derivado de la resolución dada en (3), se utilizarán dos portafolios pertenecientes a  $X$  que son aquél en donde se observa la mínima varianza y aquel que, maximiza el índice de Sharpe. ( $S_p$ ) con la siguiente expresión, dada la tasa de interés libre de riesgo  $rf$ :

$$p^* = \arg \max \left\{ \mathcal{S}(X) = \frac{[E_p(X) - rf]}{S_p(X)} \right\} \quad (4)$$

Una vez planteadas las formas de determinar los tres referentes teóricos a contrastar con el IPA, se observará que se utilizarán dos métodos de prueba. El primero de ellos es una prueba retrospectiva o *backtest* de periodicidad diaria del primero de abril de 2013 al 30 de abril de 2011 en donde, en base a los métodos de ponderación presentados previamente y con recomposiciones mensuales, se calculará el IPA. Una vez realizado esto, se derivarán, de forma diaria, diferentes métricas como son la variación porcentual y el índice de Sharpe diario ex post observando en el IPA y los

portafolios empleados como referencia. Este se obtendrá con la siguiente expresión, dada la variación porcentual del valor del portafolio ( $D\%_{p,t}$ ) observada<sup>8</sup> en  $t$  :

$$S_{p,t} = \left( D\%_{p,t} - rf_t \right) \cdot S_{p,t}^{-1} \quad (5)$$

Con los resultados de este primer método de prueba se utilizó primero un comparativo del retorno acumulado en cada portafolio (*turnover*) y luego se hizo una prueba de pérdida potencial con la sumatoria del número de días en los que la variación porcentual del IPA y de cada portafolio de referencia fue inferior a 5% (Conocido este análisis como *Max shortfall*)<sup>9</sup>. Este conteo fue comparado contra el valor crítico de una prueba con función de densidad de probabilidad Poisson, empleando un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ , y una media dada por  $\lambda = 1,280 \times 10\%$ . Esto es así porque el número de fechas simuladas que se tienen en el backtest es de 1,280 y la proporción de veces que se espera se supere el límite de -5% de variación porcentual es de 10%.

A su vez, se utilizó el índice de Sharpe calculado con (5) para determinar si el nivel de eficiencia diaria calculada con (5) en el IPA es igual a la de los portafolios con que se contrasta.

El segundo método de contraste consistirá en realizar, con la matriz de covarianzas **C** y el vector de rendimientos esperados por activo **r** observados al 30 de abril de 2013, una simulación Monte Carlo de periodicidad diaria con diez años vista (3,600 días) y 10,000 escenarios, presuponiendo que, de manera multivariada, los índices de los seis activos objeto de inversión están regidos por un movimiento geométrico browniano<sup>10</sup>. Con los resultados, aplicables a la última ponderación **W**, al día 30 de abril de 2013 en el IPA y los tres portafolios referentes, se calcularán las medianas de los 10,000 escenarios de cada portafolio. Esto permitirá tener proyecciones o estimaciones a 10 años vista del posible comportamiento esperado del IPA y cada portafolio utilizado para el contraste.

Una vez logradas estas simulaciones Monte Carlo, estas series de tiempo “*ex ante*” se concatenarán con las series “*ex post*” generadas con las pruebas retrospectivas o de backtest. De manera complementaria a esto, se calculó el cuantil quinto y 95 en la simulación Monte Carlo del portafolio logrado con (4). Esto para determinar intervalos de confianza que permitan determinar qué tan similar es el desempeño del IPA en comparación con este portafolio .

La fuente de la información de los datos de los seis índices empleados en este estudio son los respectivos proveedores citados en la tabla 1, así como de Bloomberg. El simulador empleado se programó en MATLAB y todos los índices fueron convertidos a Moneda Nacional.

<sup>8</sup> Para calcular la desviación estándar del portafolio se empleó la serie de tiempo histórica de la variación

<sup>9</sup> Se utiliza un límite de -5% de manera discrecional como un valor arbitrario. Sin embargo, la determinación del límite más apropiado debe establecerse según el método de cuantificación de riesgos elegido por el fondo de pensiones. La determinación del mismo es objeto de otros estudios ajenos al presente.

<sup>10</sup> Salvo el IPC y el S&P500, los índices utilizados son de rendimiento total, lo que, con la reinversión de intereses, permite sostener, al menos en términos teóricos, este supuesto.

### **Resultados observados.**

En base a la prueba de backtest descrita previamente, se observa el comportamiento del IPA y los cuatro portafolios contrastados en la figura 1. En la misma se aprecia, cómo era esperado, que el portafolio de mínima varianza y el logrado con el máximo índice de Sharpe dado en (4) son superiores al IPA en su nivel de retorno acumulado generado.

A pesar de esto, se puede apreciar que la magnitud de la diferencia entre el IPA y el portafolio logrado con (4) no es muy grande (a ello se regresará en breve). Por otro lado, el caso de la cartera de ponderaciones homogéneas dada con (2) es muy inferior al IPA y los otros dos casos. En este último resultado se cumple lo observado en Tabner (2007), quien observa que este tipo de índice puede ser más inestable (en términos de riesgo) cuando se está frente a momentos de alta volatilidad, de los cuales se tiene una clara muestra en las primeras fechas del año 2008 que son coincidentes con las fechas iniciales del backtest realizado y con los momentos más turbulentos de la crisis financiera 2007-2009.

Para verificar la estabilidad del IPA y los portafolios simulados, se presentan el estudio de máxima pérdida potencial o Max shortfall y el del índice de Sharpe observado, el cual se calcula con (5). Estos se presentan, de manera resumida, en la tabla 2 y la figura 2.

Como se puede apreciar en términos de variaciones porcentuales, el IPA resulta ser un portafolio mucho más estable que el logrado con el máximo índice de Sharpe a través de (4). Esto es así porque el número de días con variaciones porcentuales menores a -5% es de solo 152 contra 230 del último.



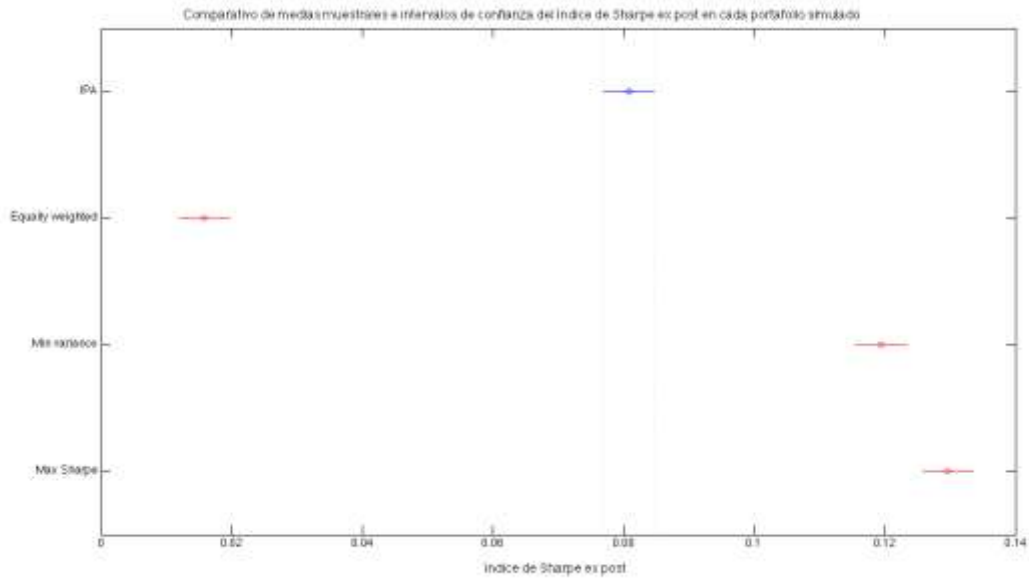
**Figura 1 Desempeño ex post del IPA y los tres portafolios simulados. Fuente: Elaboración propia.**

Esto se corrobora con lo observado en la figura 2. Sin embargo, a pesar de que los índices de Sharpe sugieren una superioridad en la cartera lograda en (4), se puede comprobar que el retorno logrado con el IPA, no es estadísticamente diferente a esta. Para ello, se revisaron los resultados de las simulaciones en un contexto ex post y se combinaron las cifras logradas con el backtest y la simulación Monte Carlo. Esto a fin de obtener un IPA y portafolios simulados como los que se presentan en la figura 3.

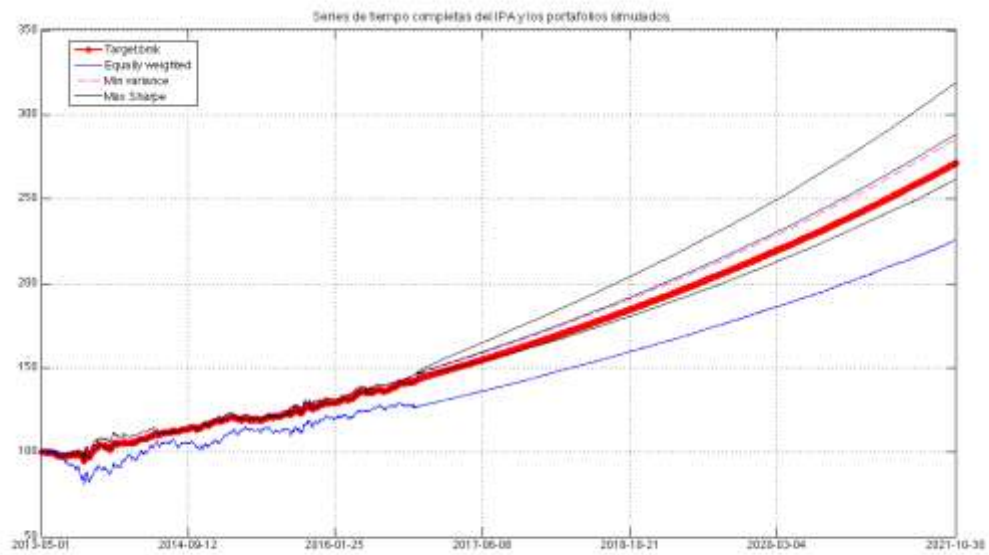
Como se puede apreciar en la misma, el IPA sigue siendo inferior en desempeño a los portafolios calculados con la mínima varianza y con el máximo índice de Sharpe. Sin embargo, cuando se grafican los cuantiles 5 y 95 de la simulación Monte Carlo para el último caso, se puede apreciar que el IPA tiene un comportamiento que le ubica dentro de ese intervalo, por lo que, si se toma esa estimación de intervalo no paramétrica (90% de confianza), el IPA es estadísticamente igual en su desempeño al portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe.

**Tabla 2 Tabla de resumen de las variaciones porcentuales del IPA y los portafolios simulados. Fuente: Elaboración propia.**

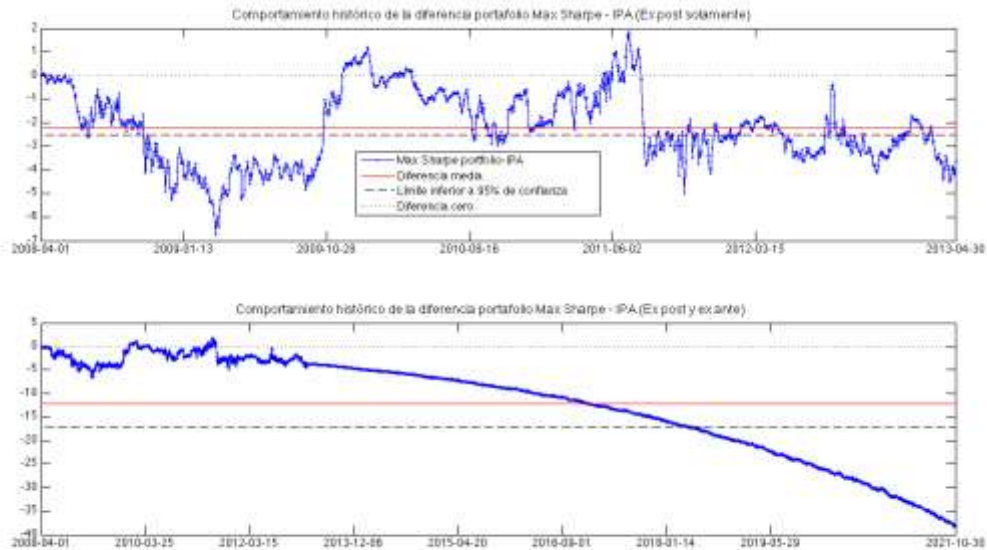
Fuente de variación	Suma cuadrática	Grados de libertad	Suma cuadrática	Estadístico F	Prob>F (%)
Columnas	12.76	3.00	4.25	2.92	3.26
Error	7,445.91	5,116.00	1.46		
Total	7,458.68	5,119.00			



**Figura 2 Diagrama de caja de los índices de Sharpe observados de manera diaria y ex post durante las simulaciones. Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 3 Comparativo de la simulación completa realizada en el IPA y los portafolios a contrastar. Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 4 Comportamiento histórico de la diferencia entre el portafolio logrado con el máximo índice de Sharpe y el IPA. Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 3 Resumen de los niveles de inversión el backtests. Fuente: Elaboración propia.**

Nivel de Inversión promedio							
Portfolio	Mex-Government	Mex-Corporate	Mex-Equity	World Fixed-Income ex MBS	World Equity	Commodities	
Target bmk	62.85	17.04	8.02	3.83	8.15	0.10	
Max Sharpe	58.68	29.13	3.53	5.61	1.44	1.62	
Diferencia	4.17	-12.09	4.50	-1.77	6.71	-1.52	
Nivel de Inversión máximo							
Portfolio	Mex-Government	Mex-Corporate	Mex-Equity	World Fixed-Income ex MBS	World Equity	Commodities	
Target bmk	70.15	18.40	9.93	6.87	14.74	0.10	
Max Sharpe	85.46	42.63	9.48	19.35	12.43	10.00	
Diferencia	-15.31	-24.23	0.45	-12.48	2.31	-9.90	
Nivel de Inversión mínimo							
Portfolio	Mex-Government	Mex-Corporate	Mex-Equity	World Fixed-Income ex MBS	World Equity	Commodities	
Target bmk	55.31	15.05	4.46	2.13	3.61	0.10	
Max Sharpe	51.00	8.17	3.27	1.63	0.65	0.82	
Diferencia	4.31	6.88	1.20	0.50	2.95	-0.72	

Esto se corrobora si se calcula la diferencia media entre el valor de este portafolio menos el IPA. Dándole el trato de muestras relacionadas a las dos series de tiempo, se llega a la prueba de



hipótesis clásica como la expuesta en la figura 4. En los resultados se puede apreciar cómo, en términos estadísticos, la diferencia media entre el IPA y el portafolio contrastado es de cero con un 95% de confianza.

Investigando las razones que originan la similitud en el desempeño del IPA y el portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe, se encontró que ambos tienen niveles promedio y mínimos de inversión similares en todo el componente de renta fija. Es decir, en los bonos gubernamentales y corporativos, tanto mexicanos como internacionales. Por otro lado, por el hecho de haberse invertido más en el componente de renta variable y mercancías, el portafolio con el mayor índice de Sharpe tuvo un desempeño superior. Sin embargo esta diferencia hizo que el IPA fuese mucho más estable en su comportamiento, tal como lo sugiere el análisis de pérdida potencial de -5% y lo observado en la tabla 3.

### **Conclusiones.**

En base a los resultados, la hipótesis de trabajo en donde se establece que el Índice de Posición Actual o IPA tiene un nivel de desempeño estadísticamente similar al del portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe se sostiene. En base a las pruebas aplicadas, se observó que el rendimiento acumulado en este índice, desde el 4 de abril de 2008 hasta el 30 de abril de 2011 (backtest o ex post) así como del primero de mayo de 2013 al 30 de octubre del 2021 (simulación Monte Carlo), es estadísticamente igual al presentado por aquel portafolio derivado con el máximo índice de Sharpe. Esto es un resultado que permite resolver dos cuestiones prácticas existentes en la administración de fondos de pensiones:

- 1) Permitir la existencia de un benchmark que modele el comportamiento de los tipos de activos financieros autorizados por la circular 19-12 de la CONSAR.
- 3) La generación de un benchmark que permita comparar el desempeño tanto de SIEFORES como de planes de Beneficio Definido particulares, siempre y cuando se decida optar por una política de inversión en los seis tipos de activos financieros utilizados y autorizados en la circular 19-12 de la CONSAR.

Como factores en contra que podría tenerse al utilizar este índice es el hecho de que desafortunadamente solo se cuenta con información mensual por parte de la CONSAR, aunado al hecho de que el nivel de ponderación es expost. Otra limitante es que el rebalanceo del benchmark es mensual, cuando la práctica profesional es rebalancear al menos una vez por semana. Esto podría generar ligeros sesgos en términos de representatividad de las posiciones actuales en las SIEFORES.

Como mejora a realizar en este estudio se tiene el hecho de que las FIBRAS no son consideradas debido al corto tiempo que tienen estas cotizando en México. Esto puede ser tema de futuras investigaciones.

Como puntos a favor, está el hecho de que se replica lo más aproximado posible tanto la conformación de todas las SIEFORES existentes como la ejecución de su política de inversión autorizada. En base al método empleado y lo revisado en los resultados logrados, los niveles de ponderación son prácticamente estables y no generan brincos como lo haría un rebalanceo con el método de capitalización y, más aún, con algún método cuantitativo como sería un benchmark cuantitativo derivado con el máximo índice de Sharpe. El último punto a favor, es que, si bien en el presente estudio se enfocó en un benchmark para todas las SIEFORES, su aplicación puede ser generalizada para el método de inversión por ciclo de vida utilizado por la CONSAR. Es decir, se puede generar un benchmark para cada tipo de SIEFORE.

Las solución de las limitantes mencionadas, en especial el empleo de otro tipo de benchmark de estrategia o para el modelado de los mercados objeto de inversión es algo que se sugerirá para futuras investigaciones, observando que algunas de estas potenciales soluciones se encuentran en desarrollo.

Como comentario de cierre y observando la idoneidad del IPA como benchmark de estrategia, se tiene como sugerencia práctica futura que la CONSAR implemente un sistema de publicación de posiciones actuales más periódico y automatizado. Incluso sería prudente que la institución calculase este tipo de benchmarks porque así podría dar tanto a los derechohabientes como a las AFORES, más y mejores referencias que les permitan evaluar el desempeño de su fondo.

## **Referencias.**

Amenc, N., Golts, F., Lodh, A. y Martellini, L. (2012). Diversifying the Diversifiers and Tracking the Tracking Error. *The Journal of Portfolio Management*, 38(3), 72–88.

Arnott, R.D., Hsu, J. y Moore, P. (2005). Fundamental Indexation. *Financial Analysts Journal*, 61(2), 83–99.

Bailey, J. V (1992). Evaluating Benchmark Quality. *Financial Analysts Journal*, 48(3), 33–40.

Black, F. y Litterman, R. (1992). Global portfolio optimization. *Financial Analysts Journal*, 48(5), 28–43.

CONSAR (2012). Disposiciones de carácter general que establecen el régimen de inversión al que deberán sujetarse las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro. Normatividad - circulares CONSAR. Disponible en:

- <[http://www.consar.gob.mx/normatividad/normatividad-normatividad\\_consar-circulares.shtml](http://www.consar.gob.mx/normatividad/normatividad-normatividad_consar-circulares.shtml)>. Accedido en: May 10, 2012
- CONSAR (2013a). Inversiones de las SIEFORES. Información estadística. Disponible en: <<http://www.consar.gob.mx/SeriesTiempo/CuadroInicial.aspx?md=21>>. Accedido en:
- CONSAR (2013b). Recursos administrados por las AFORES. Información estadística CONSAR. Disponible en: <<http://www.consar.gob.mx/SeriesTiempo/CuadroInicial.aspx?md=2>>. Accedido en: April 15, 2013
- Elton, E.J., Gruber, M.J. y Padberg, M.W. (1976). American Finance Association Simple Criteria for Optimal Portfolio Selection. *The journal of Finance*, 31(5), 1341–1357.
- Gibbons, M., Ross, S. y Shanken, J. (1989). A Test of the Efficiency of a Given Portfolio. *Econometrica*, 57(5), 1121–1152.
- Goltz, F. y Le Sourd, V. (2011). Does Finance Theory Make the Case for Capitalization-Weighted Indexing? *The journal of index investing*, 2(2), 59–75.
- Grinold, R.C. (1989). Are Benchmark Portfolios Efficient? *The journal of portfolio management*, 19(1), 34–40.
- Haugen, R.A. y Baker, N.L. (1990). The efficient market inefficiency of capitalization-weighted stock portfolios. *The Journal of Portfolio Management*, 17(3), 35–40.
- Ibbotson, R. (2010). The importance of asset allocation. *Financial Analysts Journal*, 66(2), 18–20.
- Kandel, S. y Stambaugh, R.F. (1989). A Mean-Variance Framework for Tests of Asset Pricing Models. *The review of financial studies*, 2(2), 125–156.
- Kuenzi, D.E. (2003). Strategy Benchmarks. *Journal of portfolio management*, 29(2), 46–56.
- De la Torre Torres, O.V. y Martínez Torre-Enciso, M.I. (2012). ¿Han sido el IBEX35 y el IPC definiciones financieramente eficientes de la cartera de mercado de febrero de 2001 a diciembre de 2010? *Contaduría y Administración UNAM*, Próxima pu.
- Roll, R. (1977). A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory. *Journal of financial Economics*, 4(2), 129–176.
- Roll, R. y Ross, S.A. (1994). On the Cross-sectional Relation between Expected Returns and Betas. *The journal of finance*, 49(1), 101–121.
- S&P Dow Jones Indices LLC (2012). S & P Dow Jones Indices : S&P Target Date Index Series Methodology. S&P Dow Jones indices: Asset allocation. Disponible en: <[http://latam.spindices.com/documents/methodologies/methodology-sp-target-date.pdf?force\\_download=true](http://latam.spindices.com/documents/methodologies/methodology-sp-target-date.pdf?force_download=true)>. Accedido en: May 27, 2013
- Sharpe, W. (1963). A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*, 9(2), 277–293.

- Sharpe, W. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, XIX(3), 425–442.
- Sharpe, W. (1966). Mutual fund performance. *The journal of business*, 39(1), 119–18.
- Tabner, I. (2007). Benchmark concentration : capitalization weights versus equal weights in the FTSE 100 Index Benchmark concentration : capitalization weights versus equal weights in the FTSE 100 Index. , 44(August).
- Treynor, J. y Black, F. (1973). How to Use Security Analysis to Improve Portfolio Selection. *The journal of business*, 46(1), 66–86.
- Waring, B. y Whitney, D. (2009). An Asset-Liability Version of the Capital Asset pricing Model with a multi-period two-fund theorem. *The Journal of Portfolio Management*, 35(4), 111–131.