



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**  
**Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas**  
**División de estudios de posgrado**



**Maestría en Administración.**

**Medición de valores alfa en el desempeño de las Siefiores 1, 2, 3, 4 durante el periodo 2001 a 2015 empleando el índice de posición actual de su desempeño.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN, PRESENTA:**

**Ing. Oscar Campos Hernández.**

**Director de tesis: Dr. Oscar Valdemar De la Torre Torres**

Morelia, Michoacán, Enero del 2016.

## ÍNDICE

INDICE DE TABLAS.....	3
INDICE DE FIGURAS.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	8
1. Introducción.....	10
2. Antecedentes.....	11
3. Marco Teórico.....	22
3.1 Desviación estándar y varianza.....	22
3.2 Portafolios de Inversión.....	23
3.3 Frontera Eficiente.....	29
3.4 Modelo de portafolios empleando Índices.....	35
3.5 Métricas del desempeño de portafolios.....	39
4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
5. Parte experimental: Cuantificación de alpha en las SIEFORES.....	49
5.1 Introducción a la fase experimental y descripción de los datos.....	49
5.2 Revisión de resultados.....	57
5.2.1 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 1.....	57
5.2.2 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 2.....	62
5.2.3 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 3.....	65
5.2.4 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 4.....	67
5.3 Resultados fuera de muestra (bootstrapping).....	70
5.4 Corolario de resultados hasta ahora observados.....	71
Conclusiones.....	75
Bibliografía.....	78
Apéndice A1.....	80
Apéndice A2.....	81

## INDICE DE TABLAS.

TABLA 1. TRABAJADORES Y CUENTAS ADMINISTRADAS POR LAS AFORES. (CONSAR-2015).	15
TABLA 2 RECURSOS EN MILLONES DE PESOS ADMINISTRADAS POR AFORES. FUENTE: CONSAR 2015.	15
TABLA 3. VALORES IRN MÁXIMOS PARA CADA SIEFORE. CONSAR. ELABORACIÓN PROPIA.	17
TABLA 4. TIPOS DE CORRELACIÓN ENTRE ACTIVOS 1 Y N. FUENTE PROPIA.	26
TABLA 5. DATOS DE RENTABILIDAD ESPERADA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE CORRELACIÓN. BODIE 2004.	33
TABLA 6. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS EN BASE A PONDERACIONES. BODIE 2004.	34
TABLA 7 EJEMPLO DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE POSICIÓN ACTUAL. FUENTE DE LA TORRE (O. V. DE LA TORRE ET AL., 2015).	50
TABLA 8 POLÍTICA DE INVERSIÓN ESTABLECIDA PARA CADA TIPO DE SIEFORE Y LA EMPLEADA PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE MÍNIMA VARIANZA DEL PRESENTE TRABAJO. FUENTE: CONSAR (2012).	54
TABLA 9 IDENTIFICADORES DE LOS ÍNDICES DE DESEMPEÑO POR TIPO DE SIEFORE EMPLEADOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS (AFORE) ESTUDIADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	55
TABLA 10 RENDIMIENTO OBSERVADO EN LAS SIEFORES TIPO 1 Y SU ÍNDICE DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES, PRECIOS DE SIEFORES DE CONSAR (2014) Y DATOS DE LAS FUENTES CITADAS EN LA TABLA 12.	58
TABLA 11 ANÁLISIS DE REGRESIÓN RELATIVO AL MODELO CAPM DE CADA UNA DE AS SIEFORES TIPO 1 RESPECTO AL ÍNDICE DESEMPEÑO DE SU POLÍTICA DE INVERSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	60
TABLA 12 TABLA DE RESUMEN DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 1 EN COMPARACIÓN CON SU ÍNDICE DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	61
TABLA 13 TABLA DE RESUMEN DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 1 EN COMPARACIÓN CON SU ÍNDICE DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	63
TABLA 14 ANÁLISIS DE REGRESIÓN RELATIVO AL MODELO CAPM DE CADA UNA DE LAS SIEFORES TIPO 2 RESPECTO AL ÍNDICE DESEMPEÑO DE SU POLÍTICA DE INVERSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	64
TABLA 15 ANÁLISIS DE REGRESIÓN RELATIVO AL MODELO CAPM DE CADA UNA DE AS SIEFORES TIPO 3 RESPECTO AL ÍNDICE DESEMPEÑO DE SU POLÍTICA DE INVERSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	66
TABLA 16 TABLA DE RESUMEN DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 3 EN COMPARACIÓN CON SU ÍNDICE DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	67
TABLA 17 TABLA DE RESUMEN DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 3 EN COMPARACIÓN CON SU ÍNDICE DE DESEMPEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	68
TABLA 18 ANÁLISIS DE REGRESIÓN RELATIVO AL MODELO CAPM DE CADA UNA DE AS SIEFORES TIPO 3 RESPECTO AL ÍNDICE DESEMPEÑO DE SU POLÍTICA DE INVERSIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES.	69
TABLA 19. RESULTADOS DE TÉCNICA BOOTSTRAPPING DE CAPM POR TIPO DE SIEFORE. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A REMUESTREO DE DATOS DE LAS SIMULACIONES.	71

TABLA 20. RANKING DE SB1. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A VALORES CALCULADOS MEDIANTE LAS SIMULACIONES.	73
TABLA 21. RANKING DE SB2. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A VALORES CALCULADOS MEDIANTE LAS SIMULACIONES.	73
TABLA 22. RANKING DE SB3. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A VALORES CALCULADOS MEDIANTE LAS SIMULACIONES.	74
TABLA 23. RANKING DE SB4. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A VALORES CALCULADOS MEDIANTE LAS SIMULACIONES.	74

## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. IRN SB1, (CONSAR-2015).	16
FIGURA 2. IRN SB2, (CONSAR-2015).	17
FIGURA 3. IRN SB3, (CONSAR-2015).	17
FIGURA 4. IRN SB4, (CONSAR-2015).	17
FIGURA 5. LÍNEA DE ASIGNACIÓN DE CAPITAL. ELABORACIÓN PROPIA.	27
FIGURA 6. FRONTERA EFICIENTE. ELABORACIÓN PROPIA.	30
FIGURA 7. LÍNEA DE ASIGNACIÓN DE CAPITAL LAC. ELABORACIÓN PROPIA.	31
FIGURA 8. LÍNEA DE MERCADO DE CAPITAL LCM. ELABORACIÓN PROPIA.	33
FIGURA 9 GRÁFICA HISTÓRICA DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 1 Y SU ÍNDICE DE REFERENCIA (BENCHMARK). FUENTE ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES, PRECIOS DE CONSAR (2014) Y DATOS DE LAS FUENTES CITADAS EN LA TABLA 8.	58
FIGURA 10 GRÁFICA HISTÓRICA DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 2 Y SU ÍNDICE DE REFERENCIA (BENCHMARK). FUENTE ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES, PRECIOS DE CONSAR (2014) Y DATOS DE LAS FUENTES CITADAS EN LA TABLA 8.	63
FIGURA 11 GRÁFICA HISTÓRICA DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 3 Y SU ÍNDICE DE REFERENCIA (BENCHMARK). FUENTE ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES, PRECIOS DE CONSAR (2014) Y DATOS DE LAS FUENTES CITADAS EN LA TABLA 8.	65
FIGURA 12 GRÁFICA HISTÓRICA DEL DESEMPEÑO DE LAS SIEFORES TIPO 4 Y SU ÍNDICE DE REFERENCIA (BENCHMARK). FUENTE ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE LAS SIMULACIONES, PRECIOS DE CONSAR (2014) Y DATOS DE LAS FUENTES CITADAS EN LA TABLA 8.	68

## **Resumen.**

El desarrollo del presente trabajo determina la existencia de rendimientos marginales sobre el mínimo requerido por la política de inversión de la CONSAR<sup>1</sup> (niveles de  $\alpha$ ) por parte de las SIEFOREs<sup>2</sup> tipos 1, 2, 3 y 4. Esto para seis distintas AFORES. Esto es así debido a que, conforme se fundamenta en el trabajo, se puede medir un mejor desempeño al ofrecido por el mercado de las SIEFOREs en general. Esto último se traduce en nueva información valiosa que hoy en día no es otorgada por la CONSAR y que permite la implementación de un nuevo tipo de jerarquización o ranking de desempeño de cada una de las SIEFOREs.

La metodología planteada para la solución del problema se basó en la regresión del modelo de valoración de activos financieros CAPM estándar, el cual requiere del suministro de dos distintos conjuntos de datos por cada regresión realizada, uno de ellos provisto por la CONSAR mediante valores históricos diarios de rendimiento de las distintas SIEFOREs, el otro corresponde a un índice de mercado representativo en general para cada uno de los tipos de SIEFOREs y que, para fines del presente trabajo, fue aproximado en base al índice de mínima varianza que, de acuerdo a De la Torre, Galeana y Aguilasocho (O. De la Torre, Galeana, Martínez, & Aguilasocho, 2015), se apega a la maximización de la línea de asignación de capital.

Los valores de  $\alpha$  observados fueron verificados y ratificados fuera de la muestra mediante Bootstrapping con 1000 muestras aleatorias, calculando las regresiones

---

<sup>1</sup> CONSAR: Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

<sup>2</sup> SIEFOREs: Sociedades de Inversión especializada en Fondos para el Retiro.

CAPM en cada una de ellas. Con los datos logrados, se determinaron el percentil del 2.5% y 97.5% para los valores de  $a$  sin la ocurrencia del valor de cero dentro de este intervalo no paramétrico generado.

Ante esto, se demostró que todas las SIEFOREs generan un rendimiento superior al mínimo requerido por la CONSAR en su política de inversión oficial para cada tipo de SIEFORE y que se tiene un nuevo método para calificar y jerarquizar las SIEFOREs no por el rendimiento total pagado; sino por el rendimiento marginal (arriba de lo mínimo requerido por la CONSAR) y por el nivel de riesgo no sistemático (o propio de la administración del portafolio) observado en cada una de ellas.

**Palabras clave:** Rendimientos, SIEFOREs, Inversión, Desempeño, Índice, CONSAR.

**Abstract.**

The development of this work determines the existence of marginal returns above the minimum required by the investment policy of the CONSAR ( $\alpha$  levels) by SIEFORES 1, 2, 3 and 4, this for six different AFORES. This is because, as it is based on our study, you can measure the improved performance offered by the SIEFORES market in general. This last mentioned results into valuable new information that today is not granted by the CONSAR and allows the implementation of a new type of ranking or performance ranking of each Siefores.

The methodology proposed for the solution of the problem was based on standard regression Capital Asset Pricing Model CAPM, which requires the provision of two different datasets for each regression performed, one provided by the CONSAR through daily historical values Performance of various Siefores, the other corresponds to an index representative market in general for each of the types of SIEFORES and, for purposes of this work, was estimated based on the rate of minimum variance, according to De la Torre, Galeana y Aguilasocho (O. De la Torre, Galeana, Martínez, & Aguilasocho, 2015) follows to the maximization of capital allocation line.

The calculated  $\alpha$  values were checked and confirmed outside of the sample using Bootstrapping and generating 1000 random samples, calculating the CAPM regressions in each one. With the data obtained, the percentile of 2.5% and 97.5% for values of  $\alpha$  were determined, without the occurrence of zero within this range.

Given this, it was shown that all SIEFORES generate an marginal return, above the minimum required by CONSAR in its investment official policy for each type of

SIEFORE performance and you have a new method to qualify and rank SIEFOREs not by the total performance; but the marginal return (above the minimum required by the CONSAR) and the level of unsystematic risk (that belongs to the portfolio management) observed in each one.

**Keywords:** Returns, SIEFOREs, Ranking, Investment, Performance, Index, CONSAR.

## **1. Introducción.**

Se inicia con una exposición de la evolución de los sistemas de retiro alrededor del mundo para finalmente enfocarse en el caso de México, la información normalmente provista y la necesidad de una mayor información para mejorar la toma de decisiones en la elección del fondo para el retiro más conveniente.

Los sistemas de retiro alrededor del mundo han evolucionado de acuerdo a distintas exigencias (demografía, políticas fiscales, administración pública, etc.) en Latinoamérica dichos cambios ocurrieron en su mayoría en las dos últimas décadas del siglo XX, en el caso de México, en 1997 el cambio de gestión de retiro cambió de un sistema público administrado por el Estado, a uno en donde los propietarios de los recursos eran los trabajadores mismos y a los que se les ofrecían distintas opciones a elegir y que más adelante, durante el desarrollo de este trabajo, y más específicamente en la sección de antecedentes se profundizará y explicará a más detalle, por ahora cabe mencionar que a los trabajadores, la única información que reciben para la toma de decisiones en la selección del destino de inversión de sus recursos son los rendimientos históricos que otorgan las distintas opciones a las que tienen permitido acceder, por lo que durante el desarrollo de este trabajo se realizará el cálculo de información extra que le permita a los trabajadores contar con una mayor información para decidir la mejor opción de inversión para destinar sus recursos, y en consecuencia, esta mayor información basada en los históricos de rendimientos evaluará además el desempeño administrativo de los Administradores de Fondos de Ahorro para el Retiro AFORES ya que son quienes toman los recursos para destinarse en

distintas inversiones, ocasionando que se incremente la competitividad de estas AFORES al dar más herramientas informativas para que los trabajadores decidan migrar a la mejor opción.

## **2. Antecedentes.**

Durante las últimas dos décadas del siglo XX ocurrieron en Latinoamérica intensas reformas relacionadas con los sistemas de pensiones<sup>3</sup>, el factor común de estas transformaciones involucra cambios en diversos parámetros relacionados con la contribución de las pensiones así como de la estructura funcional de éstas. El origen de todas estas reformas surge a partir de la atención que dan los gobiernos de cuidar sus finanzas publicas atendiendo el reto que representa la etapa de jubilación del mercado laboral considerando una mayor longevidad de la población, así como distintos problemas en la administración pública y un mayor potencial no aprovechado en el entorno de los mercados financieros.

Atendiendo el caso particular de México. Antes de estas reformas, el sistema de pensiones se encontraba organizado y administrado por instituciones de seguridad social, donde el Estado se encargaba de brindar un conjunto de seguros y prestaciones soportadas por aportaciones bajas y pensiones generosas debido a que los ingresos de las contribuciones de los trabajadores eran muy superiores a las obligaciones por la jubilación, sin embargo se presentaron diversas circunstancias, entre ellas una transición demográfica, una mayor esperanza de vida, falta de incrementos en las tasas contributivas y la continuación de las

---

<sup>3</sup>Chile (1981), Perú (1992), Colombia (1993), Argentina (1994), Uruguay (1996), México y El Salvador (1997), Bolivia (1998), Costa Rica y Nicaragua (2000), Ecuador (2001) y República Dominicana (2003).

mismas pensiones, que inclusive, en ocasiones eran mejoradas; todo lo anterior llevo a tener el sistema en números rojos, ocasionando un déficit fiscal y con ello la insuficiente sostenibilidad del sistema.

Por lo antes mencionado, los cambios efectuados en México en 1997, representaron una transformación fundamental del plan tradicional. Pasando de uno de reparto y gestión pública a uno de carácter individual con la participación de agentes privados especializados en la gestión del ahorro para la jubilación. El nuevo plan considera condiciones financieras, económicas, sociales y políticas que buscan como principales objetivos: ser transparentes; incrementar rentabilidades; atraer más trabajadores a estos sistemas; ahorro voluntario; asegurar el cumplimiento del pago de las cotizaciones sociales; fomentar competencia entre administradores y posibilitar su elección; acumular capital; desarrollo de nuevos mercados; diversificación de carteras. Este modelo sustitutivo del plan anterior contempla dos componentes: uno obligatorio y otro voluntario, otorgando al trabajador afiliado una tasa de cotización establecida por ley así como la opción de realizar aportes voluntarios que permitan el incremento de ahorro para la jubilación.

Posteriormente, en 2008 se aplicó la regulación de multi fondos admitiendo perfiles de riesgo de las inversiones con los afiliados y con ello un equilibrio más adecuado entre riesgo y rentabilidad, definiendo cinco fondos (Siefores) empleando combinaciones de renta fija, renta variable, límites del VaR y perfil de edades de los afiliados para cada fondo, permitiendo además al afiliado elegir la

opción que más le convenga, y en caso de que no se haga una elección, ésta se realiza en base a la edad del trabajador.

De este modo, la recaudación de cuotas del Sistema de Ahorro para el Retiro SAR quedo a cargo del IMSS, pero la administración financiera de los recursos se trasladó a instituciones financieras especializadas en manejar fondos para la jubilación a las que se les conoce como Administradoras de Fondos para el Retiro (Afore), las cuales podían tener una o más Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos de Retiro (Siefore) para invertir los recursos de los trabajadores en distintas opciones de riesgo y rendimiento. La regulación del (SAR) constituido por las cuentas individuales de los trabajadores y que administran las Afores quedó a cargo de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR).

A lo largo de la operación del SAR, se ha ido evolucionando (Figura 1), inicialmente (1997-2000) los recursos por Retiro, Cesantía y Vejez RCV se destinaron en mayor parte a deuda del gobierno federal, después del año 2000 se inició una mejor diversificación de riesgos así como diferenciación de carteras, introduciendo el uso de productos financieros derivados y del indicador de valor en riesgo. Hasta 2004 se permitió la inversión en instrumentos de renta variable y valores extranjeros distintos a divisas, en máximos de 15% y 20% de la cartera, respectivamente. Permitiendo que los afiliados tuvieran acceso a las Siefores:

- SB1: para afiliados mayores a 56 años. Considerando instrumentos de renta fija local e internacional.

- SB2: para afiliados menores a 56 años. Considerando agregar el componente de renta variable a su cartera.

En 2007 la CONSAR realizó importantes modificaciones, cuyos principales puntos consideraron una mayor diferenciación y diversificación de riesgos en la cartera ofreciendo mejores opciones de inversión, estas modificaciones fueron:

- Ampliación de Siefore básicas de 2 a 5. SB1 se mantiene intacta, SB2 se separa en 4 SB2 = (SB2, SB3, SB4, SB5).
- Los afiliados se pueden cambiar a una Siefore de menor riesgo de la que fueron asignados.
- Los nuevos fondos tienen una mayor exposición a activos de renta variable.
- La exposición al riesgo en renta variable será controlada por el nivel de Valor en Riesgo (VaR) de los activos netos de la Siefore.

Posteriormente ha continuado la evolución del SAR, por ejemplo en 2010 la Consar anunció nuevas modificaciones al régimen de inversión de las Siefore, en particular ampliando su exposición a renta variable quedando conformada como SB5(35%), SB4(30%), SB3(25%), SB2(20%), SB1(0%).

A Mayo del 2015 las AFORES administran 53, 297,578 cuentas:

Afore	Trabajadores Registrados	Trabajadores Asignados		Total de Cuentas Administradas por las Afores
		Con Recursos Depositados en Siefores	Con Recursos Depositados en Banco de México	
<b>Azteca</b>	1,370,622	448	0	1,371,070
<b>Banamex</b>	6,316,798	1,630,483	0	7,947,281
<b>Coppel</b>	6,932,409	81	0	6,932,490
<b>Inbursa</b>	1,132,091	641	0	1,132,732
<b>Invercap</b>	1,775,233	1,380,905	0	3,156,138
<b>Metlife</b>	415,096	572,988	0	988,084
<b>Pensión/SSSTE</b>	1,269,399	182,089	0	1,451,488
<b>Principal</b>	2,299,688	1,331,698	0	3,631,386
<b>Profuturo GNP</b>	2,723,708	701,672	0	3,425,380
<b>SURA</b>	3,986,471	2,203,493	0	6,189,964
<b>XXI Banorte</b>	8,354,669	2,880,634	5,836,262	17,071,565
<b>Total</b>	<b>36,576,184</b>	<b>10,885,132</b>	<b>5,836,262</b>	<b>53,297,578</b>

Tabla 1. Trabajadores y cuentas administradas por las Afores. (CONSAR-2015).

A la fecha en que se realiza la consulta de información de este estudio (Julio-2015) los recursos registrados administrados por las afores se ilustran en la tabla 2:

Afore	Total (millones de pesos)
<b>Azteca</b>	37,125.7
<b>Banamex</b>	423,707.1
<b>Coppel</b>	120,776.1
<b>Inbursa</b>	104,015.4
<b>Invercap</b>	167,149.9
<b>Metlife</b>	71,774.1
<b>Pensión ISSSTE</b>	118,309.4
<b>Principal</b>	152,550.4
<b>Pro futuro GNP</b>	319,303.5
<b>SURA</b>	375,077.3
<b>XXI Banorte</b>	629,249.1
<b>TOTAL</b>	<b>2,519,037.9</b>

Tabla 2 Recursos en millones de pesos administradas por Afores. Fuente: Consar 2015.

La CONSAR proporciona el índice de rendimiento neto IRN para traspasos y para asignación de las sociedades de inversión y resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$IRN_{(t-n,t)}^i = r_{(t-n,t)}^i - C_t^i$$

Donde  $IRN_{(t-n,t)}^i$  Es el índice de rendimiento Neto desde la fecha t-n hasta la fecha t de la sociedad de inversión i,  $r_{(t-n,t)}^i$  Es el rendimiento de Gestión compuesto entre la fecha t-n y t para la sociedad de inversión i,  $C_t^i$  Es la comisión sobre saldo vigente a la fecha t para la sociedad i, n, corresponde al periodo de 36 meses para el que se calcula el índice de rendimiento Neto.

Recabando las estadísticas registradas para este Índice de Rendimiento Neto para información disponible desde enero del 2011 a Julio del 2015 se tiene que los valores de Índice de Rendimiento esperado para cada una de las Siefores SB1, SB2, SB3 Y SB4 nos ilustran magnitudes de conveniencia en la selección de los valores mayores de este rendimiento esperado, de acuerdo a esta información se pueden analizar las siguientes tablas recordando que la Siefore SB4 entre 27 y 36 años, SB3 entre 37 y 45 años, SB2 entre 46 y 59 años, SB1 para mayores de 60 años y en conjunto con gráficas para cada una de las Siefores que nos permitan detectar los rendimientos más convenientes encontramos:

Indicador de Rendimiento Neto SB1	Índice Rendimiento esperado
<i>Azteca</i>	6.247064781
<i>Banamex</i>	7.973783438
<i>Coppel</i>	6.1894739
<i>Inbursa</i>	5.325145582
<i>Invercap</i>	8.464469549
<i>Metlife</i>	7.433215164
<i>PensionISSSTE</i>	8.56742159
<i>Principal</i>	7.598526271
<i>Profuturo GNP</i>	7.984639317
<i>SURA</i>	8.025045872
<i>XXI Banorte</i>	7.754459007

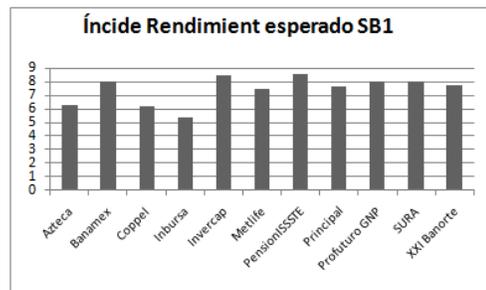


Figura 1. IRN<sup>4</sup> SB1, (CON SAR-2015).

<sup>4</sup> IRN. Índice de Rendimiento Neto metodología descrita en las DISPOSICIONES de carácter general que establecen el procedimiento para la construcción de los indicadores de rendimiento neto de las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro, publicadas en el DOF el 29 de mayo de 2014.

Indicador de Rendimiento Neto SB2	Índice Rendimiento esperado
<i>Azteca</i>	8.019083089
<i>Banamex</i>	9.266775041
<i>Coppel</i>	7.245695147
<i>Inbursa</i>	5.528217852
<i>Invercap</i>	9.38861529
<i>Metlife</i>	9.068556448
<i>PensionISSSTE</i>	9.747982245
<i>Principal</i>	8.987940642
<i>Profuturo GNP</i>	9.432230122
<i>SURA</i>	9.828253025
<i>XXI Banorte</i>	9.318551557

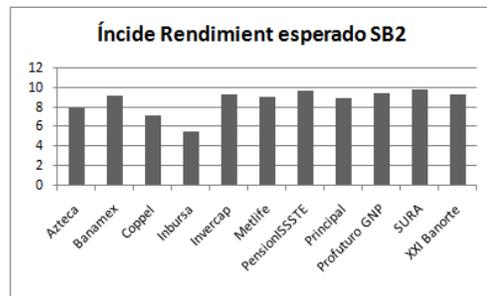


Figura 2. IRN SB2, (CONSAR-2015).

Indicador de Rendimiento Neto SB3	Índice Rendimiento esperado
<i>Azteca</i>	8.873080079
<i>Banamex</i>	10.26870104
<i>Coppel</i>	7.599237635
<i>Inbursa</i>	5.967430793
<i>Invercap</i>	10.69562523
<i>Metlife</i>	9.994208552
<i>PensionISSSTE</i>	10.63921883
<i>Principal</i>	9.69611818
<i>Profuturo GNP</i>	10.16534695
<i>SURA</i>	11.08339969
<i>XXI Banorte</i>	10.04971434

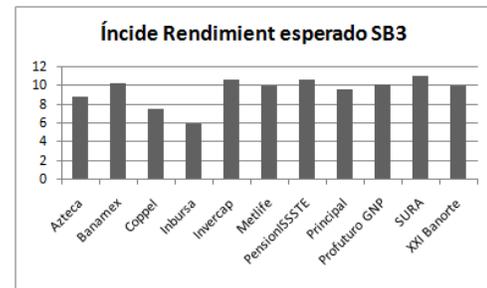


Figura 3. IRN SB3, (CONSAR-2015).

Indicador de Rendimiento Neto SB4	Índice Rendimiento esperado
<i>Azteca</i>	8.930180387
<i>Banamex</i>	11.65724971
<i>Coppel</i>	7.871330685
<i>Inbursa</i>	6.272859195
<i>Invercap</i>	11.58415026
<i>Metlife</i>	11.03549388
<i>PensionISSSTE</i>	10.78351447
<i>Principal</i>	10.65620934
<i>Profuturo GNP</i>	11.50488725
<i>SURA</i>	12.35267632
<i>XXI Banorte</i>	10.69641989

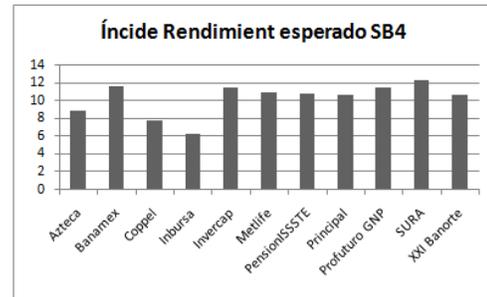


Figura 4. IRN SB4, (CONSAR-2015).

De acuerdo a los datos de las figuras 1 a 4 se pueden obtener los valores máximos para cada una de las Siefores:

Siefore	Índice esperado neto Máximo	Edad (Años)
<b>SB1</b>	8.56742159	>60
<b>SB2</b>	9.828253025	>46 & <59
<b>SB3</b>	11.08339969	>37 & <45
<b>SB4</b>	12.35267632	>27 & < 36

Tabla 3. Valores IRN máximos para cada Siefore. CONSAR. Elaboración propia.

Esta última tabla 7 nos da un indicativo de que existe una relación inversa entre la edad y el rendimiento neto, esto es entendible por la distribución de la

administración que se realiza de cada uno de los portafolios de las Siefores ya que SB1 concentra la mayor proporción invertida en instrumentos gubernamentales, así sucesivamente se puede ir observando que va disminuyendo esta inversión libre de riesgo conforme aumenta la edad, como se menciona en los siguientes puntos:

- SB1: 75% en instrumentos gubernamentales (98% denominados en pesos y 2% en unidades de inversión), 21% en deuda privada (40% paraestatales, 47% corporativos y 13% instituciones financieras) y 4% en bonos emitidos en mercados internacionales.
- SB2: 65% en instrumentos gubernamentales (98% en pesos y 2% en UDIs), 18% en deuda privada (37% paraestatales, 48% corporativos y 15% instituciones financieras), 15% en renta variable (50% mercado local y 50% internacional) y 3% en bonos emitidos en mercados internacionales.
- SB3: 61% en instrumentos gubernamentales (96% en pesos y 4% en UDIs), 17% en deuda privada (36% paraestatales, 48% corporativos y 16% instituciones financieras), 19% en renta variable (47% mercado local y 53% internacional) y 3% en bonos emitidos en mercados internacionales.
- SB4: 55% en instrumentos gubernamentales (94% en pesos y 6% en UDIs), 16% en deuda privada (36% paraestatales, 48% corporativos y 16% instituciones financieras), 26% en renta variable (49% mercado local y 51% internacional) y 3% en bonos emitidos en mercados internacionales.

Los trabajadores pueden seleccionar la mejor AFORE de acuerdo a estos rendimientos. Para la elección de la AFORE más conveniente se considera el

indicador de Rendimiento Neto que es solo una resta entre el Rendimiento que da la AFORE menos la comisión de la AFORE (CONSAR, 2015), sin embargo más adelante se verá que sería conveniente proporcionarle información extra a los trabajadores como el nivel de riesgo al que estarán sometidas dichas inversiones, así como valores más convenientes de beneficio en proporción al riesgo al que se les somete y de acuerdo a esta información, que cada uno de los trabajadores tome la decisión adecuada según su aversión al riesgo, es menester mencionar que esta tesis pretende contribuir con este tipo de información adicional para el trabajador que permita apoyar en la toma de sus decisiones ya que se ilustraran las Siefores que han mostrado una mejor administración de estos portafolios en base a los valores alfa<sup>5</sup> concepto que se definirá en breve en el marco teórico.

Cabe mencionar que existen diversos estudios acerca del comportamiento de los fondos de inversión llamados Sociedades de Inversión Especializados en Fondos para el Retiro o SIEFORE como:

El estudio realizado por Martínez y Venegas (2014) que realiza un Análisis del riesgo de mercado de los fondos de pensión en México mediante un enfoque con modelos autorregresivos analizando las SIEFORE básicas 1 y SIEFORE básicas 2 durante el periodo del 2004 al 2010 donde determinaron que el rendimiento generado no se incrementó de acuerdo al mayor riesgo sometido.

Otro análisis realizado por (Rodríguez & Zúñiga, 2008) para datos recabados del 2001 a julio del 2007 evaluó el desempeño de los administradores de pensiones

---

<sup>5</sup> Ganancias superiores a las del mercado

en México empleando un modelo de valuación de activos con variables macroeconómicas y dos portafolios benchmark y adicionalmente mediante una técnica de muestro (Bootstrap) que busca distinguir valores de desempeño (alfas) y concluye mediante esta técnica que los administradores de fondo no parecen añadir valor a sus portafolios.

Dentro de estas evaluaciones de las SIEFORE se encontraron también estudios que emplean los índices Sharpe, Treynor y Jensen. Tal es el caso de Banda & Denise (Banda & Gómez, 2009).

También se tienen vestigios de Cálculos de VaR aplicadas en Siefores SB5 y SB4 considerando que estas últimas son las que tienen mayor porcentaje de su portafolio en inversión de cartera variable nacional e internacional y el estudio lo complementan con obtenciones de media, desviación estándar y coeficiente de variación y provee el dato extra a los trabajadores de conocer que Siefore es la que ha invertido ha mayor riesgo.

Cabe resaltar que en nuestro estudio se realizará un análisis del desempeño particularizado de cada una de las SIEFORES con respecto al desempeño del mercado, realizado mediante un modelo de Índice, el cual estará basado en históricos proporcionados por la Consar de los rendimientos de las Siefores de interés, por otro lado para realizar la implementación del modelo de índice se requiere un Benchmark para cada una de las Siefores analizadas el cual será proporcionado por el propuesto por De la Torre (De la Torre, 2015) y que nos permitirá calcular el valor de rendimiento específico de cada Siefore cuando se

tuvo un desempeño superior al rendimiento esperado del mercado, de este modo se proveerá de mayor información en la decisión de selección de conveniencia de una Siefore.

### 3. Marco Teórico.

Todas las inversiones realizadas en el ámbito de vida del ser humano tienen como fin el obtener un beneficio, sin embargo, asociado a toda inversión existen riesgos acerca de que tan preciso será el resultado final de esta inversión y por lo tanto requerimos evaluar estos riesgos cuantitativamente en base a magnitudes estadísticas y a objetivos de plan de vida que nos permitan tomar la decisión más acertada.

Considerando una distribución normal de rendimientos de inversión, tal como Markowitz sugiere (Markowitz, 1952), este riesgo se puede representar tanto por su desviación estándar como por su varianza.

#### 3.1 Desviación estándar y varianza.

La desviación estándar de un activo financiero se puede determinar en base a sus históricos mediante la siguiente ecuación.

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \quad (1)$$

Donde  $\sigma_r$  es la desviación estándar de  $r$ ,  $r_i$  es el rendimiento,  $n$  el número de lecturas de  $r$ ,  $\bar{r}$  la media de las lecturas de  $r_i$ .

De la expresión anterior para la desviación estándar se obtiene la expresión para la varianza como sigue:

$$\sigma_r^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \quad (2)$$

En el ámbito de los activos financieros existen una gran variedad de opciones disponibles para poder armar un grupo de activos específicamente seleccionados (entendido este conjunto de activos como un “portafolio”) y que nos permitan ser una opción para invertir nuestro capital.

### **3.2 Portafolios de Inversión.**

Tal como se dijo previamente, un portafolio de inversión es un conjunto de activos financieros seleccionados para invertir un capital que deseamos distribuir en opciones que nos permitan obtener beneficios de acuerdo a nuestros objetivos financieros, un portafolio está formado por activos financieros a los que se les asignan pesos específicos del total del capital con el que contamos para invertir.

El beneficio que se puede obtener a partir de un activo financiero se denomina tasa de interés, el cual puede ser aleatorio para el inversionista, lo que lleva al concepto de rendimiento esperado, identificado por  $E(r_i)$ . El mismo se puede estimar de dos distintas maneras, mediante la consideración de distintos escenarios posibles, o empleando datos históricos de rendimientos registrados, para el caso de esta tesis se emplearán datos históricos, de cualquier manera enseguida se desglosan ambos casos:

#### **3.2.1 Mediante escenarios $s$ .**

A cada escenario  $s$  se le asocia una probabilidad  $p(s)$  y un rendimiento  $r(s)$  con lo cual se calcula su prima de riesgo y su riesgo.

$$E(r) = \sum_{s=1}^n p(s)r(s) \quad (3)$$

Donde  $E(r)$  Es el valor esperado de rendimiento para los distintos posibles escenarios de  $s$ ,  $p(s)$  Es la probabilidad de que ocurra el rendimiento  $r(s)$  en el escenario  $s$ .

### 3.2.2 Mediante históricos de rendimientos.

En este caso cada  $r(s)$  es tratada como un escenario similar en el que se tienen iguales probabilidades de ocurrir entre las  $n$  lecturas de históricos y su probabilidad quedaría dada por  $p(s) = \frac{1}{n}$ , por tanto el valor esperado  $E(r)$  se estima mediante su media aritmética de la muestra de tasas de rendimiento.

$$E(r) = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n r(s) \quad (4)$$

Cuyos elementos son los mismos que la ecuación (3) con la diferencia de que la probabilidad para todos los escenarios es equitativa  $p(s) = \frac{1}{n}$  y como se mencionó será la manera en que se estiman los rendimientos esperados en esta tesis.

Para el caso de un portafolio, este rendimiento esperado se representa como la sumatoria de todos sus pesos específicos  $w_i$  multiplicados por sus respectivos valores de rendimientos esperados  $E(r_i)$ , para los  $n$  activos financieros:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (5)$$

En donde  $E(R_p)$  es el valor esperado de rendimiento del portafolio,  $E(r_i)$  Es el valor esperado de rendimiento del activo financiero específico con tasa  $r_i$ ,  $w_i$  Es el peso específico del activo financiero  $i$ . Con:

$$w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \quad (6)$$

De ahora en adelante  $w_i$  se entenderá como el peso específico del activo financiero  $i$  con el que se desea participar, la suma de estos pesos específicos nos dará 1 como se muestra en la ecuación (6).

Finalmente, la varianza de un portafolio de inversión compuesto por  $n$  activos de riesgo se puede determinar mediante la multiplicación de un vector transpuesto de posiciones  $w^T$  por la matriz de covarianzas  $\Sigma$ , por el vector de posiciones  $w$ :

$$\sigma_p^2 = w^T \Sigma w \quad (7)$$

Dónde:  $\sigma_p^2$  es la covarianza de un portafolio,  $w^T = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  es el vector

transpuesto de posiciones,  $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{n1} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$  la matriz de covarianzas y

$w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  el vector de posiciones.

Partiendo de lo anterior, se observa que la covarianza es una medida descriptiva de la asociación lineal entre dos variables (Anderson, 2012), y junto con la

correlación (que va implícita a la misma) describen la relación que existe entre éstas, la covarianza se determina mediante la ecuación (8).

$$\sigma_{1n} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{1i} - \bar{r}_1)(r_{ni} - \bar{r}_n)}{n} \quad (8)$$

El coeficiente de correlación:

$$c_{1n} = \frac{\sigma_{1n}}{\sigma_1 \sigma_n} \quad (9)$$

La tabla 8 ilustra mediante tres distintos casos de comportamiento del coeficiente de correlación:

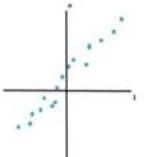
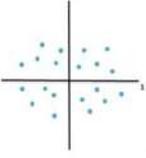
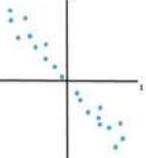
Correlación $c_{1n}$	Descripción.	Gráfica.
$c_{1n} > 0$	<b>Correlación lineal entre dos activos 1 y n.</b>	
$c_{1n} = 0$	<b>Carencia de correlación entre activos 1 y n.</b>	
$c_{1n} < 0$	<b>Correlación negativa entre activos 1 y n.</b>	

Tabla 4. Tipos de correlación entre activos 1 y n. Fuente propia.

La asignación de capital es la elección de la proporción que tendremos de nuestro portafolio de activos libres de riesgo y con riesgo, tomando en cuenta que a mayor riesgo, regularmente se obtienen mejores rendimientos.

El valor esperado del rendimiento a partir de la combinación de un activo de riesgo y un activo libre de riesgo viene dado por:

$$E(R_p) = w_R E(r_R) + (1 - w_R) r_f \quad (10)$$

Ó

$$E(R_p) = w_R [E(r_R) - r_f] + r_f \quad (11)$$

Donde el rendimiento esperado de la combinación de activos de riesgo y libres de riesgo viene dado por un beneficio llamado prima de riesgo y que se da por la resta del rendimiento del activo o portafolio riesgoso  $E(r_R)$  menos el rendimiento libre de riesgo  $r_f$  y este término se observa dentro de la ecuación (11) como  $E(r_R) - r_f$ . Esta ecuación se puede graficar en términos del riesgo del portafolio comprendiendo una pendiente que nos permitirá graficar el conjunto de oportunidades de inversión que podemos tener realizando distintas proporciones del activo de riesgo  $w_R$  y a esta línea recta la llamaremos Línea de Asignación de Capital o LAC ilustrada en la figura 5.

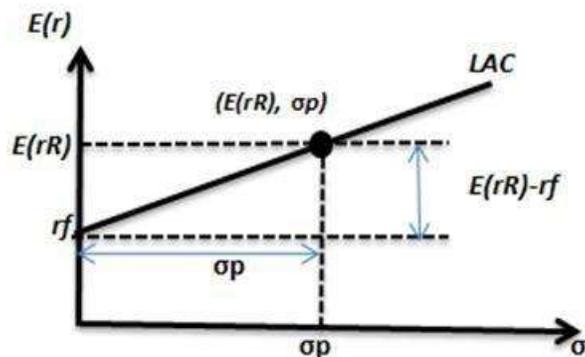


Figura 5. Línea de Asignación de Capital. Elaboración propia.

La pendiente de la línea de asignación de capital o LAC se puede obtener mediante la ecuación (12).

$$LAC = \frac{E(r_R) - r_f}{\sigma_p} \quad (12)$$

Como se ha mencionado hasta ahora, la LAC nos ofrece el conjunto de oportunidades que un inversionista puede seleccionar, sin embargo, un mismo punto dentro de la LAC con las mismas características de rendimiento esperado y riesgo puede significar un grado de satisfacción distinto para cada inversionista ya que cada uno de ellos tendrá un grado de aversión al riesgo  $A$  distinto, es por ello que se emplea una función de utilidad  $U$  que será remunerada por incrementos del rendimiento esperado  $E(R_p)$  y reducida tanto por la aversión al riesgo  $A$  como por el riesgo representado por su varianza  $\sigma_p^2$  tal y como se muestra en la ecuación (13).

$$U = E(R_p) - \frac{1}{2} A \sigma_p^2 \quad (13)$$

En la ecuación (13) la desviación estándar del portafolio completo  $\sigma_p$  es la proporción  $w_R$  de la desviación estándar del portafolio de riesgo  $\sigma_R$ .

$$\sigma_p = w_R \sigma_R \quad (14)$$

Por lo que sustituyendo (10) y (14) en (13) se obtiene otra representación más desglosada de la utilidad en la ecuación (15).

$$U = w_R[E(r_R) - r_f] + r_f - \frac{1}{2}Aw_R^2\sigma_R^2 \quad (15)$$

Mediante la ecuación (15) podemos conocer el comportamiento de la utilidad en función de distintas posiciones de riesgo. De manera especial interesará al inversionista, la posición óptima que deberemos de asignar a  $w_R$ , así que en base a la derivación parcial de la utilidad respecto al  $w_R$ ,  $\frac{\partial U}{\partial w_R}$  encontramos su máximo y con ello se obtiene la posición óptima expresada en la ecuación (16):

$$w_R^* = \frac{E(R_p) - r_f}{A\sigma_R^2} \quad (16)$$

Que ilustra la asignación de capital óptima  $w_R^*$  y que será proporcional a la prima de riesgo e inversamente proporcional tanto a la aversión al riesgo como a la varianza del portafolio de riesgo.

### 3.3 Frontera Eficiente.

Enfocándose en el portafolio de riesgo, aún se debe determinar la forma en que se realiza la elección de posiciones específicas del portafolio de riesgo de cada uno de sus activos, esta asignación se determina obteniendo distintos valores de rendimiento a un valor de riesgo mínimo y que forman la trayectoria de la frontera eficiente. Partiendo de la ecuación (7), se detectan los puntos que a través de un problema de optimización recursivo, forman la frontera eficiente.

En la figura 6 se ilustra el punto inicial  $E(r_i)$  y el proceso de formación de la frontera eficiente.

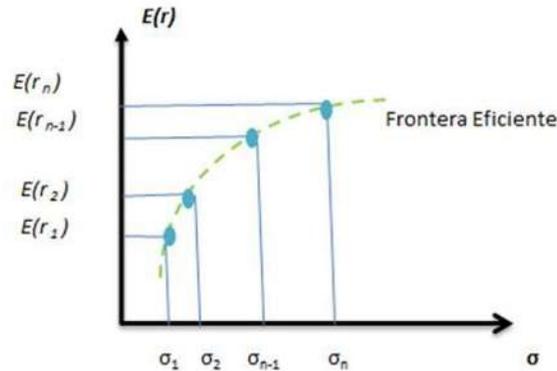


Figura 6. Frontera eficiente. Elaboración propia.

Se inicia con un valor constante de rendimiento esperado  $E(r_i)$  que, por lo general, es el rendimiento más bajo que los activos del portafolio pagan (en lo individual), al que se le da un infinito número de combinaciones de posiciones en los activos que conforman el portafolio hasta encontrar aquella que presenta el valor mínimo de riesgo  $\sigma_1$ . Posteriormente, se sigue el mismo procedimiento para valores mayores de rendimiento esperado hasta llegar al máximo rendimiento pagado por los activos pagados en forma individual. Es decir, para cada nivel de rendimiento esperado  $E(r_i)$ , se sigue el siguiente problema de optimización:

$$\begin{aligned}
 & \arg \min_w = \mathbf{w}'\mathbf{C}\mathbf{w} \\
 & \text{sujeto a:} \\
 & \mathbf{w}'\mathbf{1} = 1 \\
 & \forall w_i \in \mathbf{w}, w_i \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

Esto lleva a definir el conjunto de portafolios eficientes, cuya gráfica es conocida como frontera eficiente y se ilustra en la figura 2.

## Incorporación de un activo libre de riesgo.

De acuerdo al párrafo anterior, consiguiendo esta curva de mínima varianza en un portafolio que considera únicamente activos financieros de riesgo, se forma la frontera eficiente, misma que, a su vez, se puede combinar con un activo libre de riesgo determinando distintas líneas que van de la ordenada al origen del activo libre de riesgo  $r_f$  hacia las distintas opciones que nos ofrece la curva de la frontera eficiente, tal y como se ilustra en la figura 7.

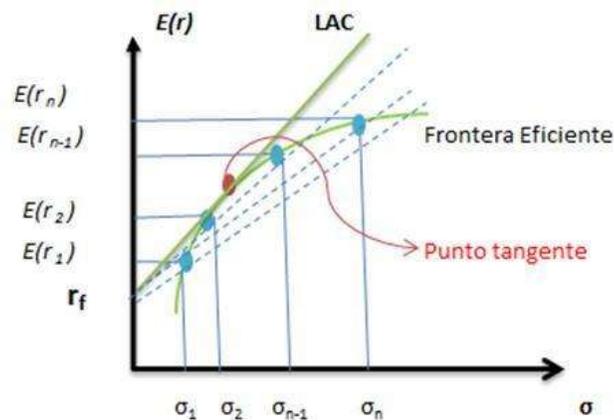


Figura 7. Línea de asignación de capital LAC. Elaboración propia.

Cada una de estas líneas, denominadas líneas de asignación de capital, tendrá un índice de Sharpe distinto dado por la ecuación (12), en donde la recta con la pendiente con el máximo valor positivo será aquella que pase por el punto tangente a la frontera eficiente y que determinará el portafolio óptimo y representará la línea de asignación de capital o LAC de interés para el inversionista.

La línea de asignación de capital LAC representada por la pendiente más positiva representará la máxima retribución de rendimiento esperado a riesgo sometido por lo que será el portafolio más atractivo para los inversionistas.

Dado lo anterior, es importante incorporar dos términos de relevancia. El primero es la administración activa de portafolios que implica hacer el análisis de fronteras eficientes y determinar el portafolio con activos de riesgos. Se dice que se trata de una administración activa debido a que se determina un portafolio diferente al que elegirían el resto de los inversionistas en el mercado. Sin embargo, si determinado inversionista prefiere directamente no hacer el análisis de la derivación de la frontera eficiente y, se llega entonces al punto en el que el mismo replicará aquel portafolio de activos riesgos que elija el resto de inversionistas y será el que defina como cartera riesgosa a la cual asignar su capital junto con el activo libre de riesgo. Cuando esto sucede, se dice que el inversionista está realizando una administración pasiva de portafolios y, como consecuencia, la línea de asignación de capital LAC cambia de nombre por el de línea de mercado de capitales (CML) ilustrada en la figura 8.

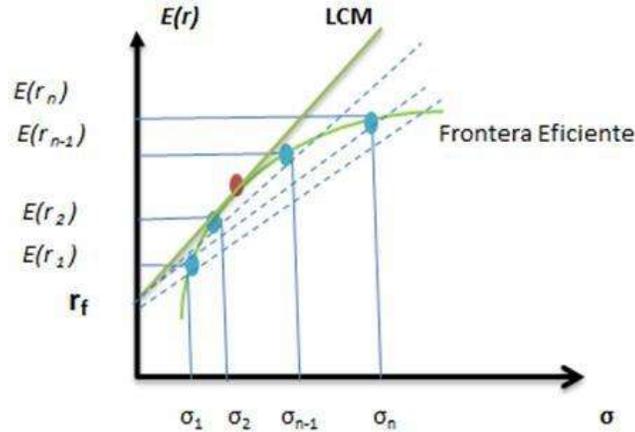


Figura 8. Línea de Mercado de Capital LCM. Elaboración propia.

Para presentar de una manera más concreta lo hasta ahora mencionado, se expone un ejemplo que da una idea de lo hasta ahora descrito en términos teóricos. El mismo se basa en lo expuesto en Bodie et.al. (2004).

Ejemplo de construcción de portafolio mediante 2 activos de riesgo y uno libre de riesgo.

Para ilustrar el concepto de frontera eficiente y su empleo para la construcción de un portafolio de riesgo me baso en el ejemplo dado en Bodie, 2004, que emplea dos Valores, Valor 1 y Valor 2, junto con un activo libre de riesgo Letras T:

### Datos del ejemplo.

Los valores de rentabilidad esperada, desviación estándar, coeficiente de correlación y covarianza se muestran enseguida.

Análisis de la asignación de activos: riesgo y rentabilidad				
	Rentabilidad esperada	Desviación Estándar	Coeficiente De correlación 1,2 =0.3	Covarianza= 0.01512
<b>Valor 1</b>	0.09	0.18		
<b>Valor 2</b>	0.17	0.28		
<b>Letras T</b>	0.035	0		

Tabla 5. Datos de rentabilidad esperada, desviación estándar, coeficiente de correlación. Bodie 2004.

Se calculan la rentabilidad esperada empleando la ecuación (5), la desviación estándar a partir de (7) y la recompensa por variabilidad mediante (12) y se desglosa en la siguiente tabla.

<b>Ponderación Valor 1</b>	<b>Ponderación Valor 2</b>	<b>Rentabilidad Esperada</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Recompensa por variabilidad</b>
1	0	0.09000	0.18000	0.30556
0.9	0.1	0.09800	0.17248	0.36526
0.8	0.2	0.10600	0.16944	0.41902
0.7	0.3	0.11400	0.17112	0.46166
0.6	0.4	0.12200	0.17739	0.49046
0.5	0.5	0.13000	0.18778	0.50592
0.4	0.6	0.13800	0.20166	0.51077
0.3	0.7	0.14600	0.21836	0.50833
0.2	0.8	0.15400	0.23730	0.50148
0.1	0.9	0.16200	0.25797	0.49230
0	1	0.17000	0.28000	0.48214

**Tabla 6. Cálculos estadísticos en base a ponderaciones. Bodie 2004.**

Observando la tabla 10 se puede ver que el menor riesgo está en el punto 0.16944 y ofrece una rentabilidad de 0.10600. El resto de los puntos que resultan de la combinación de rentabilidad esperada contra desviación estándar representan la curva de mínimo riesgo, a partir del punto con mínima varianza que cruza la línea punteada azul en la figura 3, los puntos conforman la frontera eficiente.

- Se agrega un activo libre de riesgo.

Al agregar un activo libre de riesgo la línea punteada azul deja de ser la que ofrece la pendiente más positiva, ya que es superada por la línea verde que conforma ahora nuestras opciones de mercado para invertir como se ilustra en la figura 3.

### **3.4 Modelo de portafolios empleando Índices.**

Una alternativa al modelo de optimización de Markowitz (Markowitz, 1952) que se emplea para elegir y simplificar el cálculo de parámetros tales como la matriz de covarianzas y el vector de rendimientos esperados y que parte de la concepción de cartera de mercado previamente descrita, es el modelo de índices que permite simplificar la construcción del modelo y además realizar un mejor análisis especializado de los activos que componen el portafolio. Como se verá en breve, este modelo considera tanto efectos externos como internos dentro de las organizaciones representadas con los activos financieros.

El modelo de índices se basa en suponer que:

- Las covarianzas entre los activos financieros son positivas debido a que todas ellas sienten las fuerzas de los fenómenos económicos sobre el mercado. Por ejemplo los, ciclos económicos, variaciones de tasas, cambios tecnológicos, costos y una gran diversidad de fuerzas que pudieran afectar a estos activos financieros ocasionando que su covarianza sea positiva.
- Todos los factores antes mencionados se pueden condensar en un solo indicador macroeconómico que mueve como un todo al mercado, teniendo a este factor cómo el único que representa una correlación entre los activos financieros.
- Además del factor común mencionado en el párrafo anterior, existen otros factores de riesgo relacionados específicamente con la firma u organización misma. Estos factores específicos de cada firma se comportan de forma

independiente y no se correlacionan con el índice antes mencionado pero también tienen un efecto en el rendimiento del activo financiero.

- En cuestiones teórico-económicas, se supone que los inversionistas en el mercado tienen la misma información, los mismos objetivos de inversión y, por ende, buscan comprar los mismos activos.
- Dado el supuesto anterior, se supone la existencia de una cartera de mercado, cuya conformación real se desconoce pero se aproxima con la conformación de índices bursátiles.

De acuerdo a los puntos antes mencionados, el rendimiento de cada activo financiero se puede representar por:

$$r_i = \alpha + \beta \cdot r_m + e_i \quad (18)$$

En la ecuación (18)  $r_i$  es el rendimiento del activo financiero que estará compuesto por el rendimiento esperado  $E(r_i)$  más el impacto del factor de mercado  $r_m$  sobre el activo, más movimientos aleatorios o inesperados  $e_i$  relacionados al rendimiento relativo a la firma. El efecto del mercado será distinto en cada firma, esta sensibilidad al mercado se puede representar ahora por medio de  $\beta_i$  obteniendo la expresión del valor esperado:

$$E(r_i) = \alpha_i + \beta_i E(r_m) \quad (19)$$

El factor único  $E(r_m)$  de la ecuación (19) se puede representar mediante la variación porcentual de un índice del mercado bursátil como puede ser el Índice de Precios y Cotizaciones del IPC en México. Sin embargo, como este índice es

exclusivo de acciones que cotizan en México, y el estudio de esta tesis se relaciona con las SIEFORES tipos 1, 2, 3 y 4, se emplea un indicador que modele el comportamiento de múltiples o diversos tipos de activos financieros de la política de inversión de cada una de estas SIEFORES, siendo una de las primeras propuestas el método de cálculo de índices planteado en De la Torre (De la Torre, 2015) basado en históricos de los activos que conforman la política de inversión autorizada para las AFORES.

Como comentario adicional, se observa que, de la expresión dada en [4], la ordenada al origen  $\alpha_i$  es el exceso de rendimiento que un determinado activo (en este caso cada SIEFORE) tuvo respecto al rendimiento pagado por el resto de activos (SIEFORES) en el mercado. Dado esto, es fundamenta recalcar que el objetivo de estudio de esta tesis es determinar la existencia de valores positivos y estadísticamente significativos de  $\alpha_i$  en las SIEFORES, respecto al desempeño de la política de inversión modelada con el benchmark o índice  $r_s$ , y que se da en la siguiente expresión aplicada al rendimiento esperado de las SIEFORES:

$$E(r_i) = \alpha + \beta_i E(r_s) \quad (20)$$

$$E(R_i) = \alpha + \beta_i E(R_s)$$

Donde:

$$E(R_i) = E(r_i) - r_f$$

$$E(R_s) = r_s - r_f \quad (21)$$

La ecuación (20) se puede expresar como la ecuación (21) en términos de las diferencias de los rendimientos de las SIEFOREs respecto a un valor fijo y las

diferencias de los valores de rendimiento del benchmark respecto a un valor fijo y nuevamente el valor de  $\alpha$  es la intersección en la ordenada o exceso de rendimiento para la Siefore específica cuando el valor de exceso de rendimiento de mercado es cero.

De esta manera la regresión se realiza en base al exceso de rendimiento en la Siefore  $E(R_i) = E(r_i) - r_f$  respecto al exceso de rendimiento en el benchmark  $E(R_s)$ .

La varianza del rendimiento  $r_i$  tiene dos fuentes, la del mercado  $\sigma_m^2$  y la de la firma  $\sigma^2(e_i)$ :

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma^2(e_i) \quad (22)$$

La covarianza es el producto de sus betas por el riesgo del índice de mercado:

$$Cov(r_i, r_j) = \beta_i \beta_j \sigma_M^2$$

Cabe resaltar que el valor mayormente importante dentro del estudio de esta tesis es el alfa  $\alpha$  mencionada en la ecuación (19) que una vez calculada para cada Siefore mediante una regresión lineal nos representa gráficamente la intersección de rendimiento de la Siefore cuando el valor de mercado es cero y por lo tanto representa el excedente de rendimiento al mercado mismo, y de ahí su importancia informativa cómo un punto para su conveniencia para comparar y seleccionar que Siefores han tenido mejores administraciones para generar mayores rendimientos superiores a las del mercado y cobra aún mayor importancia si sabemos que de acuerdo a nuestra investigaciones esta información no es provista en la Consar y es de interés generarla en el presente

trabajo de investigación para conocer el verdadero desempeño de las SIEFOREs en México.

### **3.5 Métricas del desempeño de portafolios.**

Antes de pasar al diseño metodológico es necesario hablar de las métricas de desempeño de la administración de un portafolio. Siguiendo las propuestas de Maggin et.al. (Maggin, Tuttle, Pinto, & McLeavey, 2007) la administración de portafolios tiene 4 etapas o pasos:

- **Diseño de objetivos de inversión:** Se refiere a determinar los objetivos financieros, activos financieros objeto de inversión, así como de exposición de riesgo por tipo de activo en el portafolio. Esto lleva al diseño de los parámetros, límites de inversión y pérdidas potenciales que se están dispuesto a tolerar por parte del inversionista (ya sea persona física o institucional). Para el caso de las SIEFOREs, este paso inició con la circular 12/17 de la CONSAR, en donde se determina la política o guía de inversión.
- **Asignación de activos:** En esta etapa se determinan, de manera concreta, cuánto se va a invertir en cada tipo de activo y en cada uno de ellos, acorde a los objetivos de inversión y niveles de tolerancia al riesgo establecidos en la etapa anterior. En esta fase también debe de diseñarse un benchmark o índice de desempeño que mida el desempeño de un portafolio tipo o teórico que replique la política de inversión establecida.
- **Ejecución del portafolio:** En este paso, el administrador del portafolio (sea el mismo inversionista o un administrador contratado como las AFOREs) es quien compra o rebalancea las posiciones del portafolio directamente con la compra o venta de activos financieros en los mercados financieros.
- **Medición de desempeño:** Una vez que se ejecuta la composición del portafolio y se deja, después de un periodo determinado como una semana, un mes o un año como tal, se mide el desempeño logrado tomando en cuenta no solo el rendimiento logrado (la práctica común al medir el desempeño de las SIEFOREs) sino el nivel de exposición al riesgo total  $S_r$ , el sistemático (medido con  $b$ ) y el no sistemático (medido con la desviación estándar de la

regresión del modelo CAPM). Para esto se pueden emplear múltiples métricas pero las tres más convencionales, junto con la  $\alpha$  son el índice de Sharpe (Sharpe, 1966), el índice de Treynor y la razón de información o information ratio.

De estas tres métricas tenemos el índice de Sharpe:

$$S_p = \frac{E_p - rf}{S_p} \quad (23)$$

El mismo compara el nivel de prima de riesgo lograda entre el rendimiento observado en el portafolio  $E_p$  y la tasa de interés libre de riesgo  $rf$ , en relación al nivel de exposición al riesgo medido con la desviación estándar del portafolio  $S_p$ .

Como se ha mencionado previamente, éste índice se relaciona directamente con la pendiente de la línea de asignación de capital (LAC) de un portafolio.

Para complementar esta medida, se utilizan otras como es el índice de Treynor. Esta razón es similar a la anterior, con la diferencia de que se emplea la medida de riesgo sistemático  $b$  dada en el modelo CAPM de la ecuación (20):

$$T_p = \frac{E_p - rf}{b_p} \quad (24)$$

Como se ha dicho de manera reiterada, otra medida es la “alfa” de Jensen que no es más que la  $\alpha$  del modelo CAPM previamente citado. Sin embargo, como se ve en su método de cálculo, el valor de  $\alpha$  depende del de  $b$ . Dado esto y resaltando que la existencia de  $\alpha$  es el principal objetivo del trabajo, se revisará una tercera medida de desempeño consistente en dividir el nivel de  $\alpha$  con la desviación

estándar del modelo de regresión del CAPM, el cual, como se vio en la ecuación (22), mide el nivel de riesgo no sistemático o riesgo por la gestión del portafolio:

$$IR = \frac{a}{s(e_i)} \quad (25)$$

Si bien el objetivo del trabajo es medir y determinar la existencia de  $a$  en el desempeño de las SIEFOREs, se mencionan esta medidas de desempeño porque será una necesidad natural jerarquizar las SIEFOREs por su desempeño y se buscará tener medidas complementarias al nivel de  $a$  de interés.

#### **4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

Como ya se ha visto, la implementación del Sistema de Ahorro ha ido evolucionando y mejorando las alternativas de inversión para los trabajadores afiliados a éste, por ello, el motivo de esta investigación es contribuir con el cálculo de valores alfa para las distintas Siefores que indiquen el desempeño de rendimiento respecto al mercado de las Siefores, de este modo, enseguida se plantea la metodología de investigación a desarrollar y que partirá de la pregunta general, y distintos apartados que se irán desarrollado en párrafos posteriores.

##### **Pregunta general de Investigación.**

¿Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipos 1, 2, 3 y 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general?

##### **Preguntas específicas.**

¿Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 1 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general?

¿Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 2 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general?

¿Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 3 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general?

¿Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general?

**Objetivo de la Investigación.**

Determinar si existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipos 1, 2, 3 y 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

**Objetivos Específicos.**

Determinar si existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 1 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

Determinar si existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 2 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

Determinar si existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipos 3 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

Determinar si existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipos 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

### **Hipótesis de investigación.**

H0: Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipos 1, 2, 3 y 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

### **Hipótesis específicas.**

H0.1: Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 1 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

H0.2: Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 2 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

H0.3: Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 3 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

H0.4: Existen rendimientos (alfa) de las Siefores tipo 4 superiores a los rendimientos del mercado de SIEFORES y cuyos resultados indiquen un mejor desempeño respecto a dicho mercado de SIEFORES en general.

### **Método a emplear**

Modelo de índice único, empleando un método matemático de regresión lineal simple, por medio de mínimos cuadrados ordinarios, basadas en datos estadísticos provenientes de los rendimientos históricos de las SIEFORES tipos 1, 2, 3 y 4 que fueron registrados en la CONSAR del año 2005 al 2015 y que para

conformar el modelo completo del índice único para cada una de las SIEFORES se emplea un BENCHMARK proporcionado por De La Torre 2015.

### **Tipo de investigación.**

El tipo de investigación es descriptivo ya que se busca especificar propiedades importantes como el valor de rendimiento excedente alfa con respecto a los rendimientos excedentes del mercado basándonos en un grupo de registros históricos de SIEFORES tipos 1, 2, 3 y 4 dados por la CONSAR, por otro lado se trata de un tipo de investigación Correlacional ya que basado en el modelo de índice único se investiga la relación existente entre rendimientos específicos de activos financieros específicos como lo es una SIEFORE con respecto al rendimiento excedente de un Benchmark o índice de mercado determinando de esta manera el comportamiento con respecto a éste de cada una de las SIEFORES.

### **Justificación de la investigación.**

De acuerdo a lo visto durante los antecedentes del presenta trabajo, la evolución a un SAR en donde los recursos fueran propiedad del trabajador y no del Estado, tuvieron como objetivo plantear un sistema cada vez más competitivo y transparente conformado por administradores de estos fondos privados AFORES que pudieran aprovechar el potencial financiero de los mercados de inversión en la generación de mayores rendimientos, de acuerdo a esto, la investigación realizada vislumbra impactos en términos económicos y sociales y que enseguida se desglosan:

## **Impacto Económico.**

La investigación enfocada únicamente en el impacto económico de esta investigación incide en:

- En la presente investigación se realizará el cálculo de los excedentes de rendimiento alfa respecto a los excedentes de rendimiento del mercado. Por lo tanto, se tendrá el conocimiento de los mejores rendimientos disponibles para elegir por parte de los trabajadores.
- Mayores rendimientos mejoraran el poder adquisitivo de los trabajadores al retirarse.
- Los administradores de las SIEFORES aumentaran su competitividad y desempeño reflejado en mayores rendimientos.
- Un sistema del retiro más sano, con mayor participación que facilitará la toma de decisiones en base a mayor y mejor información.
- Mayor información y rendimientos deberá de hacer más atractiva la participación de los trabajadores en el Sistema de Ahorro para el Retiro SAR y en consecuencia, también deberían de aumentar los recursos financieros del SAR.
- Finalmente el mayor beneficiado será el trabajador, resultado de un círculo virtuoso de sana competencia entre las AFORES para tener cada vez mejores valores de alfa que reflejen un mejor desempeño administrativo de las SIEFORES como consecuencia de un mayor rendimiento con respecto a los rendimientos dados por el mercado de las SIEFORES en general.

## **Impacto Social.**

La investigación enfocada únicamente en el impacto Social (Libera, 2007) de esta investigación incide en:

- La investigación realizada en el presente trabajo pretende contribuir con la evolución y mejora del Sistema de Ahorro para el Retiro en México ya que proporcionará información que hasta la fecha no es suministrada por la CONSAR, actualmente la CONSAR solo proporciona como herramienta informativa los rendimientos de las SIEFORES.
- Obtener mayores recursos económicos en el Sistema de Ahorro para el Retiro en base a mayores y mejores rendimientos.
- Que los trabajadores tengan mayor información para la toma de decisiones de las SIEFORES que resulten más convenientes.
- Que la sociedad en México cuente con un Sistema de Ahorro para el retiro más confiable, más participativo y más robusto en base a información útil para los trabajadores que pertenecen al SAR.
- Por otro lado, uno de los objetivos de la creación de este nuevo Sistema de Ahorro para el Retiro en México en 1997 consideró fomentar la competitiva entre las AFORES. Así que con la determinación periódica de los valores alfa de esta investigación y proporcionando esta información periódicamente a los trabajadores, estos tendrán una forma de determinar cuáles AFORES están teniendo un mejor desempeño y representan mejor opción para ser elegidas, en consecuencia las AFORES tendrán que estar

mejorando constantemente su desempeño para acaparar mayor cantidad de trabajadores.

## 5. Parte experimental: Cuantificación de alpha en las SIEFORES.

### 5.1 Introducción a la fase experimental y descripción de los datos.

En el presente capítulo se realizan las corridas estadísticas y econométricas que permitirán determinar si existe “*alpha*” o rendimiento adicional al mercado en los cuatro tipos de SIEFORES que cotizan en México. Partiendo de la ecuación (20):  $E(r_i) = \alpha + \beta_i E(r_s)$ , se observa que es de necesidad el contar con dos series de tiempo de datos. La primera de ellas  $r_s$  es la relativa a la variación porcentual, observada en  $t$ , del índice de referencia (o *benchmark*) con el que se compara el desempeño del fondo de inversión (en este caso una SIEFORE) y, el segundo la variación porcentual del precio de la  $i$ -ésima SIEFORE  $r_i$ .

Se ha observado en los antecedentes del presente trabajo que una de las primeras limitantes para medir el desempeño de las SIEFORES, alejándonos del rendimiento o el índice de rendimiento neto, es el contar con un índice que mida el desempeño generalizado de las SIEFORES tanto en total como por tipo. Dado esto es que se han citado trabajos como los De la Torre, Galeana y Aguilaoscho (O. De la Torre et al., 2015; O. V. De la Torre, Galeana, & Aguilaoscho, 2015) quienes proponen la medición del desempeño calculando dos índices.

El primero de ellos (O. V. De la Torre et al., 2015) consiste en determinar el nivel de inversión en cada de tipo activo que tiene el portafolio de todas las SIEFORES por clasificación (básica 1, básica 2, etc.). Es decir, definir qué porcentaje están destinando, del total del portafolio y al cierre del mes (en base a lo reportado por cada una al final de cada mes a la CONSAR), a bonos gubernamentales

mexicanos, a acciones mexicanas, etc. Con estos niveles de inversión de cierre de mes ( $w_{t-1}$ ) se obtiene una ponderación (o nivel de inversión) en cada tipo de activo, misma que se utilizará como nivel de inversión fijo para el siguiente mes ( $t$ ), para multiplicarse por la variación porcentual que tuvo, día a día, un índice de mercado público y representativo del tipo de activo financiero. Con esto, se obtiene una variación porcentual del *benchmark* o portafolio teórico de referencia. Para ilustrar véase el siguiente ejemplo simple en el que se supondrá que solo se invierten los recursos de una SIEFORE en bonos y acciones mexicanas. Para exponer el método de cálculo, se parte de los datos expuestos en la tabla 7.

Tipo de activo	Inversión en el mes anterior ( $w_t$ )	Variación porcentual en el índice, el día $t$ en el mes actual	índice empleado	Variación ponderada
<b>Bonos</b>	70%	0.40%	IPC	0.28%
<b>acciones</b>	30%	2%	VALMER_Guber	0.60%
<b>Variación total del índice en el día <math>t</math></b>				<b>0.88%</b>
<b>Valor del índice en el día <math>t-1</math> (<math>V_t</math>)</b>				<b>100</b>
<b>Valor del índice de posición actual en el día <math>t</math> (<math>V_{t+1}+0.88\%</math>)</b>				<b>100.88</b>

Tabla 7 Ejemplo del cálculo del índice de posición actual. Fuente De la Torre (O. V. De la Torre et al., 2015).

Como se puede apreciar éste método es simple para determinar el desempeño de las inversiones de las SIEFORES, debido a que se emplean índices de tipo de mercado públicos como es el caso del IPC de la Bolsa Mexicana de Valores. Por otro lado, este método es muy adecuado, ya que las ponderaciones incorporan los costos de operación del portafolio (comisiones de compra y venta de acciones o

diferenciales de precio de bonos) y son resultado de las operaciones de compra y venta necesarias para determinarlas.

A pesar de su simplicidad e idoneidad teórica, éste método de cálculo no se empleará en el presente trabajo debido a que los niveles de inversión por tipo de activo en cada tipo de SIEFORE son públicos desde noviembre de 2008. Esto lleva a la desventaja de que, se tendrían series de tiempo relativamente cortas para medir un desempeño real de las SIEFOREs, y no se incorporaría en el análisis algunos periodos como son los años 2007-2008, que se caracterizaron por la crisis financiera y económica iniciada en los Estados Unidos. Ante esto, se recurrirá al método del portafolio de mínima varianza expuesto en De la Torre, Galeana y Aguilasocho (O. De la Torre et al., 2015). Esto es así debido a dos razones. La primera de ellas es que se ha demostrado, por parte de los autores citados, que su empleo es estadísticamente igual al del portafolio de posición actual y al que maximiza la pendiente de la línea de asignación de capital (o índice de Sharpe). Ante esto, se observará que el benchmark que mide el desempeño de cada tipo de SIEFORE determinará las ponderaciones del nivel de inversión, para el día  $t$ , con los niveles de inversión del portafolio que presenta la varianza más baja en la frontera eficiente como la expuesta en la figura 2. Estos niveles de inversión se obtienen cuantitativamente al resolver el siguiente problema de optimización (O. De la Torre et al., 2015):

$$\begin{aligned} \mathbf{w}_t = \mathbf{w}^* &= \underset{\mathbf{w}}{\operatorname{arg\,min}} \mathbf{w}'\mathbf{C}\mathbf{w} \\ \text{Sujeto a:} & \hspace{10em} (26) \\ \mathbf{w} &> 0 \\ \mathbf{w}'\mathbf{1} &= 1 \end{aligned}$$

En la expresión anterior, se observa que se calculará un índice de desempeño de las SIEFOREs que se basa en su política de inversión (que redundará en el precio final de la emisora) pero en el que el nivel de inversión por tipo de activo no se hace en función de la posición total de todas las SIEFOREs por tipo; sino en función de un portafolio teórico en el que deberían estar posicionadas las mismas. Esto es, si la gestión de inversiones de cada una de ellas es similar, dado el mandato legal de la política de inversión plasmada por la CONSAR en la circular 12-17 (CONSAR, 2012), y todas buscan rendimientos competitivos para obtener la mayor planta de derechohabientes, entonces se observará que todas buscarán ser lo más aproximadas en su conformación y desempeño al portafolio que maximiza el índice de Sharpe, el cual, según demuestran De la Torre, Galeana y Aguilasocho (O. De la Torre et al., 2015), es similar en su eficiencia media-varianza. Dado esto, se debería esperar entonces, en términos teóricos y *a priori*, que ninguna SIEFORE presentara un nivel de alfa significativo. Esto, se cumple según lo establecen los principios de eficiencia informacional expuestos por Fama (Fama, 1965). Sin embargo, tal como Roll (Roll, 1977) lo sugiere, no siempre se cumplen los supuestos del modelo de valuación de activos de capital (CAPM) debido a que la referencia o *benchmark* no es eficiente en términos de eficiencia media-varianza (O. De la Torre & Martínez, 2013)<sup>6</sup>. Dado esto es que se sugiere no solo no emplear un índice de inversión alternativa a los métodos tradicionales que utilizan el precio o valor de capitalización de los activos miembro, como lo sugieren Goltz y Le Sourd (Goltz & Le Sourd, 2011) o Amenc, Goltz y Le Sourd (Amenc,

---

<sup>6</sup> Tal como lo demuestran De la Torre y Martínez (O. De la Torre & Martínez, 2013) para el IPC de la Bolsa mexicana de valores.

Goltz, Lodh, & Martellini, 2012); sino utilizar el portafolio de mínima varianza propuesto por Goltz (2011). Ante esto y tal como se propone en la introducción del presente trabajo, se empleará el problema de optimización dado en (26) para determinar los niveles de inversión por tipo de activo y se utilizarán los mismos para realizar el cálculo del índice de mínima varianza, según se expone en la tabla 8.

Dado lo anterior, se observa que los tipos de activos por tipo de SIEFORE, así como la política de inversión por tipo de SIEFORE y los índices de mercado para calcular el índice de referencia o *benchmark* son los expuestos en la tabla 8. De manera complementaria, se menciona que el cálculo del índice se realizó para cada uno de los cuatro tipos de SIEFORE con datos de las fuentes citadas en la mencionada tabla 8 y con una rutina informática cuyo código se expone en el apéndice A1 del presente trabajo.

Una vez que se determinó el índice de desempeño en cada uno de los cuatro tipos de SIEFORE, se realizó el análisis de los datos de cada una de las SIEFORES por tipo. Como punto de partida se tiene que no se analizaron todas las SIEFORES, ya que el régimen de inversión ha sufrido múltiples modificaciones desde su creación en 1997 por lo que han existido desde dos tipos de SIEFORE hasta 5.

<b>Restricciones por tipo de activo (min/max)</b>	<b>SIEFORE Básica 1</b>	<b>SIEFORE Básica 2</b>	<b>SIEFORE Básica 3</b>	<b>SIEFORE Básica 4</b>
Bonos emitidos por el Gobierno Federal /1	(51%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)
Bonos emitidos por el Gobierno Federal en USD /1	(51%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)
Bonos corporativos mexicanos 1/	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)
Acciones mexicanas	(0%/5%)	(0%/25%)	(0%/30%)	(0%/40%)
Bonos corporativos y gubernamentales extranjeros 2/	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)	(0%/100%)
Mercados accionarios extranjeros 3/	(0%/5%)	(0%/25%)	(0%/30%)	(0%/40%)
Mercancías	0%	(0%/5%)	(0%/10%)	(0%/10%)

<b>Exposición al riesgo cambiario</b>	<b>SIEFORE Básica 1</b>	<b>SIEFORE Básica 2</b>	<b>SIEFORE Básica 3</b>	<b>SIEFORE Básica 4</b>
Titulos denominados en moneda extranjera	(0%/20%)	(0%/20%)	(0%/20%)	(0%/20%)

<b>Tipo de activo</b>	<b>Benchmark empleado</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Ticker</b>
Bonos emitidos por el Gobierno Federal	Valmer gubernamental	VALMER-MSE	MEX_Guber
Bonos emitidos por el Gobierno Federal	Citigroup de bonos soberanos de países	Citigroup Inc.	Citi-ESBI-MEX
Bonos corporativos mexicanos	Valmer corporativo	VALMER-MSE	MEX_CORPORATIVO
Acciones mexicanas	IPC / IPC composite / IPC sustentable	Mexican Stock Echange	IPyC / IPCcomp / IPCS
Bonos corporativos y gubernamentales extranjeros	Citigroup de bonos mundiales con grado de inversión (sin MBS's)	Citigroup Inc.	WBI
Mercados accionarios	MSCI mundo gross return	MSCI Inc.	MSCI-Gross
Mercancías	Bloomberg-UBS commodity index	Bloomberg - UBS	UBS-com

1/ Solo activos financieros con calificación crediticia mxA o mayor.

2/ Solo activos financieros con calificación crediticia A+ o mayor.

3/ Solo a través de benchmarks autorizados por el apéndice M de CONSAR (2012).

**Tabla 8 Política de inversión establecida para cada tipo de SIEFORE y la empleada para calcular el índice de desempeño de mínima varianza del presente trabajo. Fuente: CONSAR (2012).**

Dado esto, se tomaron los precios históricos de las SIEFORES que han existido desde 1997 hasta diciembre de 2014. Para hacer esto, ante el cambio continuo de clasificación de los tipos de SIEFORE, la CONSAR ha llevado un análisis estadístico y registro histórico del precio de cada tipo de SIEFORE como si hubiera existido desde 1997. Esto calculando el precio de cada SIEFORE, según su proporción o participación según la clasificación de edades o composición etérea de los derechohabientes. Estos se pueden descargar de la página de la CONSAR en precios con periodicidad diaria (CONSAR, 2014). De la misma relación de precios se tomaron en cuenta solo las SIEFORES que hayan existido desde el 1 de enero de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2014 de manera ininterrumpida. Esto se hizo así porque han existido procesos de fusiones entre SIEFORES que han hecho que la existencia de las mismas sea corta. De manera complementaria, otras SIEFOREs han sido creadas con series de tiempo cortas y, dado esto, su comparación podría tener algunos sesgos muestrales en los resultados. Dado esto, se presenta, en la tabla 9, la relación de SIEFORES, por tipo de institución, que se estudiaron, así como los nombres cortos o *tickers* con que se identificarán a los cuatro índices de desempeño calculados para el presente trabajo.

Tipo de SIEFORE	Básica 1	Básica 2	Básica 3	Básica 4
Ticker del índice	Índice SB-1	Índice SB-1	Índice SB-1	Índice SB-1
Instituciones (AFORE) estudiadas				
Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA

**Tabla 9** Identificadores de los índices de desempeño por tipo de SIEFORE empleados e instituciones financieras (AFORE) estudiados. Fuente: Elaboración propia.

Dados los precios de las SIEFORES estudiadas, se observa que se utilizarán los mismos para calcular la variación porcentual de cada una de ellas, así como de los cuatro índices de desempeño calculados y se correrá, para cada una de las 5 instituciones en cada uno de los 4 tipos de SIEFORE, el modelo de regresión dado en (20):

$$E(r_i) = \alpha + \beta_i E(r_s)$$

La hipótesis nula a demostrar será que, dado que no se cumplen los supuestos del modelo de regresión en la realidad, el valor de  $a$  es distinto de cero y positivo. Si esto se cumple, es entonces que se demostrará la existencia de dicho valor y se podrá jerarquizar el desempeño de las SIEFOREs no de la forma convencional y parcial que hasta ahora se sigue; sino empleando una métrica de desempeño que incorpore, por un lado, el rendimiento logrado y, por otro, el riesgo en el que ha incurrido la SIEFORE, medido con el riesgo de mercado expresado en  $b$ . Esto se logra, como primer punto de partida, midiendo el nivel de  $a$  observado en cada SIEFORE en cada tipo de ellas. Como se verá en breve en la revisión de resultados, el nivel de  $\alpha$  y la observación de su magnitud cumplirá con el objetivo del trabajo de determinar si éste rendimiento sobre el índice de mínima varianza es positivo y estadísticamente significativo. Sin embargo, se extiende el estudio a la medición de dos métricas de desempeño que son el índice de Treynor dado en (24):

$$T_p = \frac{E_p - rf}{b_p}$$

Una vez que se calcularon los valores de  $a$  y se hizo la labor de jerarquización, se procederá a revisar los resultados fuera de muestra. Para ello se utilizará una técnica de remuestreo aleatorio con sustitución denominada *Bootstrapping*, la cual consiste en utilizar los datos de la muestra original de la variable dependiente e independiente y seleccionar (de manera aleatoria con sustitución) datos de las mismas para conformar muestras nuevas. Dado esto, se corre de nuevo la regresión en (20) y se toma nota de los valores de  $a$ . Esto se hace 1,000 veces y se calcula el percentil del 2.5% y del 97.5% para determinar una estimación de intervalo no paramétrica de los valores de  $a$ . Si el cero está dentro del intervalo y los valores observados fuera del mismo, se tendrán evidencias en contra de la existencia de alfa en el desempeño de las SIEFORES, debido a que los resultados que se observen son solamente válidos a nivel muestral y no en el largo plazo.

El análisis de los resultados se expone en una rutina informática cuyo código de programación se expone en el apéndice A2.

Dado esto, se procederá ahora a la revisión de resultados de las pruebas realizadas a los 4 tipos de SIEFORE.

## **5.2 Revisión de resultados.**

### **5.2.1 Resultados observados en las SIEFOREs básicas tipo 1.**

Se comenzará revisando los resultados para las SIEFOREs tipo 1. En la figura 10 se presenta, en el segmento superior de la misma se aprecia un área gris que represente el valor base 100 el 15 de febrero de 2001 para el índice SB1 que mide el desempeño que tuvo la política de inversión publicada por la CONSAR para las

SIEFORES tipo 1. Se puede ver que la política de inversión (*benchmark*) tuvo un rendimiento acumulado de 241.40% en el periodo estudiado. En este tipo de SIEFORES ninguna de las estudiadas logró superar el *benchmark* debido a cuestiones de costos de gestión y a movimientos de mercado. Esto se puede verificar en la figura 10 en donde, en prácticamente todas las SIEFORES, se aprecia un desempeño inferior desde el año 2007 (periodo de crisis financiera) en donde el desempeño de cada SIEFORE y su índice comienzan a divergir.

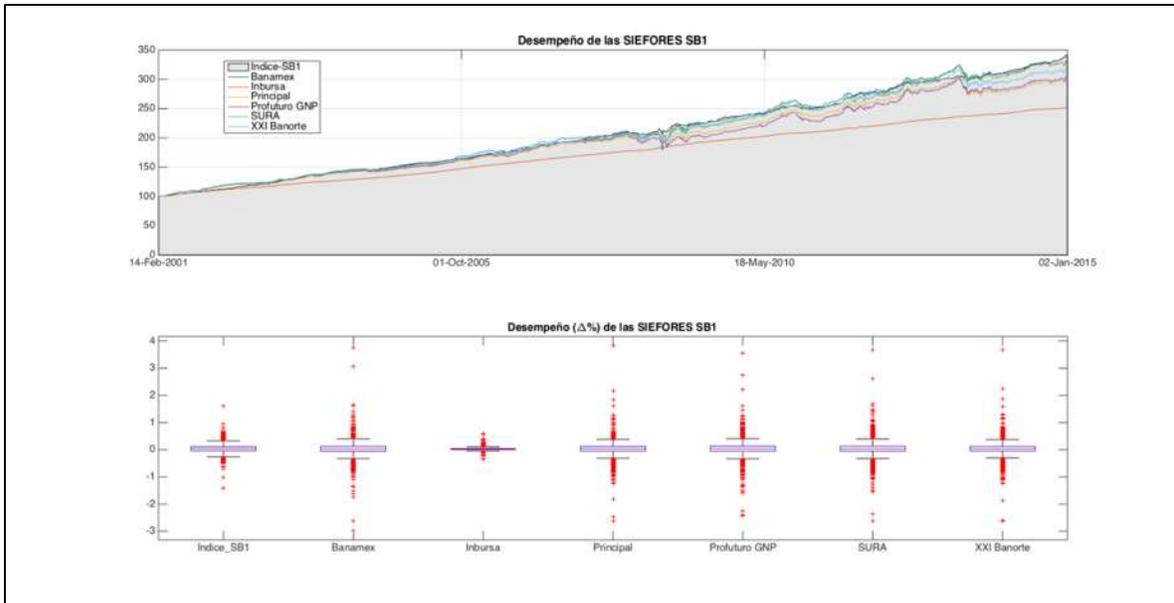


Figura 9 Gráfica histórica del desempeño de las SIEFORES tipo 1 y su índice de referencia (*benchmark*). Fuente elaboración propia con datos de las simulaciones, precios de CONSAR (2014) y datos de las fuentes citadas en la tabla 8.

Desempeño de las SIEFORES básicas tipo 1 y su índice o <i>benchmark</i> (% diario)							
Análisis para SB1	Rend. Acum.	Media	Std. Dev.	Perc. 5%	Perc. 95%	Min	Max
Indice_SB1	241.4051	0.0352	0.1439	-0.2501	0.3183	-1.4203	1.6085
Banamex	228.5021	0.0341	0.2455	-0.4254	0.4809	-2.9774	3.7608
Inbursa	152.1338	0.0265	0.0429	-0.0477	0.1074	-0.3473	0.5969
Principal	199.9705	0.0314	0.2348	-0.4129	0.4722	-2.6327	3.8274
Profuturo GNP	203.6051	0.0318	0.2583	-0.4857	0.5085	-2.4265	3.5459
SURA	231.5898	0.0343	0.2493	-0.4428	0.5115	-2.6167	3.6709
XXI Banorte	216.7425	0.0330	0.2279	-0.4017	0.4454	-2.6267	3.6851

Tabla 10 Rendimiento observado en las SIEFORES tipo 1 y su índice de desempeño. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones, precios de SIEFORES de CONSAR (2014) y datos de las fuentes citadas en la tabla 12.

Esto puede deberse a la gestión o a otros factores de administración de portafolios que deben de revisarse en futuros trabajos. Sin embargo, es de importancia observar que se hace evidente, en el segmento inferior de la figura 10, la posibilidad de que el resultado observado sea un tema de administración de portafolios. En específico se puede apreciar el diagrama de caja del índice de desempeño, así como de cada SIEFORE. Se puede apreciar que los casos de SURA (antes ING) y Banamex, junto con XXI-Banorte tienen las fluctuaciones con observaciones de variaciones de precio más extremas, lo que se puede corroborar con la sensibilidad ( $b$ ) que cada una de ellas tuvo respecto al índice de desempeño que mide la fluctuación de los mercados objeto de inversión en su conjunto. Sin embargo, el corroborar esto, es objeto de estudio de futuros trabajos de investigación.

A pesar de este primer resultado de desempeño, vemos que, salvo AFORES Inbursa, las SIEFORES estudiadas tuvieron un mayor desempeño de corto plazo que el índice estudiado lo que lleva a revisar si, a pesar del desempeño acumulado expuesto en la tabla 10, existen rendimientos marginales superiores al desempeño de la política de inversión de todas las SIEFORES. Esto se aprecia en la tabla 11 al cuantificar el valor de  $a$ . Sin embargo, si se jerarquiza el desempeño de las SIEFORES con esta medida (el cual se expone en la tabla 11, se observará que AFORE Inbursa es la mejor de todas cuando, a todas luces, con la figura 10 del gráfico de históricos de las SIEFORES tipo 1, es la peor de todas. Este resultado se observa debido que, al calcular la  $a$  con la expresión dada por  $a = E(r_i) - bE(r_s)$ , es decir, su valor, como se ha dicho en el marco teórico,

depende del de  $b$ . Para el caso particular de Inbursa, se tiene un valor de  $\beta = 0.0183$ , lo que significa que un incremento de 1% en la política de inversión o los mercados objeto de inversión (cuantificada con el índice-SB1 o *benchmark*) repercute en solo un incremento de 0.0183%.

Análisis de regresión del modelo CAPM de SIEFORES tipo 1			
Banamex			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0238	4.5714	0.0000
beta	0.2925	3.7756	0.0003
FStatistic	105.7834	Fprob	0.0000
RSquared	0.0294	ResidStdError	0.0237
Inbursa			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0258	7.5269	0.0000
beta	0.0183	1.3283	0.1651
FStatistic	3.1883	Fprob	0.0002
RSquared	0.0038	ResidStdError	0.0256
Principal			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0227	4.6074	0.0000
beta	0.2475	3.9127	0.0002
FStatistic	12.2307	Fprob	0.0000
RSquared	0.0230	ResidStdError	0.0226
Profuturo GNP			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0243	4.6495	0.0000
beta	0.2123	3.1129	0.0032
FStatistic	9.5397	Fprob	0.0000
RSquared	0.0140	ResidStdError	0.0242
SURA			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0253	4.9257	0.0000
beta	0.2566	3.6922	0.0004
FStatistic	18.3940	Fprob	0.0000
RSquared	0.0220	ResidStdError	0.0252
XXI Banorte			
Coefficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0243	4.9914	0.0000
beta	0.2476	3.8131	0.0003
FStatistic	17.5372	Fprob	0.0000
RSquared	0.0245	ResidStdError	0.0242

Tabla 11 Análisis de regresión relativo al modelo CAPM de cada una de las SIEFORES tipo 1 respecto al índice de desempeño de su política de inversión. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Esto es notablemente inferior al valor observado por otras SIEFORES que tiene un valor promedio de 0.2125.

SB1	Indice-SB1	Banamex	Inbursa	Principal	ProfuturoGNP	SURA	XXIBanorte
RendimientoAcumulado	41.4051	28.5021	52.1338	99.9705	03.6051	31.5898	16.7425
PrimaDeRiesgo	0.0274	0.0237	0.0019	0.0156	0.0166	0.0246	0.0204
alpha		0.0238	0.0258	0.0227	0.0243	0.0253	0.0243
beta	0.0000	0.2925	0.0183	0.2475	0.2123	0.2566	0.2476
ScoreDeSIEFORE	0.7313	0.6585	0.8140	0.4556	0.9016	0.7294	0.3245
riesgoNoSistemático	No aplica	0.0237	0.0256	0.0226	0.0242	0.0252	0.0242
ÍndiceDeSharpe	0.0100	0.0051	0.0023	0.0035	0.0034	0.0052	0.0047
ÍndiceDeTreyner	No aplica	0.0812	0.1026	0.0629	0.0783	0.0960	0.0823
InformationRatio	No aplica	0.0045	0.0097	0.0045	0.0041	0.0050	0.0054
RankingConRetorno	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RankingConAlfa	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ranking/InfoRatio	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 12 Tabla de resumen del desempeño de las SIEFORES tipo 1 en comparación con su índice de desempeño.

Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Para complementar el análisis, se presenta la tabla 12 con el análisis de la regresión de cada uno de los modelos CAPM aplicado a cada una de las SIEFORES respecto al índice de desempeño de la política de inversión calculado. Nótese en la misma que todas las SIEFORES, como se esperaba, tienen una alfa (o alpha) positiva y estadísticamente significativa. Es decir, todas las SIEFORES, dado el nivel de apego que cada una tuvo a la política de inversión, generaron rendimientos marginalmente superiores a los que se hubieran logrado al replicar con exactitud el índice de desempeño. Esto, para el caso de las SIEFORES tipo 1, cumple con la hipótesis de trabajo.

Para complementar el estudio, se calcularon el índice de Treynor y el information ratio. Y se jerarquizaron las SIEFORES tipo 1 según esta métrica. En los últimos tres renglones de la tabla 12 se expone en *ranking* de las SIEFORES según el retorno o rendimiento acumulado desde el primero de enero de 2001 hasta el 31

de diciembre de 2014. En este sentido, se aprecia que SIEFORE SURA (antes ING) es la más rentable, seguida de Banamex y XXI-Banorte. Sin embargo, como se mencionó previamente, si se emplea el nivel de  $a$ , la SIEFORE de Inbursa es la más adecuada. Para apreciar mejor esto, se debe de emplear el *information ratio*. En este sentido, los desempeños cambian ya que SIEFORE Inbursa ocupa el primer lugar pero ahora SIEFORE XXI-Banorte ocupa el segundo lugar y SURA el tercero. Este último resultado da una nueva luz en relación al desempeño ya que una SIEFORE que ocupaba el tercer lugar en términos de desempeño, como es XXI-Banorte, ahora ocupa el segundo y, si se hace a un lado a Inbursa por su desempeño notablemente inferior al *benchmark* calculado, se aprecia que ocupa el primer lugar y SURA el segundo, lo que la hace más atractiva si se incorpora el desempeño de la misma, en relación a los niveles de riesgo no sistemático.

Ya que se observó la generación de “alfa” por parte de las SIEFOREs básicas tipo 1, ahora procederemos al caso de las SIEFOREs tipo 2.

### **5.2.2 Resultados observados en las SIEFOREs básicas tipo 2.**

Como punto de partida se tiene, en la figura 11, el desempeño histórico de las 6 SIEFOREs estudiadas, así como del índice que modela su política de inversión. A diferencia de las SIEFOREs tipo 1, se observa que salvo Principal e Inbursa, todas tuvieron un desempeño superior. En la tabla 13 se expone el resumen de los valores de alfa y beta observados. En la misma se aprecia que todas las SIEFOREs tienen rendimientos marginales superiores respecto a la política de inversión y que estas magnitudes son significativas, según se aprecia en el análisis de regresión del modelo CAPM de cada SIEFORE en la tabla 14.

Revisando a detalle la tabla 13, se puede apreciar que el desempeño o “ranking” de las SIEFORES en función del rendimiento acumulado favorece en primer lugar a SURA, Banamex y XXI-Banorte.

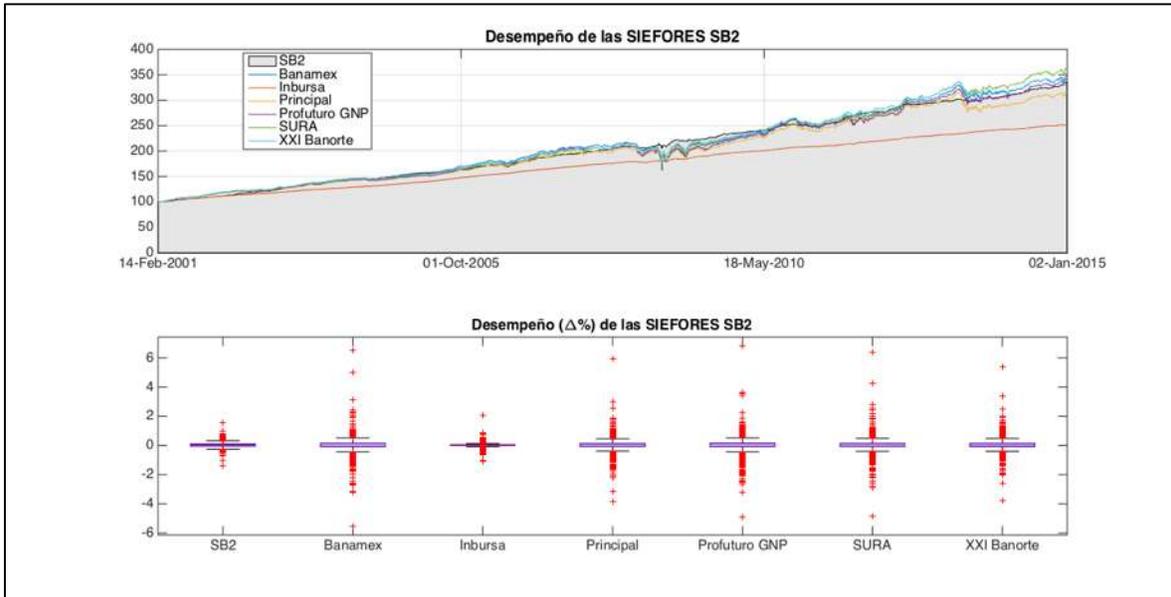


Figura 10 Gráfica histórica del desempeño de las SIEFORES tipo 2 y su índice de referencia (*benchmark*). Fuente elaboración propia con datos de las simulaciones, precios de CON SAR (2014) y datos de las fuentes citadas en la tabla 8.

SB2	Indice-SB2	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
Rendimiento Acumulado	35.4588	47.4223	52.0927	15.6300	40.1535	62.1369	42.3436
Prima de riesgo	0.0257	0.0292	0.0019	0.0201	0.0271	0.0334	0.0277
alpha		0.0216	0.0267	0.0242	0.0243	0.0262	0.0262
beta	0.0000	0.4068	-0.0069	0.2504	0.3107	0.3072	0.2615
Sistema SIEFORE	0.1425	0.3764	0.0868	0.3328	0.3822	0.3688	0.3218
riesgo no sistemático	No aplica	0.0217	0.0265	0.0242	0.0243	0.0262	0.0261
Índice de Sharpe	0.1806	0.0775	0.0215	0.0603	0.0708	0.0905	0.0861
Índice de Treynor	No aplica	0.0717	-0.2716	0.0801	0.0871	0.1086	0.1059
Information Ratio	No aplica	0.9948	0.0093	0.0003	0.9975	0.9999	0.0022
Ranking con retorno	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ranking con Alfa	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ranking/Info Ratio	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 13 Tabla de resumen del desempeño de las SIEFORES tipo 1 en comparación con su índice de desempeño. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Sin embargo, al emplear la alfa como criterio de jerarquización, se observa que, al igual que en las SIEFORES tipo 1, Inbursa ocupa el primer lugar, seguida de SURA y XXI-Banorte.

Análisis de regresión del modelo CAPM de SIEFORES Tipo 2			
Banamex			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0216	2.6047	0.0134
beta	0.4068	2.9684	0.0049
F-Statistic	4.8137	F-prob	0.0000
R-Squared	0.0237	Resid Std Error	0.0217
Inbursa			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0267	5.1717	0.0000
beta	-0.0069	-0.2639	0.3853
F-Statistic	0.4435	F-prob	0.4799
R-Squared	0.0001	Resid Std Error	0.0265
Principal			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0242	3.4575	0.0010
beta	0.2504	2.6127	0.0132
F-Statistic	40.6051	F-prob	0.0000
R-Squared	0.0115	Resid Std Error	0.0242
Profuturo GNP			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0243	2.9309	0.0055
beta	0.3107	2.6271	0.0127
F-Statistic	27.4650	F-prob	0.0000
R-Squared	0.0134	Resid Std Error	0.0243
SURA			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0262	3.3134	0.0017
beta	0.3072	2.4939	0.0178
F-Statistic	29.8902	F-prob	0.0000
R-Squared	0.0141	Resid Std Error	0.0262
XXI Banorte			
Coefficient	Value	t-Statistic	Probability
alpha	0.0262	3.8528	0.0002
beta	0.2615	2.6330	0.0125
F-Statistic	27.4522	F-prob	0.0000
R-Squared	0.0134	Resid Std Error	0.0261

Tabla 14 Análisis de regresión relativo al modelo CAPM de cada una de las SIEFORES tipo 2 respecto al índice de desempeño de su política de inversión. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Por último, al tomar en cuenta la alfa generada, en comparación al riesgo no sistemático (o propio de la política de inversión), se observa que el primer lugar lo conserva Inbursa, seguida de XXI-Banorte y ahora de Principal.

Ya que se tiene la revisión del desempeño observado para las SIEFORES tipo 2, se procede a revisar los resultados de las SIEFORES tipo 3.

### 5.2.3 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 3.

Para el caso de las SIEFORES tipo 3, se observa que se tienen resultados prácticamente similares al tipo 2 en función del rendimiento acumulado plasmado en la figura 12. Como se puede apreciar, todas las SIEFORES, salvo Inbursa y Principal, son las que alcanzaron rendimientos acumulados a la política de inversión.

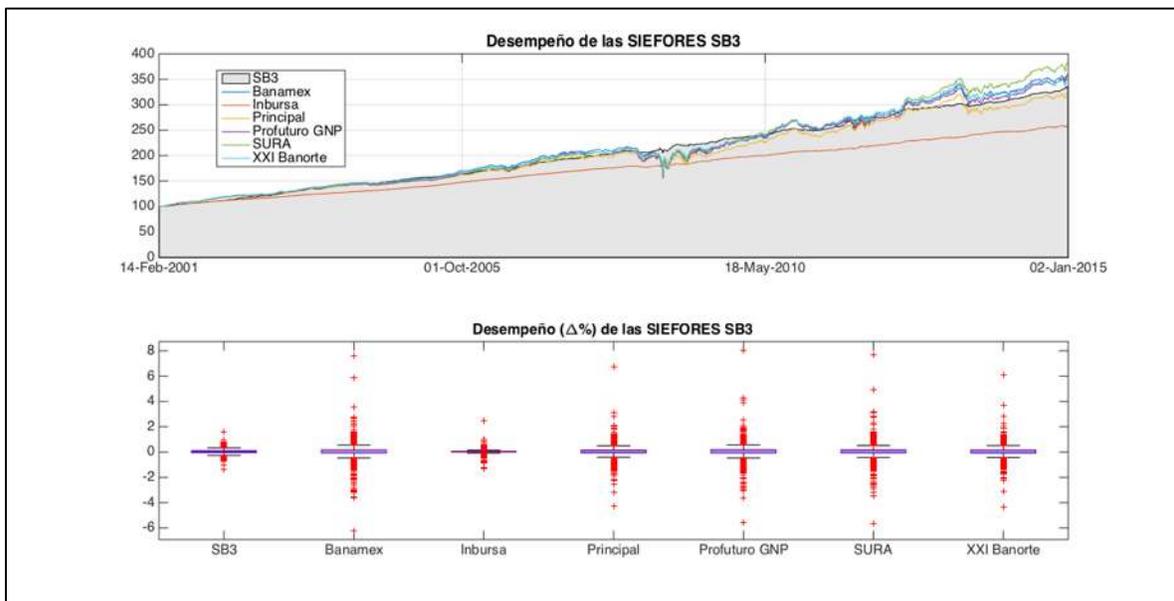


Figura 11 Gráfica histórica del desempeño de las SIEFORES tipo 3 y su índice de referencia (*benchmark*). Fuente elaboración propia con datos de las simulaciones, precios de CONSAR (2014) y datos de las fuentes citadas en la tabla 8.

Análisis de regresión del modelo CAPM de SIEFORES tipo 3			
Banamex			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0213	2.2493	0.0318
beta	0.4397	2.7908	0.0081
Estadístico F	4.8365	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0210	Resid Std Error	0.0216
Inbursa			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0280	2.9455	0.0000
beta	-0.0216	-0.6975	0.3128
Estadístico F	2.6886	Fprob	0.0634
R Cuadrado	0.0008	Resid Std Error	0.0278
Principal			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0252	3.2869	0.0018
beta	0.2404	2.3216	0.0270
Estadístico F	30.7819	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0087	Resid Std Error	0.0252
Profuturo GNP			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0246	2.6091	0.0133
beta	0.3366	2.4808	0.0184
Estadístico F	2.5869	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0121	Resid Std Error	0.0247
SURA			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0266	2.8994	0.0060
beta	0.3382	2.3632	0.0245
Estadístico F	4.9885	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0127	Resid Std Error	0.0266
XXI Banorte			
Coeficiente	Valor	Estadístico t	Probabilidad
alpha	0.0263	3.4547	0.0010
beta	0.2728	2.4680	0.0190
Estadístico F	40.9655	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0116	Resid Std Error	0.0263

Tabla 15 Análisis de regresión relativo al modelo CAPM de cada una de las SIEFORES tipo 3 respecto al índice de desempeño de su política de inversión. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Lo anterior llevó a observar los resultados del análisis de regresión de cada modelo CAPM de cada SIEFORE, en donde se aprecian alfas o rendimientos

superiores a la política de inversión, mismos que son estadísticamente significativos. Esto nos lleva al ejercicio de jerarquización o ranking de la tabla 16. En la misma se aprecia que el primer lugar, ya no en términos de rendimiento pagado; sino de su alfa y su razón de información o information ratio, es similar al observado a las SIEFORES tipo 2, en donde ahora Inbursa, XXI-Banorte y Principal ocupan los primeros lugares.

SB3	Indice-SB3	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo	GNP	SURA	XXI	Banorte
Rendimiento Acumulado	35.4588	258.7238	159.1517	222.3552	54.4135	280.7781	248.5205		
Prima de Riesgo	0.0257	0.0324	0.0039	0.0220	0.0312	0.0387	0.0295		
alpha		0.0213	0.0280	0.0252	0.0246	0.0266	0.0263		
beta	0.0000	0.4397	-0.0216	0.2404	0.3366	0.3382	0.2728		
Selección SIEFORE	0.1425	0.4325	0.1112	0.3664	0.4370	0.4273	0.3609		
riesgo no sistemático	No aplica	0.0216	0.0278	0.0252	0.0247	0.0266	0.0263		
Índice de Sharpe	0.1806	0.0749	0.0350	0.0600	0.0713	0.0906	0.0817		
Índice de Treynor		0.0737	-0.1795	0.0914	0.0926	0.1144	0.1080		
Information ratio		0.9897	0.0090	0.9992	0.9941	0.9969	0.0004		
Ranking con retorno	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Ranking con alfa	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Ranking/Info ratio	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Tabla 16 Tabla de resumen del desempeño de las SIEFORES tipo 3 en comparación con su índice de desempeño.

Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Por último pasaremos a revisar lo observado para las SIEFORES tipo 4 para seguir con una exposición de los datos encontrados fuera de muestra, así como un corolario de los resultados hasta ahora encontrados y finalmente las conclusiones.

#### 5.2.4 Resultados observados en las SIEFORES básicas tipo 4.

Para el caso de las SIEFORES tipo 4 se puede apreciar que el desempeño en todas las estudiadas (salvo Inbursa) es mayor o igual al de la política de inversión. Esto se puede apreciar en la figura 13. Esto va en línea con lo que se esperaba ya que el índice empleado es un portafolio de mínima varianza y las restricciones para este tipo de SIEFORE van enfocadas a permitir un poco más de inversión en activos más riesgosos pero más rentables.

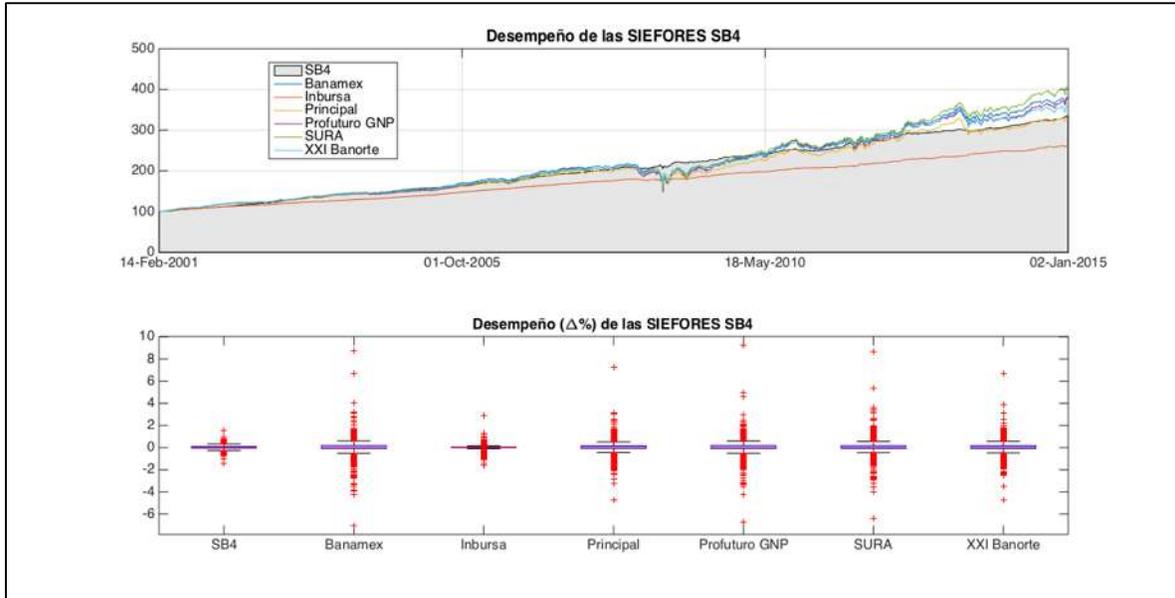


Figura 12 Gráfica histórica del desempeño de las SIEFORES tipo 4 y su índice de referencia (*benchmark*). Fuente elaboración propia con datos de las simulaciones, precios de CONSAR (2014) y datos de las fuentes citadas en la tabla 8.

SB4	Indice-SB4	Banamex	Inbursa	Principal	Profuturo GNP	SURA	XXI Banorte
Rendimiento acumulado	35.4588	281.7652	162.4815	232.6533	75.9979	305.0779	257.2554
Prima de riesgo	0.0257	0.0390	0.0048	0.0249	0.0373	0.0457	0.0320
alpha	0.0257	0.0218	0.0288	0.0265	0.0251	0.0280	0.0269
beta	0.0000	0.4783	-0.0328	0.2276	0.3704	0.3477	0.2750
Stdev SIEFORE	0.1425	0.4974	0.1353	0.4044	0.5002	0.4831	0.4080
riesgo no sistemático	No aplica	0.0221	0.0285	0.0266	0.0253	0.0281	0.0270
Índice de Sharpe	0.1806	0.0784	0.0358	0.0616	0.0747	0.0945	0.0784
Índice de Treynor	No aplica	0.0815	-0.1474	0.1095	0.1008	0.1313	0.1163
Information ratio	No aplica	0.9844	0.0087	0.9981	0.9901	0.9950	0.9983
Ranking de retorno	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ranking de Alfa	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ranking de Info ratio	No aplica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 17 Tabla de resumen del desempeño de las SIEFORES tipo 3 en comparación con su índice de desempeño. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Lo anterior lleva al análisis de desempeño y jerarquización de SIEFORES de la tabla 17. En la misma se puede apreciar el mismo efecto que con los dos tipos de SIEFORES previos. En específico SURA, Banamex y GNP dejan de ser los mejores lugares (si se emplea el rendimiento acumulado como criterio) para ser ahora Inbursa, XXI-Banorte y Principal si se emplea el criterio de la alfa, así como de la razón de información o information ratio.

Análisis de regresión del modelo CAPM de SIEFORES tipo 3			
Banamex			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0218	2.0006	0.0540
beta	0.4783	2.6364	0.0124
Estadístico F	66.7916	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0188	Resid Std Error	0.0221
Inbursa			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0288	1.1329	0.0000
beta	-0.0328	-0.9048	0.2649
Estadístico F	0.1722	Fprob	0.0243
R Cuadrado	0.0012	Resid Std Error	0.0285
Principal			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0265	3.1495	0.0028
beta	0.2276	2.0358	0.0503
Estadístico F	22.6022	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0064	Resid Std Error	0.0266
Profuturo GNP			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0251	2.3119	0.0276
beta	0.3704	2.3164	0.0273
Estadístico F	39.3224	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0111	Resid Std Error	0.0253
SURA			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0280	2.7084	0.0102
beta	0.3477	2.1743	0.0376
Estadístico F	37.0969	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0105	Resid Std Error	0.0281
XXI Banorte			
Coeficiente	Valor	Estadístico	Probabilidad
alpha	0.0269	3.1590	0.0027
beta	0.2750	2.2808	0.0296
Estadístico F	32.4977	Fprob	0.0000
R Cuadrado	0.0092	Resid Std Error	0.0270

Tabla 18 Análisis de regresión relativo al modelo CAPM de cada una de las SIEFORES tipo 3 respecto al índice de desempeño de su política de inversión. Fuente: Elaboración propia con datos de las simulaciones.

Para los fines que interesan a la tesis, se aprecia que las alfas generadas por las SIEFORES todas son positivas (como se busca demostrar en el trabajo) y

estadísticamente significativas. Con esto se observa que, al igual que para todos los tipos de SIEFORE previamente revisados, la hipótesis y objetivos del presente trabajo se cumplen y que se tiene una nueva perspectiva para calificar y jerarquizar el desempeño de las SIEFOREs.

### **5.3 Resultados fuera de muestra (Bootstrapping)**

En los apartados anteriores se ha demostrado claramente que al realizar la evaluación de capitales mediante el CAPM respecto a sus históricos muestrales y el índice justificado en base a De la Torre, Galeana y Aguilasocho (O. De la Torre et al., 2015) se obtienen valores de  $\alpha > 0$  estadísticamente significativos, toca a este apartado, demostrar que esto se cumple fuera de muestra, empleando nuevamente el modelo CAPM simple (con un solo índice) en 1,000 muestras generadas de las muestras de datos originales por medio del método de remuestreo con sustitución. En cada muestra nueva se calcularon los valores de  $a$  y  $b$  para cada SIEFORE en cada uno de los 4 tipos estudiados. Una vez que se obtuvieron los 1,000 valores simulados de cada parámetro, se ordenaron de menor a mayor y se calcularon el percentil del 2.5% y del 97.5% de probabilidad acumulada. Esto para determinar una estimación de intervalo de confianza no paramétrica de 95% para el valor de  $a$  y  $b$ . La hipótesis nula a demostrar es que la  $a$  de cada SIEFORE es positivo y significativo. Esto si el cero se encuentra fuera del intervalo de confianza calculado y abajo del percentil de 2.5%. En la tabla 19 se presentan los resultados del ejercicio y se aprecia que la hipótesis nula se cumple para todas las SIEFOREs de los cuatro tipos.

Bootstrapping de CAPM por tipo de siefore						
Analisis de SB1	$\alpha$ 2.5% prob.	$\alpha$ en muestra	$\alpha$ 97.5% prob.	$\beta$ 2.5% prob.	$\beta$ en muestra	$\beta$ 97.5% prob.
Banamex	0.025653812	0.023767604	0.042277726	-0.055710076	0.292508077	0.054314573
Inbursa	0.025001811	0.025832791	0.027886871	-0.010056358	0.018283506	0.010648219
Principal	0.022611158	0.022749517	0.039703951	-0.056338227	0.247474205	0.057753023
Profuturo GNP	0.022978033	0.02433133	0.040513949	-0.065423832	0.212284842	0.057411929
SURA	0.025601379	0.025297105	0.042761775	-0.061333017	0.256617602	0.058233917
XXI Banorte	0.02539463	0.024301399	0.040243314	-0.053285759	0.24763515	0.052683538
Analisis de SB2	$\alpha$ 2.5% prob.	$\alpha$ en muestra	$\alpha$ 97.5% prob.	$\beta$ 2.5% prob.	$\beta$ en muestra	$\beta$ 97.5% prob.
Banamex	0.022677603	0.021558329	0.047758583	-0.078282206	0.406780768	0.08260976
Inbursa	0.023731833	0.026708677	0.029084119	-0.019590792	-0.006863777	0.020879779
Principal	0.021926454	0.024227937	0.044171176	-0.080689264	0.250443232	0.085962116
Profuturo GNP	0.022476785	0.024282678	0.047522647	-0.087595132	0.310686465	0.085427047
SURA	0.023163817	0.026196629	0.049392619	-0.082046251	0.307192371	0.088404647
XXI Banorte	0.02420141	0.026169679	0.045783968	-0.079550561	0.261530401	0.071780519
Analisis de SB3	$\alpha$ 2.5% prob.	$\alpha$ en muestra	$\alpha$ 97.5% prob.	$\beta$ 2.5% prob.	$\beta$ en muestra	$\beta$ 97.5% prob.
Banamex	0.021274496	0.021332655	0.05100784	-0.092041468	0.43974243	0.098192348
Inbursa	0.023815517	0.028011313	0.030941901	-0.026499462	-0.021640325	0.023570788
Principal	0.020787955	0.025179077	0.046492666	-0.082426289	0.240412791	0.078696352
Profuturo GNP	0.020611396	0.024558907	0.050930551	-0.099344977	0.336645223	0.110023117
SURA	0.024190432	0.026557836	0.052787069	-0.103193213	0.33823983	0.096781207
XXI Banorte	0.023283739	0.026292379	0.048318047	-0.087718255	0.272763993	0.084748604
Analisis de SB4	$\alpha$ 2.5% prob.	$\alpha$ en muestra	$\alpha$ 97.5% prob.	$\beta$ 2.5% prob.	$\beta$ en muestra	$\beta$ 97.5% prob.
Banamex	0.02163376	0.021779895	0.05531941	-0.113236439	0.478269788	0.111057531
Inbursa	0.023085622	0.028764036	0.032533477	-0.033020132	-0.032815209	0.029953903
Principal	0.020219139	0.026523088	0.047701404	-0.094328133	0.227606881	0.090335926
Profuturo GNP	0.019376584	0.025080216	0.054423608	-0.112469349	0.370445851	0.130217251
SURA	0.023571916	0.028001851	0.056110547	-0.113440864	0.347677767	0.105263267
XXI Banorte	0.022037916	0.026923868	0.050551643	-0.088880278	0.274991297	0.093596078

Tabla 19. Resultados de técnica Bootstrapping de CAPM por tipo de SIEFORE. Elaboración propia en base a remuestreo de datos de las simulaciones.

#### 5.4 Corolario de resultados hasta ahora observados

En base a los resultados obtenidos de valores de alfa mayores a cero basados en la muestra histórica de los distintos tipos de SIEFOREs (SB1, SB2, SB3 y SB4) para 6 distintas AFORES, así como de la ejecución de un algoritmo de remuestreo aleatorio antes mencionado basado en la muestra original (llamado bootstrapping) ejecutado 1000 veces, se ratificó y comprobó la existencia de valores alfa positivos y significativos tanto en muestra como fuera de ésta. Esto nos lleva a observar que, en lo general todas las SIEFOREs pagaron rendimientos superiores a lo mínimo requerido por la política de inversión establecida por la CONSAR.

Con la información obtenida se tiene una propuesta alternativa de método de valuación la cual ahora nos permite establecer la jerarquización o calificación (ranking) de las SIEFORES ya no en función de su rendimiento pagado (método convencional); sino del rendimiento adicional a lo que deberían todas sobre lo mínimo requerido por la CONSAR a través de la política de inversión establecida. Como se vio continuación, el lugar, en términos de desempeño, que cada SIEFORE tiene cambia si se emplea el rendimiento convencional pagado, en comparación de emplear el rendimiento marginal (alfa) que cada una pagó sobre lo que debería pagar la política de inversión. A continuación se resumirá el detalle de resultados. Para la SIEFORE tipo 1 o SB1 se tienen los datos de la tabla 20. En la misma se observa que para SB1, en la columna de Ranking de  $\alpha$ , la AFORE de INBURSA ofrece, sin lugar a duda, el ranking más conveniente para su elección ya que es la que ofrece mayor rendimiento sobre el mercado  $\alpha$ , así como una menor sensibilidad al riesgo no sistemático (desviación estándar de la regresión del CAPM), considerando entonces que tiene buenas políticas de diversificación sobre el resto pero que corresponderán a una mayor investigación en estudios posteriores. Por otro lado, si ahondamos más en este tipo de SIEFORE y observamos el ranking con alfa, podemos ver la presencia de distintas AFORES y valores que requieren un mayor análisis, por ejemplo, SURA tiene un mayor rendimiento  $\alpha$  sobre el mercado, y resulta interesante ver que Banamex da un indicativo de una mucho menor desempeño, ya que termina en el sexto lugar en la misma columna ranking de  $\alpha$  y de la razón de información (information ratio). Esto

a pesar de que aparentaba un mejor desempeño y ranking si se emplea la métrica de rendimiento pagado.

SB1	Ranking con retorno	SB1	Ranking con alfa	SB1	Ranking/ info ratio	SB1	Rank sharpe	SB1	Rank Treynor
SURA	1	Inbursa	1	Inbursa	1	SURA	1	Inbursa	1
Banamex	2	SURA	2	XXI Banorte	2	Banamex	2	SURA	2
XXI Banorte	3	Profuturo GNP	3	SURA	3	XXI Banorte	3	XXI Banorte	3
Profuturo GNP	4	XXI Banorte	4	Banamex	4	Principal	4	Banamex	4
Principal	5	Banamex	5	Principal	5	Profuturo GNP	5	Profuturo GNP	5
Inbursa	6	Principal	6	Profuturo GNP	6	Inbursa	6	Principal	6

Tabla 20. Ranking de SB1. Elaboración propia en base a valores calculados mediante las simulaciones.

Para las SIEFORES tipo 2. Vemos resultados similares. Se aprecia que, en términos de rendimiento pagado, las tres mejores SIEFORES son SURA, Banamex y XXI Banorte. Sin embargo, al emplear el criterio de la alfa o la razón de información, vemos que Inbursa, XXI Banorte y principal son las mejores ya que estas pagaron los rendimientos marginales más altos (alfa o  $a$ ), de la mano de niveles adecuados (relativamente bajos) de riesgo no sistemático o propio de la administración de los portafolios de cada una (es decir menor desviación estándar de la regresión del modelo CAPM).

SB2	Ranking con retorno	SB2	Ranking con alfa	SB2	Ranking/ info ratio	SB2	Rank sharpe	SB2	Rank Treynor
SURA	1	Inbursa	1	Inbursa	1	SURA	1	SURA	1
Banamex	2	SURA	2	XXI Banorte	2	XXI Banorte	2	XXI Banorte	2
XXI Banorte	3	XXI Banorte	3	Principal	3	Banamex	3	Profuturo GNP	3
Profuturo GNP	4	Profuturo GNP	4	SURA	4	Profuturo GNP	4	Principal	4
Principal	5	Principal	5	Profuturo GNP	5	Principal	5	Banamex	5
Inbursa	6	Banamex	6	Banamex	6	Inbursa	6	Inbursa	6

Tabla 21. Ranking de SB2. Elaboración propia en base a valores calculados mediante las simulaciones.

Para el caso de las SIEFORES tipo 3 (tabla 22) vemos que el ranking de retorno o rendimiento es favorable para SURA, Banamex y GNP. Sin embargo, al emplear la alfa y la razón de información o information ratio, se tiene el mismo ranking que el observado en las SIEFORES tipo 2. Por último, en las SIEFORES tipo 4, el ranking de rendimiento es favorable para SURA, Banamex y GNP pero cambia al emplear

la alfa y el information ratio, ya que se tienen los mismos resultados que los dos tipos de SIEFOREs previos.

SB3	Ranking con retorno	SB3	Ranking con alfa	SB3	Ranking/ info ratio	SB3	Rank sharpe	SB3	Rank Treynor
SURA	1	Inbursa	1	Inbursa	1	SJRA	1	SJRA	1
Banamex	2	SURA	2	XXI Banorte	2	XXI Banorte	2	XXI Banorte	2
Profuturo GNP	3	XXI Banorte	3	Principal	3	Banamex	3	Profuturo GNP	3
XX Banorte	4	Principal	4	SJRA	4	Profuturo GNP	4	Principal	4
Principal	5	Profuturo GNP	5	Profuturo GNP	5	Principal	5	Banamex	5
Inbursa	6	Banamex	6	Banamex	6	Inbursa	6	Inbursa	6

Tabla 22. Ranking de SB3. Elaboración propia en base a valores calculados mediante las simulaciones.

SB4	Ranking con retorno	SB4	Ranking con alfa	SB4	Ranking/ info ratio	SB4	Rank sharpe	SB4	Rank Treynor
SURA	1	Inbursa	1	Inbursa	1	SURA	1	SURA	1
Banamex	2	SURA	2	XXI Banorte	2	Banamex	2	XXI Banorte	2
Profuturo GNP	3	XXI Banorte	3	Principal	3	XXI Banorte	3	Principal	3
XXI Banorte	4	Principal	4	SURA	4	Profuturo GNP	4	Profuturo GNP	4
Principal	5	Profuturo GNP	5	Profuturo GNP	5	Principal	5	Banamex	5
Inbursa	6	Banamex	6	Banamex	6	Inbursa	6	Inbursa	6

Tabla 23. Ranking de SB4. Elaboración propia en base a valores calculados mediante las simulaciones.

Nuevamente se encuentra un comportamiento extraordinario en la tabla 23 para la AFORE INBURSA, mayormente si se recuerda que las SIEFOREs SB4 son las que mayormente se exponen al riesgo y en la figura 13 se ilustraban desempeños de rendimientos superiores al índice de desempeño calculado, a excepción de INBURSA, que para nuestra sorpresa, ranqueada en  $\alpha$  se posiciona como la más conveniente con la mejor exposición al riesgo no sistemático valuado en el info ratio, dentro del resto de las SIEFOREs, la de mejor posicionamiento en términos de  $\alpha$  y exposición a riesgo no sistemático es SURA y XXI Banorte.

Ya que se revisaron los resultados del estudio realizado, que se demostró la hipótesis de investigación (se cumplieron con los objetivos planteados) y que se describieron los principales descubrimientos encontrados, se procederá a las conclusiones del trabajo.

## Conclusiones.

La jerarquización actual provista por la CONSAR en base al rendimiento pagado representa una limitante informativa para la selección de la AFORE ya que no ilustra el riesgo de mercado al que se expone ni tampoco permite vislumbrar su desempeño con respecto al comportamiento indexado del mercado dado por las políticas de inversión fijadas por la CONSAR para cada una de las SIEFOREs. Dada esta situación, se propuso en esta tesis emplear el índice de desempeño de mínima varianza para las SIEFOREs propuesto en De la Torre, Galeana y Aguilasoch (2015) para cuantificar los valores de  $\alpha$  que miden si las SIEFOREs pagan rendimientos marginales superiores a lo mínimo requerido por la política de inversión autorizada por la CONSAR para cada tipo de SIEFORE. Dado esto, la hipótesis nula de esta tesis fue demostrar la existencia de valores de  $\alpha$  mayores a cero y que fueran significativos estadísticamente. De acuerdo a esto y tal como se mencionó, se calculó el índice de mínima varianza que según demuestran De la Torre, Galeana y Aguilasoch (O. De la Torre et al., 2015), se apega a la maximización de la línea de asignación de capital y que junto con los históricos de las SIEFOREs nos permitió resolver la regresión dada por el CAPM para cada SIEFORE simulando el desempeño de inversión de cada una de ellas y obteniendo los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$  y de la desviación estándar de la regresión.

Una vez realizado este ejercicio, se observaron valores positivos y significativos  $\alpha$  para todas las SIEFOREs estudiadas, dentro de los 4 tipos de SIEFOREs existentes al realizar el presente trabajo. Dado esto y partiendo de que se tienen datos muestrales, se realizó un ejercicio de simulación fuera de muestra, por

medio la técnica de re muestreo aleatorio Bootstrapping. Esto para obtener múltiples valores de  $\alpha$ , mismos que se emplearon para determinar si, fuera de muestra, los valores de este parámetro eran positivos y significativos.

Los resultados del presente trabajo tienen repercusiones importantes en la práctica profesional y en el método de selección de SIEFORE por parte de los ahorradores, ya que a partir de ahora se podrían estudiar y jerarquizar las SIEFOREs de forma distinta a la convencional (por medio del índice de rendimiento), permitiendo estudiar y jerarquizar mediante los valores observados de  $\alpha$ , misma que se interpreta como el rendimiento marginal que se obtiene con esa SIEFORE, respecto a lo que se lograría si se replicara totalmente la política de inversión autorizada por la CONSAR. En base a este trabajo, se puede apreciar que algunas AFORES que se consideraban no tan “rentables” son preferibles ya que estas pagan arriba de lo mínimo requerido por la CONSAR.

Con los valores de alfa medidos en cada SIEFORE, así como las razones de información o information ratio, se está proponiendo una nueva forma de calificar el desempeño de las SIEFOREs, de tal forma que se permita la toma de mejores decisiones en base al conocimiento de la exposición al riesgo por la administración del portafolio.

Cabe señalar que por pertinencia de exposición, así como por el alcance temático del presente trabajo, quedan pendientes diversos tópicos para estudios futuros y que fueron omitidos durante el desarrollo del mismo. Ejemplos de esto fueron el empleo del índice Sharpe o Treynor para medir el desempeño, así como el empleo

de modelos econométricos más robustos. También se deja para futuras investigaciones el empleo de otro tipo de índices de desempeño de la política de inversión, distintos al de mínima varianza empleado en el presente trabajo.

Finalmente la motivación del estudio presentado, es su trascendencia y su empleo tanto para la CONSAR como para los ahorradores para el retiro, ya que se deberían emplear métricas del desempeño de la administración de un portafolio diferentes y mucho más amplias que el simple rendimiento pagado o logrado por una SIEFORE de interés.

## **Bibliografía.**

- Amenc, N., Goltz, F., Lodh, A., & Martellini, L. (2012). Diversifying the Diversifiers and Tracking the Tracking Error. *The Journal of Portfolio Management*, 38(3), 72–88.
- 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*. Retrieved February 3, 2013, from [http://www.consar.gob.mx/normatividad/normatividad-normatividad\\_consar-circulares.shtml](http://www.consar.gob.mx/normatividad/normatividad-normatividad_consar-circulares.shtml)
- CONSAR. (2014). Precios históricos de las SIEFORES. *SIEFORES*.
- CONSAR. (2015). Como elegir la mejor AFORE. Retrieved June 15, 2015, from [http://www.consar.gob.mx/principal/como\\_elegir\\_afore/como\\_elegir\\_afore.aspx](http://www.consar.gob.mx/principal/como_elegir_afore/como_elegir_afore.aspx)
- De la Torre, O., Galeana, E., Martínez, M. I., & Aguilasocho, D. (2015). A minimum variance benchmark to measure the performance of pension funds in Mexico. *Contaduría y administración UNAM*, 61(3).
- De la Torre, O., & Martínez, M. I. (2013). ¿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*, 58(4), 223–252. Retrieved from [http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/userFiles/app/pp\\_07032012.pdf](http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/userFiles/app/pp_07032012.pdf)
- De la Torre, O. V., Galeana, E., & Aguilasocho, D. (2015). An actual Position Benchmark for Mexican pension funds performance. *Economía Teoría y Práctica*, (43), 133–154.
- Fama, E. (1965). The behavior of stock-market prices. *Journal of business*, 38(1), 34–105.
- Goltz, F., & Le Sourd, V. (2011). Does Finance Theory Make the Case for Capitalization-Weighted Indexing? *The journal of index investing*, 2(2), 59–75.
- Maggin, J. L., Tuttle, D., Pinto, J., & McLeavey, D. W. (2007). *Managing Investment Portfolios: A Dynamic Process*. (John Miley and Sons Inc, Ed.). Hoboken, USA.
- 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.

- Sharpe, W. (1966). Mutual fund performance. *The journal of business*, 39(1), 119–18.
- Libera, B. E. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. ECIMED, 15, 3. Retrieved from [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15\\_3\\_07/aci08307.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15_3_07/aci08307.htm)
- Anderson, David; Sweeney, Dennis; Williams, T. (2012). ESTADÍSTICA PARA NEGOCIOS Y ECONOMÍA. (11th ed.). México D.F: CENGAGE Learning.
- MEXICO, B. DE. (2005). Definiciones básicas de Riesgos. Retrieved from <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/riesgos/%7BA5059B92-176D-0BB6-2958-7257E2799FAD%7D.pdf>
- Banda, Humberto; Gómez, D. (2009). Evaluación de un portafolio de inversión institucional: el caso de los fondos de pensiones en México. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 303–329.
- BBVA. (2010). Las reformas de los sistemas de pensiones en Latinoamérica. Avances y temas pendientes. España. Retrieved from [https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/migrados/Lasreformasdelossistemasdepensionesenlatinoamerica\\_tcm346-238550.pdf](https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/migrados/Lasreformasdelossistemasdepensionesenlatinoamerica_tcm346-238550.pdf)
- Bodie, Zvi; Kane, Alex; Marcus, A. (2004). PRINCIPIOS DE INVERSIONES. (Mc Graw Hill, Ed.). D.F.
- Martínez Preece, Marissa; Venegas Martínez, F. (2014). Análisis del riesgo de mercado de los fondos de pensión en México. Un enfoque con modelos autorregresivos. *Contaduría y Administración*, 165–169.
- Rodríguez, Arnulfo; Zúñiga, G. (2008). Análisis del Desempeño de las Administradoras de Fondos para el Retiro: Evidencia de un Estudio Bootstrap Estacionario. Banco De México Documentos de Investigación, 02.

## Apéndice A1.

```
% Éste es el código de las corridas de la tesis:
%=====
% Ask you if you are a Mac user or not:
% Determines if you are using a mac or not to run this M-file:
answer1=questdlg('Are you using a Mac to run this test?',...
    'Please answer the next question',...
    'Yes, I do.','No, don''t.',...
    'Yes, I do.');
```

```
switch answer1
    case 'Yes, I do.'
% Determines the JAVA POI files path:
continua=0;
while continua==0
    [datos.FileName,datos.PathName]=uigetfile({'*.jar'},...
        ['Please select the',...
        ' xmlbeans-2.3.0.jar file in the poi_library folder.']);
if sum([datos.FileName,datos.PathName])==0
    continua=1;
    wb=msgbox('You haven''t selected any file. The process will stop',...
        'Warn','warn');
    uiwait(wb);
else
question=questdlg(['Are you sure that ',...
    [datos.PathName,datos.FileName],...
    ' is the correct file?'],...
    'File confirmation','Yes','No','Cancel','No');
```

```
% Creates returns series:
rets1n=fts2mat(rets1); % (D%)IPCS level data
rets2n=fts2mat(rets2); % (D%)IPCcomp level data
rets3n=fts2mat(rets3); % (D%)IPC level data
rets4n=fts2mat(rets4); % Riskfree asset level data
rets5n=fts2mat(rets5); % (D%)IPCcompLarge level data
rets6n=fts2mat(rets6); % (D%)IPCcompMid level data
rets7n=fts2mat(rets7); % (D%)IPCcompSmall level data
%-----
% This part of the code saves the historical return data
% (percentage variation) values in the "outputdata.xls" file:
table2=[{'Date'},indname];
    [cellstr(datestr(datehist(2:end,1),'yyyy-mm-dd')),num2cell(rets1n),...
    num2cell(rets2n),num2cell(rets3n),num2cell(rets4n),num2cell(rets5n),...
    num2cell(rets6n),num2cell(rets7n)];
estado=xlwrite([datos.PathName,'Outputdata.xls'],...
    table2,'index_varp','A1');
end
```

## Apéndice A2.

```
% Éste es el código M empleado para la tesis Medición de valores alfa en el
% desempeño de las siefiores 1,2,3 y 4 durante,
% empleando el índice de posición actual en su desempeño.
%=====
% Determines the input data filepath:
starttime=now;
continua=0;
while continua==0
[FileName,PathName]=uigetfile({'*.xls'; '*.xlsx'},...
 ['Please select the',...
 ' *.xls file that contains the data for the anlysis']);
if sum([FileName,PathName])==0
    continua=1;
    wb=msgbox('You haven''t selected any file. The process will stop',...
        'Warn','warn');
    uiwait(wb);
else
question=questdlg(['Are you sure that ',...
 [PathName,FileName],...
 ' is the correct file?'],...
 'File confirmation','Yes','No','Cancel','Yes');
switch question
    case 'No'
        continua=0;
        wb=msgbox('Please select the file path again','Warn','warn');
        uiwait(wb);
    case 'Yes'
        continua=1;
    otherwise
        continua=1;
        wb=msgbox(['You haven''t confirmed the file selection. ',...
            'The process will stop'],...
            'Warn','warn');
        uiwait(wb);
end
end
end
%.....
% ask if you want to print the output data ans analysis results in the same
% input data file or not.
answer1=questdlg(['Do you want to print the results in the same input',...
 ' data file?'],'Please answer the next question',...
 'Yes, the same file','No, I will tell you the new output file path',...
 'Yes, the same file');
switch answer1
    case 'Yes, the same file'
        answer1=1;
```

```
    otherwise
answer1=0;
end
% Determines the output data file path:
if answer1==0
continua=0;
while continua==0
[FileNameout,PathNameout]=uiputfile('*.*.xls',...
['Please select the path for the ',...
'*.xls file that will contain the output data.']);
if sum([FileNameout,PathNameout])==0
continua=1;
wb=msgbox('You haven''t selected any path. The process will stop',...
'Warn','warn');
uiwait(wb);
else
question=questdlg(['Are you sure that ',...
[PathNameout,FileNameout],...
' is the correct path?'],...
'Output file path confirmation','Yes','No','Cancel','Yes');
switch question
case 'No'
continua=0;
wb=msgbox('Please select the file path again','Warn','warn');
uiwait(wb);
case 'Yes'
continua=1;
otherwise
continua=1;
wb=msgbox(['You haven''t confirmed the file path selection. ',...
'The process will stop'],...
'Warn','warn');
uiwait(wb);
end
end
end
else
PathNameout=PathName;
FileNameout=FileName;
end
% Determines if you are using a mac or not to run this M-file:
answer1=questdlg('Are you using a Mac to run this test?','...
'Please answer the next question',...
'Yes, I do.','No, Don''t.',...
'Yes, I do.');
```

=====

```
% Ask you if you are a Mac user or not:
```

```
switch answer1
    case 'Yes, I do.'
% Determines the JAVA POI files path:
continua=0;
while continua==0
    [datos.FileName,datos.PathName]=uigetfile({'*.jar'},...
        ['Please select the',...
        ' xmlbeans-2.3.0.jar file in the poi_library folder.']);
if sum([datos.FileName,datos.PathName])==0
    continua=1;
    wb=msgbox('You haven"t selected any file. The process will stop',...
        'Warn','warn');
    uiwait(wb);
else
question=questdlg(['Are you sure that ',...
    [datos.PathName,datos.FileName],...
    ' is the correct file?'],...
    'File confirmation','Yes','No','Cancel','No');
switch question
    case 'No'
        continua=0;
        wb=msgbox('Please select the file path again','Warn','warn');
        uiwait(wb);
    case 'Yes'
        continua=1;
    otherwise
        continua=1;
        wb=msgbox(['You haven"t confirmed the file selection. ',...
            'The process will stop'],...
            'Warn','warn');
        uiwait(wb);
end
end
end
% Adds the path of the java poi files for the xlwrite command:
javaaddpath([datos.PathName,...
    'poi-3.8-20120326.jar']);
javaaddpath([datos.PathName,...
    'poi-ooxml-3.8-20120326.jar']);
javaaddpath([datos.PathName,...'
    'poi-ooxml-schemas-3.8-20120326.jar']);
javaaddpath([datos.PathName,...'
    'xmlbeans-2.3.0.jar']);
javaaddpath([datos.PathName,...'
    'dom4j-1.6.1.jar']);
javaaddpath([datos.PathName,...
    'stax-api-1.0.1.jar');
```

```
macuser=1;
    otherwise
macuser=0;
end
estado=xlwrite([PathNameout,FileNameout],...
    tablecapm,['NW_CAPM_',sheets{1,a}], 'B2');
stattable=[stattable;
    [cellstr(['Análisis para ',sheets{1,a}]),{'Rend. Acum.'}...
    {'Media'},{'Std. Dev.'},{'Perc. 5%'},{'Perc. 95%'},{'Min'},{'Max'}];
    [heads',stattableb]];
boottable=[boottable;
    [{'Análisis de ',sheets{1,a}}],...
    {'a 5% prob.'},{'a actual'},{'a 95% prob.'},...
    {'b 5% prob.'},{'b actual'},{'b 95% prob.'}];
    [heads(1,2:end)',boottableb]];
wb=waitbar((a/4),wb,['Processing the analisis of siefore ',num2str(b),...
    ' of 4']);
end
close(wb);
estado=xlwrite([PathNameout,FileNameout],...
    stattable,'stat_resume', 'B2');
estado=xlwrite([PathNameout,FileNameout],...
    boottable,'CAPM_bootstrap', 'B2');
```