



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Fondos de Ahorro Previsional en Uruguay: eficiencia y regulación

Aplicación de Modelos de Optimización de Portafolios para el período 2015-2020

Tesis de Maestría presentada al Centro de Posgrados,
Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de la
República, como parte de los requisitos para la obtención del
título de Magíster en Finanzas.

Alumno: Alejandro Crossa

Director de Tesis: Andrés Sosa

Coordinación Académica: Profa. Margarita Roldós

Centro de Posgrados – Facultad de Ciencias Económicas y de Administración

Universidad de la República

Montevideo – Uruguay

Abril de 2022

Página de Aprobación

El tribunal docente integrado por los abajo firmantes aprueba la Monografía:

Título.....
.....
.....

Autor.....

Tutor.....

Carrera.....

Puntaje.....

Tribunal.....

Profesor/a..... (nombre y firma)

Profesor/a..... (nombre y firma)

Profesor/a..... (nombre y firma)

Agradecimientos

Es un enorme privilegio poder culminar la Tesis de Maestría en Finanzas y quisiera agradecer a aquellas personas que me han ayudado en el camino.

Agradezco, en primera instancia al Director de Tesis, el Dr. Andrés Sosa, por confiar en la idea, por su ayuda, motivación y dedicación en todo el proceso, con un trato profesional y a la vez muy humano.

Agradezco también el tiempo y las valiosísimas instancias de intercambio que tuve junto a Santiago Jauregui de SURA, así como los enriquecedores comentarios del profesor Ricardo Selves, Mateo Fernández e Ignacio Aspiroz de Unión Capital, Nicolás Arralde y Ernesto Barcia de República AFAP y Rodrigo Saráchaga del MEF.

Finalmente, agradezco a todos los docentes de la Maestría y a la Universidad de la República, a la que considero y consideraré mi casa de estudios por siempre.

Dedicatorias

A mi novia Inés, quién fue fiel testigo del camino recorrido, siendo mi sostén afectivo en las adversidades y brindando un apoyo incondicional durante todo el proceso.

A mis seres queridos y amigos más cercanos, quienes estuvieron desde siempre apoyando.

Por último, a todos aquellos que han confiado y contribuido directa o indirectamente en la realización de este trabajo.

Lista de abreviaciones

AFAP – Administradora de Fondos de Ahorro Previsional
ANAFAP - Asociación Nacional de Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional
B&L - Black-Litterman
BCU – Banco Central del Uruguay
BEVSA – Bolsa Electrónica de Valores Sociedad Anónima
BPS – Banco de Previsión Social
BVM – Bolsa de Valores de Montevideo
CAPM - *Capital Asset Pricing Model*
COPOM - Comité de Política Monetaria
CUD - Curva de Rendimientos de Títulos Soberanos Uruguayos Emitidos en dólares americanos
CUI – Curva de Rendimientos Soberanos Uruguayos en Unidades Indexadas
DXY - Índice Dólar
ECB - *European Central Bank*
ETF - *Exchange Traded Fund*
FED - *Federal Reserve*
FF - Fideicomisos Financieros
FIAP - Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones
FMI - Fondo Monetario Internacional
INE – Instituto Nacional de Estadística
IPC - Índice de precios al consumo
ITLUP - Índice de Tasas de Rendimiento de Emisiones Soberanas en Moneda nacional
LRM - Letras de Regulación Monetaria
ME - Moneda extranjera
MN - Moneda Nacional
PIB - Producto Bruto Interno
SIEFORE - Sociedad de Inversión Especializada de Fondos para el Retiro
TDF - *Target Date Funds*
TPM – Tasa de política monetaria
UI – Unidades indexadas
UR – Unidades reajustables
UP – Unidades previsionales

Resumen

En este trabajo se presentan los modelos teóricos de Markowitz y Black-Litterman en el marco de la teoría de selección de portafolios y se realiza una aplicación práctica al caso de las Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional (AFAP) en Uruguay. Se procura encontrar potencial evidencia acerca de debilidades del marco regulatorio actual y se evalúa la posibilidad de incorporar activos internacionales tanto de renta fija como variable en los portafolios. Asimismo, se evalúa la posibilidad de implementar un esquema multifondos con foco en la edad del aportante, como alternativa a mejorar los resultados de los subfondos de Acumulación y de Retiro que existen en la actualidad.

Abstract

In this paper, the theoretical models of Markowitz and Black-Litterman are presented within the framework of the portfolio selection theory and a practical application is made to the case of the Pension Savings Fund Administrators (AFAP, for its acronym in Spanish) in Uruguay. An attempt is made to find potential evidence about regulatory weaknesses in the current regulatory framework and to assess the possibility of incorporating international fixed and variable income assets into portfolios. Likewise, the possibility of implementing a multifund scheme with a focus on the age of the contributor is being evaluated, as an alternative to improving the results of the Accumulation and Retirement subfunds that currently exist.

Palabras claves: AFAP, selección de portafolios, carteras, Fondos de Ahorro Previsional, activos internacionales, regulación.

Key words: AFAP, portfolio selection, Pension Saving Funds Administrators, international assets, regulation.

Tabla de contenido

Página de Aprobación.....	ii
Lista de abreviaciones	iv
Resumen	v
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Aproximación al tema	1
1.2 Fundamento del tema.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.4 Hipótesis de la investigación	3
1.5 Alcance	3
Capítulo 2. Marco teórico.....	4
2.1 El enfoque de Markowitz: Modelo clásico de Selección de Carteras.....	4
2.2 El modelo de Black-Litterman	5
2.3 <i>Target Date Funds (TDF)</i>	8
Capítulo 3. Sistema Previsional y Comportamiento de las AFAP	10
3.1 Funcionamiento del régimen	10
3.2 Subfondos de Acumulación y Retiro.....	11
3.2.1 Subfondo de Acumulación	11
3.2.2 Subfondo de Retiro.....	12
3.3 Comportamiento de las AFAP.....	12
3.3.1 Límites y condiciones generales para las AFAP	13
3.3.2 Datos de la Memoria trimestral del BCU a diciembre de 2020.....	14
3.4 Portafolios y rentabilidades	14
Capítulo 4. Datos	16
4.1 Extracción de datos.....	16
4.2 Transformación y procesamiento de los datos.....	16
4.3 Aplicación del modelo de Markowitz	17
4.4 Aplicación del modelo de Black-Litterman.....	19
4.5 Aspectos generales	20
Capítulo 5. Resultados.....	22
5.1 Caso 0 - Portafolio Base	22
5.1.1 Comentarios.....	24
5.2 Caso 1 – Optimización con la regulación actual (B&L).....	25
5.2.1 <i>Views</i>	25

5.2.1.1 <i>View</i> 1 – Tasa de política monetaria.....	25
5.2.1.2 <i>View</i> 2 - Inflación	27
5.2.1.3 <i>View</i> 3 – Tasa de depreciación	28
5.2.2 Resultados del modelo.....	29
5.3 Caso 2 – Optimización con incorporación de Índices Internacionales (B&L).....	32
5.3.1 <i>Views</i>	32
5.3.1.1 <i>View</i> 1	32
5.3.1.2 <i>View</i> 2	34
5.3.2 Resultados del modelo.....	35
Capítulo 6. Caso 3 – Optimización con el esquema Multifondos	39
6.1 Estrategias.....	39
6.2 Experiencias internacionales	40
6.3.1 Caso 3.1 – Subfondo de Crecimiento	43
6.3.2 Caso 3.2 – Subfondo de Acumulación	45
6.3.3 Caso 3.3 – Subfondo de Retiro.....	47
Capítulo 7. Medidas de desempeño.....	49
7.1 Frontera de eficiencia	49
7.2 Medidas de desempeño.....	51
Capítulo 8. Conclusiones.....	53
Bibliografía.....	58
Enlaces Consultados.....	62
Apéndices	65
Apéndice A.....	65
Apéndice B.....	66
Apéndice C.....	67
Apéndice D	68
Apéndice E.....	69
Apéndice F.....	70
Apéndice G	71
Apéndice H	72
Anexos.....	76
Anexo 1.....	76
Anexo 2.....	77
Anexo 3.....	78
Anexo 4.....	79

Anexo 5.....	80
Anexo 6.....	81
Anexo 7.....	82
Anexo 8.....	83
Anexo 9.....	85
Anexo 10.....	86
Anexo 11.....	88
Anexo 12.....	91
Anexo 13.....	94
Anexo 14.....	96

Capítulo 1. Introducción

1.1 Aproximación al tema

La reforma del Sistema Previsional del año 1995¹ en Uruguay estipuló un esquema jubilatorio de carácter mixto, donde coexisten el reparto solidario y el ahorro individual obligatorio. A grandes rasgos, la administración de los fondos ocurre, por un lado, a través de la gestión del Banco de Previsión Social (BPS), y por otro, por parte de las Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional (AFAP).

Considerando que la seguridad social abarca un enorme conjunto de cuestiones mucho más complejas y de diversa índole, en el presente trabajo se busca ahondar únicamente en una arista como son los portafolios de inversiones y la gestión de los fondos de las AFAP. A pesar de la regulación y reformas que el sistema sufrió desde sus inicios, han sido escasos los desarrollos académicos orientados a evaluar la eficiencia con la que se administran las cuentas de ahorro previsional y en particular la pertinencia de la regulación actual. En la tesis se procura profundizar en la administración de las cuentas de ahorro individual obligatorio en Uruguay, gestionadas por las AFAP.

1.2 Fundamento del tema

Para evaluar la eficiencia y desempeño que las AFAP presentan, se busca realizar una aplicación práctica de modelos teóricos de optimización de portafolios. Se procura aportar información cuantitativa que sea de utilidad para la discusión acerca de ciertos cambios regulatorios que apunten, no solo a diseñar un mejor funcionamiento financiero, sino a una modernización general del sistema, más acorde a las necesidades actuales.

El trabajo se realiza dentro del área de finanzas cuantitativas con foco en la optimización de portafolios mediante la utilización de un modelo clásico y otro modelo moderno. Se busca realizar la aplicación práctica de los modelos teóricos con datos del comportamiento de los activos durante el período 2015-2020, con el fin de analizar la conveniencia de modificar algún componente de la actual legislación. Entre otras propuestas, se pueden analizar ideas como la de ampliar la cantidad de literales en la ley, eliminar topes máximos, posibilidad de invertir en otra clase de activos, etc.

Por otra parte, a los resultados de la aplicación de los modelos se intenta combinarlos con teoría económica que permita colaborar en la actual discusión acerca de la reforma del sistema de seguridad social en Uruguay. En especial, se hace énfasis en lo relacionado con la diferenciación de portafolios según tramo de edad o esquemas multifondos (*Target Date Funds o TDF*).

¹ Ley N° 16713 de la Seguridad Social, por más información consultar a <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/16713-1995>

1.3 Objetivos

La idea central de la tesis es desarrollar conocimiento en las inversiones que realizan las AFAP mediante la aplicación de los modelos teóricos de optimización de portafolios. La metodología consiste en considerar un portafolio de referencia (similar al de las AFAP), de acuerdo con la información disponible de mercado para analizar si algún cambio en la composición mejora los rendimientos sin afectar en gran medida el riesgo. Se utiliza una base de datos mensual desde enero 2015 hasta diciembre 2020 de un amplio espectro de activos financieros.

Este trabajo cuantitativo se intenta realizar a pesar de las grandes limitaciones metodológicas que se tienen en comparación a un ejercicio de optimización que pueda ser realizado por parte de las AFAP. Entre ellas se destacan, grandes restricciones en el acceso a los datos, programas y posibilidades informáticas-tecnológicas, información relevante o privada, recursos humanos, monetarios, entre otros. En tal sentido, los resultados que se obtienen están altamente condicionados a dichas limitantes.

Las preguntas que se intentan responder en el trabajo son las siguientes:

- a) ¿Las AFAP están siendo eficientes desde el punto de vista teórico? ¿Qué dice la evidencia basada en los modelos de Markowitz y Black-Litterman? ¿Hay espacio para una mejor *allocation* de los activos invertidos dentro del sistema previsional bajo la legislación actual?
- b) ¿Es conveniente un cambio en la regulación a las AFAP que permita invertir en renta variable internacional o aumentar las participaciones en activos en moneda extranjera?

Con los resultados, se intenta aportar planteamientos en base a experiencias internacionales para la discusión de política orientadas a la mejor gestión de los portafolios. Se espera que los resultados puedan brindar herramientas para la discusión sobre la aplicación de cambios en el diseño y la estructura de portafolios.

- c) ¿Es adecuado un esquema multifondos que permita modificar la composición de los activos según el tramo de edad del aportante?

De esta manera, los objetivos son, en primer lugar, revisar y analizar la performance de los portafolios de las AFAP en base a la aplicación práctica de los modelos de Markowitz y Black-Litterman en el marco de las leyes que rodean al pilar de capitalización individual de seguridad social. A su vez, se busca analizar la conveniencia de flexibilizar la ley mediante la inclusión de activos de renta variable internacional. La pregunta que surge es ¿Resulta conveniente ampliar la cantidad de literales de la ley, al permitir invertir en otra clase de activos o eliminar ciertos topes? ¿Qué consecuencias puede tener?

En segundo lugar, en esta tesis se proponen líneas de investigación que aporten al debate político y social, poniendo de relieve lo relacionado a los *Target Date Funds*, temática particularmente enmarcada dentro del cambio y diseño regulatorio de la seguridad social. ¿Sería conveniente aplicar TDF en Uruguay? ¿Cuáles son sus beneficios y sus riesgos?

1.4 Hipótesis de la investigación

De esta manera, a modo de síntesis entre los objetivos y las preguntas disparadoras, las hipótesis formuladas para contrastar en la investigación son las siguientes:

- a) Hay margen para una mejor *allocation* de los activos invertidos dentro del sistema previsional bajo la legislación actual.
- b) Es conveniente un cambio en la regulación a las AFAP que permita invertir en renta variable internacional o aumentar las participaciones en activos en moneda extranjera.
- c) Es adecuado un esquema multifondos que permita cambiar la composición de los activos según el tramo de edad del aportante.

1.5 Alcance

Como inversores institucionales y actores de enorme relevancia en Uruguay, existen razones y motivos muchos más fuertes para que las AFAP se posicionen en determinados activos (políticos, estratégicos, coyunturales, etc.) que exceden ampliamente el alcance de este trabajo, y no por ello se puede clasificar a una inversión de óptima o subóptima siguiendo criterios meramente financieros.

Para ejemplificar, si el modelo da como resultado “vender el bono X y comprar el bono Y”, por más que lo óptimo según éste sea realizar esa acción y así obtener mejores resultados, existen motivos de fondo por los que quizás se decida mantener el portafolio invariante. Al ser inversores de largo plazo, quizás se opte por una estrategia de “*Hold to Maturity*” y no realizar un *sale* inmediatamente. A su vez, existen motivos de *Cash Flow*, *timing* para salir al mercado y otros aspectos regulatorios que no son considerados en el trabajo.

La realidad es inmensamente más compleja, donde multiplicidad de variables interactúan en un mundo incesablemente cambiante, y que ni siquiera los complejos modelos multi-variantes terminan de capturar todos los efectos. Por lo cual, los ejercicios de estática comparativa carecen en cierta medida de realismo. Sin embargo, permiten realizar aproximaciones empíricas simplificadas que dan lugar a la visualización de ciertas relaciones y a la derivación de determinadas conclusiones, sin perjuicio de las limitaciones mencionadas.

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo se presenta el estado del arte de los modelos que son utilizados en la investigación: Markowitz y Black-Litterman. Asimismo, se finaliza con la concepción de las principales ideas que sustentan la creación de los *Target Date Funds*.

2.1 El enfoque de Markowitz: Modelo clásico de Selección de Carteras

Conceptos propuestos en el siglo XVIII por Bernoulli y la teoría desarrollada por Von Neumann y Morgenstern (1947) fueron insumos importantes sobre los cuales se apoyó Harry Markowitz en el desarrollo de su teoría (Sandoval y Rodríguez, 2013).²

En 1952 Markowitz publicó su trabajo titulado “*Portfolio Selection*” en *The Journal of Finance*, que constituyó un pilar fundamental para la teoría del portafolio. Posteriormente, aportes de James Tobin, Eugene Fama, John Lintner, William F. Sharpe, entre otros, enriquecieron aún más la teoría del portafolio y del modelo CAPM en general (Gimeno y Carabias, 2014).

En este modelo se plantea un método de decisión racional para la selección de portafolios de un inversor. Se basa en un supuesto esencial que consiste en que los agentes son maximizadores del retorno y aversos al riesgo. Sus ideas han perdurado en el tiempo, con cierta vigencia en la actualidad. La formulación original de Markowitz establece un *trade off* entre la tasa de retorno esperada y la varianza del retorno de un portafolio.

La idea principal de Markowitz es que un portafolio eficiente es aquel que tiene un mínimo riesgo, para un retorno dado, o, lo que es equivalente, un retorno máximo para un nivel de riesgo determinado. El modelo clásico supone normalidad en la distribución de los rendimientos de los activos donde el retorno esperado de los activos está dado por la media histórica de los rendimientos μ_i y la medida del riesgo es la desviación típica en las observaciones σ_i . De aquí también se deriva la matriz de varianzas y covarianzas \mathcal{C} .

El conjunto de portafolios eficientes se encuentra a través del modelo, que busca minimizar la varianza del portafolio, mediante el siguiente problema de optimización.

$$\text{Min } \sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \cdot \omega_j \sigma_{ij}$$

Sujeto a:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot E(R_i) = V^*$$

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

$$\omega_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

² Los autores en el trabajo “Antecedentes y elementos teóricos básicos y conceptuales del modelo de Markowitz” desarrollan conceptos claves como la Teoría de la utilidad esperada, aversión al riesgo, elementos de probabilidad, valor esperado, volatilidad, riesgo, correlación, diversificación, entre otros que Markowitz utilizó en el desarrollo de su teoría.

Donde:

ω_i es el vector de ponderadores (pesos relativos). Se le establece la condición de no negatividad, es decir que no es permitida la venta en corto. A su vez, la suma de los pesos relativos debe ser igual a la unidad.

$\sigma^2 (R_p)$ es la varianza del Portafolio P

σ_{ij} es la covarianza entre los activos i e j.

$E (R_p)$ es el retorno esperado del portafolio.

A su vez, se define como matriz C a la covarianza entre los n activos, cuya dimensión será de nxn .

La solución matemática al problema puede ser encontrada mediante un modelo de programación cuadrática. Una vez resuelto el mismo, se encuentran las ponderaciones de cada activo en la cartera que satisfacen las restricciones planteadas, es decir, el conjunto de pares retorno y riesgo.

En el plano media-varianza del anexo 1 se puede visualizar el *pool* de portafolios eficientes situados en la frontera conformada entre los puntos A y B del gráfico. Ubicarse debajo de la frontera (e.g., en el punto C) implicaría tener un portafolio ineficiente, dado que, para el mismo nivel de riesgo, se puede encontrar un rendimiento mayor (punto D). Alternativamente, ubicarse en el punto E, daría un mismo rendimiento que el punto C, pero a un menor nivel de riesgo.

2.2 El modelo de Black-Litterman

En 1992, Fisher Black y Robert Litterman plantearon un modelo que intenta atacar alguno de los inconvenientes que presenta la teoría clásica, que están bien documentados en la literatura.

Los inconvenientes que más destacan están relacionados a la estimación de los parámetros de media y desviación. Existe discusión sobre la evolución temporal de estos parámetros que se utilizan de manera definitiva, sin incertidumbre a que puedan variar en el tiempo. En términos estadísticos, según Black-Litterman, se está ignorando el riesgo de estimación.

Otro inconveniente del modelo tradicional de media-varianza es que suele encontrar soluciones altamente concentradas o posiciones extremas en activos de alta rentabilidad, reducida varianza y baja correlación (Michaud, 1989). Esto no resulta muy atractivo para las pretensiones de los inversores, debido a que suelen buscar cierta diversificación en sus portafolios.

Este modelo, se basa en el enfoque probabilístico bayesiano, que resulta sumamente atractivo para solventar estos problemas, ya que se permite utilizar información previa o "*priors*" sobre las variables, incorporar el riesgo de estimación y la incertidumbre del modelo, y brindar herramientas para simplificar el cálculo de ciertos parámetros y magnitudes que de otra forma serían muy complejos de calcular (Arbeláez et al., 2010).

El ingreso de la información previa en el modelo se realiza mediante la función de densidad de probabilidad que contiene a los parámetros subyacentes al retorno de los activos. Se puede reflejar datos macroeconómicos, *views*, teorías de valoración de activos, y cualquier otra información que

pueda impactar en los precios³. En definitiva, en el modelo se busca encontrar la distribución predictiva del rendimiento futuro de los activos, de modo de incorporar toda la información previa, las distribuciones de probabilidad de los retornos, la estimación del riesgo y la incertidumbre del modelo.

En el modelo de Black-Litterman (B&L) se asume que el mercado se encuentra en equilibrio⁴, y el inversionista considera como punto de partida los retornos implícitos de equilibrio derivados del CAPM (Martínez,2010). Es decir, supone un equilibrio inicial del mercado donde los inversores tienen toda la información necesaria y mantienen portafolios lo más semejante posible al mercado dada su aversión al riesgo.

Si el portafolio de inversión está formado por n activos, entonces la participación ω_i de cada activo en el equilibrio está dada por su capitalización del mercado en relación con la capitalización total:

$$\omega_i = \frac{M_i}{\sum_i M_i}.$$

En efecto, se puede definir el exceso de retornos implícitos de equilibrio del mercado (*implied equilibrium excess return*) como un vector columna de $N \times 1$:

$$\pi = \gamma \sum \omega_M,$$

donde:

ω_M son los pesos relativos, que muestran cómo se encuentra invertido el mercado actualmente, partiendo de una situación de equilibrio.

Σ es la matriz de varianzas y covarianzas.

γ es el coeficiente de aversión al riesgo.

De manera que el exceso de retorno “cierto” se puede definir mediante:

$$\mu = \pi + \vartheta.$$

Donde ϑ representa el término de error de estimación del parámetro, que distribuye normal con media cero y varianza ($\tau \Sigma$), en síntesis:

$$\vartheta \sim N(0, \tau \Sigma).$$

El parámetro τ se interpreta como el grado de incertidumbre del inversionista respecto al CAPM. Es decir, si $\tau = 0$, entonces confía plenamente en el CAPM y el portafolio óptimo debe ser igual al del mercado. Conforme τ sea más cercano a 1, revela alta reticencia hacia el CAPM y confía más en sus propias opiniones.

En la literatura, existe discusión acerca del valor a considerar en la aplicación del modelo que debe tomar el parámetro τ , ya que es un concepto abstracto. Tanto Black & Litterman (1992) como Lee

³ El trabajo de Bernanke y Kuttner (2005) “What Explains the Stock Market’s Reaction to Federal Reserve Policy?” es un ejemplo empírico que demuestra como eventos macroeconómicos y la política monetaria influyen en los precios de los activos tanto sean eventos anticipados como sorpresivos.

⁴ Para que esto ocurra se supone que el mercado tiene una eficiencia semi-fuerte, lo que implica que es conector de toda la información, a diferencia de cualquier inversor individual que solo tiene información pública (Cheung,2009)

(2000) sostienen que debe ser un valor cercano a cero ya que la incertidumbre sobre la media es menor que la incertidumbre sobre el retorno. Sin embargo, otros autores como Satchell y Scowcroft (2000) sugieren que debe ser próximo a uno. (Idzorek, 2005)

En definitiva, la media de los retornos es una variable normal centrada en π y de varianza igual a $\tau \Sigma$.

$$\mu \sim N(\pi, \tau \Sigma).$$

Las opiniones de los inversores se modelizan mediante la ecuación:

$$P\mu = Q + \varepsilon,$$

donde:

P es una matriz de $K \times N$, que agrupa las K opiniones. No necesariamente debe ser invertible (Walters, 2014).

Q es un vector de $K \times 1$, con el resultado esperado de cada opinión.

ε es un vector de residuos con media cero: $\varepsilon \sim N(0, \Omega)$.

Ω es la matriz diagonal de covarianzas ($K \times K$) de dichos residuos que representa la incertidumbre de cada *view*: $\Omega = \text{diag}(P(\tau \Sigma)P')$.

Las opiniones se pueden derivar de fuentes de información diversas y por lo general se conjeturan en base a datos macroeconómicos, noticias, eventos relevantes, investigaciones sobre variables y sus comportamientos, *expertise* en la materia, entre otros. Lo importante es que estos datos deben impactar directa o indirectamente en los rendimientos de los activos objeto de inversión. Asimismo, esta opinión está calibrada en base a la confianza que se tiene sobre la misma. En definitiva, la matriz de covarianza Ω mide el grado de confianza del inversor en las opiniones. (Zapata, 2013)

Luego de sucesivas derivaciones matemáticas, se tiene que:

$$\begin{aligned} \mu^{BL} &= [(\tau \Sigma)^{-1} + P' \Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} c + P' \Omega^{-1} Q]. \\ \Sigma^{BL} &= [(\tau \Sigma)^{-1} + P' \Omega^{-1} P]^{-1}. \end{aligned}$$

La distribución predictiva de los retornos será a su vez normal, con media:

$$\begin{aligned} \mu^{Pred} &= \mu^{BL} \text{ y varianza } \Sigma^{Pred} = \Sigma + \Sigma^{BL}. \\ R^{Pred} &\sim N(\mu^{Pred}, \Sigma^{Pred}). \end{aligned}$$

De modo que el retorno esperado de B&L es un promedio ponderado del rendimiento de equilibrio de mercado (π) y de las opiniones del inversor respecto a los retornos. De manera intuitiva, el modelo de B&L considera el portafolio de equilibrio de mercado derivado del CAPM, y lo desvía de acuerdo con sus creencias respecto al rendimiento futuro de los activos en cartera. Estas opiniones no impactan solamente en el retorno, sino también en toda la estructura de las matrices de varianzas y covarianzas. Los resultados obtenidos a diferencia del modelo clásico suelen resultar de cierta manera intuitivos, y consistentes con las expectativas del inversor (Trujillo, 2009)

La ilustración del anexo 2 resume a grandes rasgos el marco teórico del modelo de B&L y la distribución *a posteriori* del vector de retornos esperados.

2.3 Target Date Funds (TDF)

Una mirada clásica hacia la asignación de activos dentro de un portafolio consiste en segmentar al tipo de inversor entre conservador, moderado o agresivo en relación a su grado de aversión al riesgo, bajo el supuesto de que éste permanece incambiado en la evolución temporal. Sin embargo, la teoría del *lifepath* o ciclo de vida, señala que el perfil de fondos en que se debe invertir debe cambiar en la medida que también lo hacen las preferencias temporales hacia el riesgo. Esto es especialmente aplicable en los planes de pensiones a largo plazo, donde resulta razonable pensar que la composición de los portafolios de inversiones a lo largo de la vida del trabajador cambie conforme éste se vaya aproximando a la edad de retiro.

Por lo general, se puede decir que el trabajador joven, con muchos años de trabajo por delante, puede adoptar una postura más agresiva frente al riesgo, ya que tiene el suficiente tiempo para recuperarse en caso de caídas generalizadas del mercado. A su vez, obtendrá mayores rendimientos en caso de períodos de alza del mercado. (CONSAR, 2018)⁵

De acuerdo a la evolución del tiempo, el perfil de fondos se va convirtiendo en neutral y posteriormente, en los últimos años de trabajo, se vuelve más conservador, de modo de evitar posibles pérdidas en caso de ocurrencia de eventos drásticos en los últimos años de vida laboral. Una observación en este punto es que un período de pérdidas en el mercado ocasionaría una reducción de los fondos de un individuo cercano al retiro, mucho más significativa que la reducción que experimentaría un joven, debido al saldo acumulado de su vida laboral. En suma, el riesgo de caídas en el rendimiento que un trabajador estaría dispuesto a tolerar disminuye a medida que se acerca a la edad de retiro (Bruder y Culerier, 2012). El gráfico del anexo 3 refleja esta situación basada en la premisa de “*The right risk at the right time*”.

Un resultado relevante de la estrategia multifondos, según un estudio de la OCDE⁶, frente a simulaciones de diversos escenarios, es que daría lugar a mejores tasas de reemplazo en el largo plazo, lo que mejora la eficiencia del sistema en cuanto a la canalización de los fondos y asignación de los activos.

De modo que los TDF tienen algunas características que los hacen lucir atractivos para la gestión de los fondos de pensiones, aunque, por supuesto, se deben tomar en consideración los riesgos asociados al incremento en la exposición en los mercados accionarios internacionales y en divisas extranjeras (Idzorek y Blanchett, 2015).⁷

La legislación actual en Uruguay solamente permite dos subfondos, el de Acumulación y Retiro, este último más conservador. Resulta relevante entonces, plantearse la pregunta de si resulta

⁵ La investigación llevada a cabo por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) expone los principales hallazgos en base a la práctica del esquema multifondos en México, así como de otras experiencias internacionales.

⁶ El trabajo de Antolín et al., 2010 para la OCDE busca encontrar si las estrategias asociadas a los *glide-path* de los *lyfe-cycle* son eficientes a la hora de alcanzar tasas de reemplazo más altas a las actuales, en relación con la estrategia por default de “*one-size-fits-all*”. Simulan diversos escenarios en los que varían las colocaciones en renta fija, variable y concluyen que las estrategias multifondos son dominantes a las clásicas.

⁷ En su publicación “*Beyond Target-Date: Allocations for a Lifetime*” en nombre de Morningstar, estudian diversas estrategias de esquemas multifondos en los que difieren en la tolerancia al riesgo.

conveniente aplicar un esquema multifondos en la administración de los fondos de ahorro previsional. En línea con este razonamiento, es pertinente citar a la Comisión de Expertos de la Seguridad Social, quienes elaboraron un diagnóstico del sistema previsional uruguayo, estableciendo que “El actual diseño, ...con dos subfondos, no acompaña adecuadamente el ciclo de vida en cuanto a la relación riesgo/rentabilidad...y no contempla la situación de la población más joven.” Sostienen que “La autorización de un tercer subfondo que se suma a los ya existentes parece generar consenso en la industria y es avalada por el regulador. Ese subfondo debería buscar cubrir el perfil de inversor de los afiliados de menor edad, reflejando su capacidad de asumir mayores riesgos para conseguir un retorno medio más alto que incremente el fondo acumulado en esa etapa de su ciclo de vida”⁸

⁸ “Recomendaciones para la Reforma del Sistema Previsional uruguayo”. Informe de la Comisión de Expertos en Seguridad Social, año 2021

Capítulo 3. Sistema Previsional y Comportamiento de las AFAP

3.1 Funcionamiento del régimen

La ley 16.713 “Ley de la Seguridad Social” promulgada el 03/09/1995 establece las normas administrativas y operacionales que regulan el funcionamiento del sistema de seguridad social. A través de ésta, se creó el régimen mixto en Uruguay que actúa de forma bipartita, donde coexisten el régimen de solidaridad intergeneracional y por otra parte el régimen de ahorro o capitalización individual.

El régimen de solidaridad intergeneracional tiene sus raíces históricas en el reinado del Bismarck en 1884 en Alemania y más antiguamente en los *Scottish Widows*. (Montenegro, 2022)⁹. *Grosso modo*, la base del sistema son los trabajadores activos quienes financian las pensiones jubilatorias y otras prestaciones sociales de los pasivos mediante aportes personales y patronales. En caso de existir un desfase entre los ingresos y egresos el Estado puede acudir a tributos afectados y la asistencia financiera para cubrir el déficit y así cumplir con sus obligaciones. Es el sistema que ha primado desde entonces en la mayoría de las economías del mundo, más allá de las múltiples formas de implementación que se han observado.

En Uruguay, su administración está a cargo del Banco de Previsión Social (BPS). En este régimen se encuentran todos aquellos trabajadores activos cotizantes del BPS por sus asignaciones computables (o tramo de estas, según corresponda), hasta \$67.564,00 (valor a diciembre 2021), o hasta el 50% de este monto si es que la persona, en cambio, elige adherirse conjuntamente al sistema de ahorro individual que establece el artículo 8 de la ley. Es decir, el restante 50% va a parar a la cuenta personal.

Por otro lado, el régimen de ahorro individual consiste en que la aportación de cada afiliado a lo largo de su trayectoria laboral se va acumulando en su cuenta individual y capitalizando mediante la rentabilidad que genere su correspondiente administradora de fondos. Tomando la definición de BCU¹⁰, “Las Administradoras de Ahorro Previsional (AFAP) son aquellas entidades que administran los aportes personales (y los depósitos voluntarios) de aquellas personas que desempeñan o desempeñaron actividades amparadas por el Banco de Previsión Social, por la porción correspondiente al régimen de jubilación por ahorro individual.”

Este régimen comprende el tramo de asignaciones computables iguales o superiores a \$67.564,00 y hasta \$101.346,00 (valores a diciembre 2021)¹¹. Por último, existe la opción del ahorro voluntario donde se establecen las asignaciones computables superiores a este último valor con un tope de hasta \$202.693,00. En este caso, el trabajador podrá optar por aportar o no a cualquiera de las administradoras de fondos habilitadas. El gráfico del anexo 4 resume lo antedicho.

⁹ En el trabajo de Santiago Montenegro para la Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones (FIAP): “Capitalización o Reparto: Los caminos opuestos de Europa y Latinoamérica” se estudian ventajas y desventajas de los sistemas de reparto y de capitalización, así como la implementación de cada uno en Europa y Latinoamérica.

¹⁰ Para una revisión profunda véase el enlace <https://www.bcu.gub.uy/Servicios-Financieros-SSF/Paginas/AfapPortada>

¹¹ Estos datos son actualizados anualmente y se pueden visualizar en <https://www.bps.gub.uy/bps/valores.jsp?contentid=5478>

La Ley 16.713 establece que la administración estará a cargo de instituciones de carácter público como el Banco de Previsión Social, el Banco de la República Oriental del Uruguay, el Banco Hipotecario del Uruguay, el Banco de Seguros del Estado actuando conjunta o separadamente, así como también instituciones de naturaleza privada sujetas a las normativas que establece el artículo 92. Éstas últimas requieren la autorización del Poder Ejecutivo y habilitación de la Superintendencia de Servicios Financieros del Banco Central del Uruguay (BCU) por razones de “legalidad, conveniencia y oportunidad”. La Ley establece que es el BCU la institución que regula las inversiones que las AFAP realicen, y custodia los fondos conformados por los aportes de los afiliados.

Las AFAP administran y gestionan los portafolios de ahorro e inversión de los aportantes, realizando inversiones en diversos instrumentos. Cada AFAP debe calcular su propia rentabilidad e informarla al BCU, que realiza un seguimiento y un promedio del sistema. En base a este promedio, el BCU calcula la rentabilidad mínima que las AFAP deben alcanzar, que sirve de garantía al aportante, ya que, en caso de no alcanzarla, la AFAP en cuestión será penalizada, debiendo completar esa diferencia con sus propios fondos. Debido a esto, es que se exige una especie de “encaje” o reserva de dinero para garantizar la cobertura de ese faltante, la que recibe el nombre de Reserva Especial. Incluso, existe una rentabilidad máxima, que en caso de existir es derivada a un Fondo de Fluctuación y Reserva Especial con fines de compensar futuros faltantes en ejercicios posteriores.

Se debe recalcar que el patrimonio del Fondo de Ahorro Previsional (FAP) es de afectación independiente al de la administradora. El FAP es propiedad de los afiliados, solamente se puede deducir del mismo la comisión de la administración, la prima de seguro por invalidez y fallecimiento y la comisión de custodia.

3.2 Subfondos de Acumulación y Retiro

La Ley 19.162¹² de noviembre de 2013, establece que los FAP que administran las AFAP, constituidos por aportes y rentabilidad de los afiliados se compone de dos subfondos: el Subfondo de Acumulación y el Subfondo de Retiro¹³.

3.2.1 Subfondo de Acumulación

Es el subfondo que mayor parte del tiempo se encuentran los aportes de los afiliados, ya que es al que se ingresa apenas el trabajador comience su actividad laboral y es recién a los 55 años de edad que se empieza a transferir gradualmente al subfondo de retiro. Dada la trayectoria de ingresos, la regulación es más flexible en cuanto a los instrumentos y topes permitidos en este subfondo en relación con el subfondo de retiro. Por este motivo, es esperable asumir un poco más de riesgo en compensación a una mayor rentabilidad esperada.

¹² Legislación completa en <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19162-2013>

¹³ El siguiente artículo describe brevemente las características principales de cada subfondo <https://www.fiapinternacional.org/entra-en-vigencia-el-sistema-de-subfondos-en-uruguay/>

Este subfondo está autorizado a invertir en instrumentos de deuda emitidos por el Gobierno uruguayo y el Banco Central del Uruguay, valores de empresas públicas o privadas, depósitos a plazo en instituciones financieras, valores de renta fija emitidos por gobiernos extranjeros u organismos internacionales de crédito de muy alta calificación crediticia, entre otros.

3.2.2 Subfondo de Retiro

En este subfondo se vierten gradualmente los fondos del de Acumulación a partir de los 55 años, es decir los últimos años de la etapa activa del afiliado (véase el anexo 5). El propósito es brindar una mayor seguridad, por lo que los instrumentos en que se invierte son de muy baja volatilidad, protegiendo al afiliado en caso de situaciones adversas del mercado. De aquí se desprende que el portafolio en líneas generales es más conservador en cuanto a la tolerancia al riesgo.

El Subfondo de Retiro está autorizado a invertir en instrumentos de deuda del Estado Uruguay o el Banco Central del Uruguay, depósitos a plazo en instituciones financieras, instrumentos de deuda de gobiernos extranjeros u organismos internacionales de crédito de muy alta calificación crediticia entre otros. Debido a sus características, estos portafolios presentan instrumentos más líquidos y de rápida negociación, asociados a una baja rentabilidad. La Ley restringe a las inversiones con un plazo máximo de hasta 5 años.

Otros aspectos no menores a considerar con respecto a la regulación es que la valuación del FAP es diaria, es decir, se puede obtener un valor cuota y una rentabilidad diaria. Para ello es necesario tomar como insumo el vector de precios publicado diariamente por el BCU de los diversos instrumentos transados en el mercado secundario, tanto en la Bolsa de Valores de Montevideo (BVM) como en la Bolsa Electrónica de Valores (BEVSA). Las participaciones en estos instrumentos son delimitadas estrictamente por la regulación, no solamente a través de topes en el porcentaje a invertir en relación con el total del FAP sino también estableciendo límites por moneda, y en algunos casos exigiendo ciertos niveles de calificación crediticia. Todos estos aspectos deben ser considerados a la hora de conformar el portafolio de inversión y serán abordados en la siguiente sección.

3.3 Comportamiento de las AFAP

Como forma de contextualizar el mercado local de las AFAP, se presentan algunos datos descriptivos de las mismas.

En la actualidad existen cuatro AFAP donde cada una administra un FAP, compuesto a su vez por los dos subfondos detallados en la sección anterior. Éstas son:

- República AFAP
- Integración AFAP
- Unión Capital AFAP
- AFAP Sura

3.3.1 Límites y condiciones generales para las AFAP

Las inversiones que se pueden realizar con los fondos están reguladas por el Artículo 123 de la Ley 16.713 de la reforma previsional así también como por las circulares del BCU dispuestas en las Normas de Control de las AFAP. Esta sección fue elaborada con información del BCU y de República AFAP¹⁴.

Los instrumentos permitidos están divididos por literales, estableciendo límites por literal, emisor, sector, moneda, etc. A continuación, se presentan los límites para el subfondo de acumulación.

Literal A: Son aquellos valores emitidos por el Estado uruguayo e instrumentos de regulación monetaria emitidos por el Banco Central del Uruguay. Límite 75%.

Literal B: Valores emitidos por empresas públicas o privadas uruguayas, certificados de participación, títulos de deuda o títulos mixtos de fideicomisos financieros uruguayos y cuota partes de fondos de inversión nacionales. Límite 50%.

Literal C: Depósitos a Plazo en instituciones de intermediación financiera radicadas en el país autorizadas a captar depósitos. Límite 30%.

Literal D: Valores de renta fija emitidos por organismos internacionales de crédito o por gobiernos extranjeros de muy alta calificación crediticia. Límite 15%.

Literal E: Instrumentos financieros emitidos por instituciones uruguayas que tengan por objeto la cobertura de riesgos financieros del FAP. Límite 10%.

Literal F: Préstamos Personales a afiliados y beneficiarios del sistema de seguridad social. Límite 15%.

Disponibilidad Transitoria. Límite 100%.

A su vez, la participación de moneda extranjera en el total del portafolio no deberá superar el 35% y no existe límite para el plazo de vencimiento máximo de los títulos.

Paralelamente, los límites para el Subfondo de Retiro son impuestos para los mismos rubros y son más restrictivos. Inclusive se le agrega un límite para el plazo de los títulos, lo que implica conformar un portafolio de inversión de mayor liquidez en este Subfondo.

En suma, los límites impuestos por la regulación para ambos Subfondos se pueden resumir de forma gráfica en el cuadro del anexo 6.

Adicionalmente, se presentan los límites por emisor, emisión, fiduciario y sector de actividad.

Por Emisor

Límite 1. La suma de las inversiones en los literales B) y F), emitidas o garantizadas por una misma institución, no podrá exceder el 3% del Subfondo de Acumulación. Hay excepciones para las cuales el límite se amplía al 5%, pero no computan las inversiones en cuota partes de Fondos de Inversión y en Fideicomisos Financieros.

¹⁴ El documento elaborado por República AFAP “Límites y condiciones para las inversiones de las AFAP” delimita el marco de inversión que impone la regulación.

Límite 2. La suma de Disponibilidades Transitorias, las inversiones en los literales C) y E) en una sola institución deberá ser inferior al 10% del Subfondo sea tanto el de Acumulación como el de Retiro.

Límite 3. Las inversiones en instrumentos de los literales D) e I) en valores emitidos por un mismo gobierno extranjero o por un mismo organismo internacional no podrá sobrepasar el 5% del Subfondo de Acumulación o Retiro, salvo que la calidad crediticia sea excelente en cuyo caso el límite será 10%.

Por Emisión

No se podrá adquirir más del 10% de las acciones emitidas por una sociedad anónima por AFAP. A su vez, no se podrá adquirir más del 70% del monto emitido y en circulación de valores representativos de fideicomisos financieros, obligaciones negociables o fondos de inversión.

Por Fiduciario

Cada AFAP no podrá invertir más del 20% del FAP del Subfondo de Acumulación en instrumentos representativos de fideicomisos financieros administrados por un mismo fiduciario o fiduciarios integrantes de un mismo grupo económico privado.

Por sector de actividad

Las inversiones en instrumentos del Literal B correspondientes a un mismo sector de actividad no podrán superar el 15% del Subfondo de Acumulación, con excepción de aquellas que busquen financiar obras de Participación Público Privada (PPP).

3.3.2 Datos de la Memoria trimestral del BCU a diciembre de 2020

Afiliados y fondos administrados

La cantidad de afiliados de las AFAP ascendió a 1.468.580 con 1.295.274 personas comprendidas en el subfondo de Acumulación (88.2%) y 173.306 (11.8%) al subfondo de Retiro.

La participación de afiliados es liderada por República AFAP (39,4%), seguida por AFAP Sura (22,7%), Unión Capital (21,7%) y luego Integración (16,2%).

El valor de los fondos administrados por República AFAP son mayores al resto de las AFAP en su conjunto, ya que ascienden al 55,5% del total de las AFAP. El resto de los fondos se reparten en 18,1% AFAP Sura, 16,6% Unión Capital y 9,7% Integración. Véase anexo 7.

3.4 Portafolios y rentabilidades

En relación a la composición del portafolio de inversión de las AFAP consolidadas al 31/12/2020 por subfondo y tipo de instrumento, se tiene que para el año 2020 la rentabilidad anual bruta medida en UI, fue de 4.93% para AFAP Sura, seguida de Unión Capital e Integración con 4.62% y 4.61% respectivamente, y por último República AFAP con 4.54%. Las tablas y gráficos se presentan en el anexo 8.

En líneas generales se puede aseverar que las rentabilidades no muestran diferencias muy significativas entre las AFAP. Esto es así, ya que las participaciones en las distintas clases de

activos son muy similares, o, dicho de otra manera, existe poca diferenciación entre las carteras de las AFAP.

Una posible explicación de que esto suceda es el sistema de premios y castigos imperante, que se refleja en el régimen de rentabilidad mínima. Esto es, que el riesgo que genera diferenciarse o desviarse considerablemente del promedio del sistema puede estar siendo mayor a su potencial beneficio. Esta situación, hace que las AFAP con menor participación no tengan los incentivos suficientes para desviar su conducta y apartarse del sistema. En esta línea de pensamiento se encuentran el trabajo de Baldovino et al., (2001)¹⁵ y la tesis de Martínez y Scaramelli (2017)¹⁶. Similares problemas se evidencian en el trabajo de Buriticá-Mejía (2020) para el mercado de pensiones colombiano.

¹⁵ Baldovino et al., en “Portafolio benchmark y diferenciación en el sistema de AFAP en Uruguay” evidencian un sistema de castigos e incentivos donde se visualiza un comportamiento de “manada” en que las AFAP menores o seguidoras imitan a la líder, que les “impone” un portafolio *benchmark* a seguir.

¹⁶ En su tesis final de maestría, cuantifican mediante la herramienta de Value at Risk (VaR) cuan costoso es desviarse del portafolio *benchmark* para las AFAP y los tipos de comportamiento que esta situación provoca.

Capítulo 4. Datos

4.1 Extracción de datos

En primer lugar, se procedió a obtener los precios de los títulos objeto de inversión de las AFAP, mediante la descarga del reporte de “Datos y Rendimientos de títulos de deuda” de BEVSA¹⁷, estableciendo el período de estudio 01/01/2015 – 31/12/2020. En esta base se cuenta con la información relevante de precios y rendimientos de los instrumentos que se transan en las bolsas locales (BVM y BEVSA), entre ellos, acciones nacionales, bonos soberanos, notas y fideicomisos. En esta base de datos también existe información que puede resultar de utilidad como las fechas, montos de emisión, calificación crediticia, duración, tipo de tasa de interés, entre otras. Todos factores que se analizan previamente en el momento de realizar una colocación.

Debe aclararse que, para las Letras de Regulación Monetaria, con características de vencimiento a corto plazo (de 30, 60 y 90 días) fue utilizada la curva ITLUP de BEVSA¹⁸ como *proxy* para la obtención de rendimientos con sus respectivos nodos. Acorde a la definición brindada por la institución, la curva ITLUP es una curva *spot* de rendimientos de títulos uruguayos de riesgo soberano emitidos en moneda nacional corriente y siguen la operativa de los instrumentos emitidos a descuento (como las Letras) con un conteo de días que sigue la convención “real/365”.

Se utilizó como *proxy* la curva dado que, por lo general, las Letras tienen vencimientos en el corto y muy corto plazo, de forma que no se alcanza una cantidad relevante de datos como para que sea lo suficientemente confiable en términos estadísticos. Es decir, dado que para un plazo determinado hay pocas observaciones con frecuencia mensual, se optó por considerar la evolución de los nodos respectivos de la curva ITLUP como forma de solucionarlo.

4.2 Transformación y procesamiento de los datos

Una vez descargadas y depuradas las bases de precios, se procedió a considerar solo los datos de cierre de cada mes durante el período, con lo cual, para aquellos activos en circulación durante todo el período de estudio (6 años) la muestra individual contiene 72 observaciones mensuales por cada activo considerado.

El precio de los activos seleccionados fue el denominado *dirty price* (precio con cupón) debido a que considera el cupón corrido para cada período y se utiliza para calcular el retorno total de cada título. Lo interesante de considerar este precio, es que la variación de un mes al otro no sólo considera el efecto capital, producido por el cambio natural del precio en el mercado secundario, sino también el efecto cupón, al ir acumulando mensualmente los cupones corridos devengados correspondientes a cada título.

Se debe tener en cuenta que los diversos instrumentos están denominados en monedas diferentes (USD, UP, UI, UYU, EUR, BRL, JPY, MXN) por lo que fue necesario previamente realizar la conversión a una misma moneda para evaluar correctamente los retornos. En una primera instancia se realizó la conversión a pesos uruguayos, y en una segunda instancia se realizó la conversión de

¹⁷ Enlace consultado <https://web.bevsa.com.uy/Mercado/TransaccionesCierres/DatosRendTitDeuda.aspx>

¹⁸ Enlace consultado <https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/ITLUP.aspx>

los precios a UI, siguiendo en gran parte la metodología utilizada por Potrie y Sobrera (2011). Además, esto permite obtener comparaciones razonables entre el resultado de los modelos y las rentabilidades históricas de las AFAP medibles en UI. Las cotizaciones de las monedas utilizadas fueron extraídas de la web del BCU¹⁹ para cada cierre mensual. Al realizar esta conversión también se captura la variación de las cotizaciones de las monedas, factor a ser considerado como parte del retorno de cada activo (efecto tipo de cambio o FX). Una vez con todos los instrumentos denominados en la misma moneda, fueron clasificados por literal, por moneda, y por la “familia” de activo a la que pertenecen. Posteriormente, se calculan los retornos geométricos de cada instrumento, definido este por la variación logarítmica del precio en UI (P_t) en un mes respecto a su homólogo del mes inmediatamente anterior (P_{t-1}).

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Donde R_t es el retorno en el mes corriente, definido como la variación logarítmica del precio en el mes corriente P_t (expresado en UI) y el mes inmediatamente anterior P_{t-1} (expresado en UI).

De esta forma, la variación del precio del activo medido en UI intenta ser un reflejo del retorno del título en cuestión ya que se capturan los tres principales efectos que lo afectan. Éstos son:

- a) Efecto Capital, al capturar el cambio en el precio del título a cada cierre de mes.
- b) Efecto Cupón, al considerar el precio a través del *dirty price* que ajusta el precio con su respectivo cupón corrido (en caso de que el instrumento contenga un esquema de pago de cupones).
- c) Efecto Tipo de Cambio o FX, al capturar la variación de la moneda objeto de inversión con respecto al peso uruguayo y a la UI.

Finalmente, por motivos de practicidad y relevancia, no se consideran aquellos instrumentos que no alcanzan una participación de al menos 2% sobre el total (acciones, depósitos bancarios, préstamos a afiliados, bonos gobiernos extranjeros) así también como aquellos en que el cálculo de la rentabilidad difiera sustancialmente del resto de los instrumentos de la base, *e. g.*, los certificados de depósitos bancarios. Estos instrumentos, si bien alcanzan una participación considerable (del orden del 4.5% sobre el total), tienen un mecanismo de cálculo de la rentabilidad diferente que excede a este trabajo. En definitiva, se considera en el entorno del 90% del portafolio original del subfondo de Acumulación de las AFAP²⁰. De este modo, queda conformada lo que se denomina “base original”.

4.3 Aplicación del modelo de Markowitz

Debido a la gran diversidad de activos y a la pequeña cantidad de observaciones para algunos de ellos, vale la pena realizar una *clusterización* de ciertos activos para poder estimar la media y la desviación típica muestral de forma estadísticamente confiable. Ambas estimaciones son necesarias en la aplicación del modelo desarrollado por Harry Markowitz.

¹⁹ Enlace consultado <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Cotizaciones.aspx>

²⁰ Los datos de la composición del portafolio y rentabilidades se pueden visualizar en las Memorias Trimestrales del Régimen de Jubilación por Ahorro Obligatorio publicado por el BCU.

La *clusterización* de activos más simple consiste en agrupar mediante los criterios de literales que establece la ley, pero esta forma no brinda la suficiente apertura como para establecer conclusiones de interés en el desarrollo de los casos. De esta manera, se procedió a *clusterizar* de una forma más conveniente: por “familias” de activo y monedas y en algunos casos también por plazos de vencimientos. Las categorías utilizadas fueron:

BONO UYU 2-10: Bonos globales soberanos denominados en pesos uruguayos de corto y mediano plazo con un vencimiento de entre 2 y 10 años.

BONO UI 2-10: Bonos globales soberanos denominados en unidades indexadas de corto y mediano plazo con un vencimiento de entre 2 y 10 años.

BONO UI >10: Bonos globales soberanos denominados en unidades indexadas de largo plazo con un vencimiento mayor a los 10 años.

BONO ME 2-10: Bonos globales soberanos denominados en dólares americanos de corto y mediano plazo con un vencimiento de entre 2 y 10 años.

BONO ME >10: Bonos globales soberanos denominados en dólares americanos de largo plazo con un vencimiento mayor a los 10 años.

LETRAS30: Letras de regulación monetaria a 30 días.

LETRAS60: Letras de regulación monetaria a 60 días.

LETRAS90: Letras de regulación monetaria a 90 días.

ON MN: Obligaciones negociables denominados en unidades indexadas y unidades reajustables.

ON ME: Obligaciones negociables denominados en dólares americanos.

NOTA MN: Notas del tesoro denominadas denominados en unidades indexadas y unidades previsionales.

FF: Fideicomisos financieros denominados en unidades indexadas y unidades previsionales.

RENTA FIJA INTERNACIONAL: Títulos soberanos extranjeros de alta calificación crediticia o instrumentos emitidos por organismos internacionales denominados en dólares americanos y reales.

Para cada “familia” de activos se le estima media y desviación típica promedio de los retornos, lo que da lugar a una matriz de retornos de 71 observaciones por cada familia, un vector de retornos promedio y un vector de desviación promedio.

Luego se calcula la matriz de varianzas y covarianzas de los retornos, por lo que ya se cuenta con todos los datos necesarios para la resolución del modelo de media-varianza. La optimización está condicionada a las restricciones que el marco regulatorio impone para las AFAP, de manera simplificada:

- <35% del portafolio en moneda extranjera.
- <75% del portafolio invertido en el literal A.
- <50% del portafolio invertido en el literal B.
- <15% del portafolio invertido en el literal D.

Adicionalmente, se considera la condición de no negatividad en las ponderaciones del portafolio, es decir que no existe posibilidad de *short sales* y se eliminó la posibilidad de contar con disponibilidades transitorias, lo que significa que necesariamente la suma de las ponderaciones de los activos en el portafolio debe ser 100%. Se entiende que la disponibilidad transitoria no constituye una estrategia de inversión de largo plazo *per se*, sino un desfasaje de liquidez que pretende ser rápidamente colocado en otros instrumentos.

4.4 Aplicación del modelo de Black-Litterman

A diferencia de los modelos tradicionales, que, *grosso modo* se pueden encerrar en el CAPM, el planteo de la optimización del portafolio en B&L se da de forma inversa, lo que en la literatura se denomina como “*Reverse Optimization*” (Allaj, 2019)²¹. La utilización de este término ocurre ya que, a la inversa del CAPM, -donde luego del estudio de los retornos, desviaciones y correlaciones se llega a un portafolio óptimo-, se supone que ese portafolio viene dado por el mercado y es a partir de éste que comienzan las derivaciones.

Para aplicar el modelo B&L es necesario delimitar el “universo de inversión”, es decir el conjunto de activos en los que el mercado invierte, y conocer cuál es la participación del mercado en cada activo. En la práctica, se suele observar el *market cap* de cada activo y las proporciones se desprenden del promedio ponderado de cada *market cap* sobre la capitalización total del portafolio (Mendoza, 2018).

En el caso de Uruguay, debido a los conocidos problemas de tamaño y profundidad del mercado (Lecueder, 2006), no se cuenta explícitamente con un *market cap* representativo de cada activo. Por este motivo, se optó por tomar la posición del conjunto de las AFAP en los balances al 31/12/2020 obtenidos de BCU. En definitiva, son los actores de interés en este trabajo, y dentro del mercado local tienen una altísima relevancia, por lo que su posición puede ser un reflejo de la posición del mercado local en su conjunto.

En síntesis, en términos de B&L, el “universo de inversión” son todos los activos objeto de inversión de las AFAP, y la posición de mercado del balance consolidado de las AFAP a finales del 2020 es la posición inicial del modelo.

En cuanto a la parametrización, en la presente investigación, luego de analizar varios escenarios, se utiliza el parámetro $\tau=1/n$ siendo consistente con los trabajos de Blamont y Firoozye (2003) y Meucci (2010). A su vez, por simplificación, se asume el valor del parámetro λ como dado, siguiendo el *market standard* con $\lambda=0,5$.

A partir de aquí, se calculan una serie de matrices, -previamente definidas en el marco teórico-, para continuar con el desarrollo del modelo.

- 1) π .
- 2) $\mathbf{Q}, \mathbf{P}, \mathbf{\Omega}$.
- 3) Σ^{BL} .
- 4) μ^{BL} .

²¹ En su trabajo testea la capacidad del modelo de Black-Litterman como estrategia de *allocation* de activos, sugiriendo a su vez una alternativa para estimar las *views* del modelo.

Con estas matrices estimadas, se procede a aplicar los algoritmos de optimización con algoritmos (similares al modelo de Markowitz), según las condiciones impuestas con el fin de obtener un portafolio que considera tanto al mercado como las *views* de los diferentes inversores.

Views

Las *views* de mercado, constituyen la piedra angular del esquema de B&L, que mediante la modelización bayesiana le adjudican al modelo una parte de análisis de mercado *forward-looking* que lo hace muy enriquecedor, en comparación con los modelos clásicos que esencialmente analizan retornos históricos (Della Mea y Juanbeltz, 2008). Las *views* para este trabajo fueron definidas en base a instituciones relevantes, opiniones de expertos, analistas independientes y consultoras de prestigio de origen local e internacional.

Las *views* consideradas basan sus pronósticos en el año inmediatamente posterior al análisis, es decir, en diciembre de 2020, se buscan aquellas expectativas económicas relevantes que se emitieron con miras al 2021.

Posicionamiento

Siguiendo a Luna y Agudelo (2019)²², se establecieron tres categorías principales para determinar cómo impactaría una *view* en el posicionamiento “a priori” en determinado instrumento.

- *Underweight*: Existen incentivos a disminuir la participación en el instrumento.
- *Neutral*: Mantener la posición en el instrumento.
- *Overweight*: Existen incentivos a aumentar la participación en el instrumento.

4.5 Aspectos generales

De manera general, se parte de un portafolio “Base”, cuya modelización está calibrada acorde a la composición de la cartera, retornos y volatilidad mediante la metodología de Markowitz. A este portafolio se le denomina “Caso 0”, el cual pretende emular el portafolio del Subfondo de Acumulación consolidado de las AFAP al cierre de 2020, que se obtiene al aplicar las restricciones actuales de la ley.

A partir del Caso 0 (desarrollado en la sección 5.1 del capítulo siguiente), se realizan ejercicios de estática comparativa en las secciones 5.2, 5.3 y 6.3 (Casos 1, 2 y 3 respectivamente). En estos últimos, se utiliza la metodología de B&L. En síntesis, se intentan levantar ciertas restricciones regulatorias del Subfondo de Acumulación que permitan no sólo evaluar otras combinaciones en el mapa riesgo-rendimiento sino también analizar la existencia de estrategias dominantes. Posteriormente, en el capítulo 7 se presentan comparaciones entre los casos al utilizar distintas herramientas cuantitativas de evaluación de desempeño.

Asimismo, tanto en la aplicación del modelo clásico (Markowitz) como el moderno (B&L), se ejecutan tres portafolios por cada caso: siguiendo los criterios de mínima varianza (Mín. Varianza), el de máximo rendimiento (Máx. Rendimiento) y un intermedio que es la maximización del ratio de Sharpe (Sharpe). Todos estos portafolios se encuentran sujetos a los límites y restricciones de

²² Los autores en su trabajo de evaluación empírica del modelo B&L en las bolsas de la “Alianza del Pacífico” utilizan *views* de analistas de Bloomberg y en base a estas recomiendan las posiciones “comprar, vender o mantener” cada índice de referencia de Colombia, Chile, México y Perú.

la ley. Adicionalmente, dado que las observaciones están expresadas en UI, se incluye el nodo a 5 años anualizado de la curva CUI que construye BEVSA diariamente, como *proxy* de un rendimiento “libre de riesgo” a nivel local. Dicho rendimiento es el mínimo rendimiento requerido que los ahorristas en AFAP estarían dispuestos a obtener. En otras palabras, sirve como retorno de referencia mínimo sobre el cual comparar el resto de las medidas de rendimiento de cada portafolio. La curva CUI se define como “Curva Spot de Rendimientos de Títulos Soberanos Uruguayos emitidos en moneda nacional indexada a la inflación: Unidades Indexadas, UI, para las emisiones locales y pesos uruguayos ajustados por inflación, para las emisiones globales²³.”

De esta forma, para cada caso analizado los resultados cuentan con cuatro portafolios referenciales que constituyen lo que conformaría la frontera de eficiencia (Curva CUI Nodo 5 años, Mín. Varianza, Sharpe y Máx. Rendimiento). La ubicación de las diversas fronteras de eficiencia también será de utilidad para la comparación entre los casos²⁴. Las ilustraciones y principales comparaciones se realizan siempre utilizando el portafolio que se obtiene mediante la maximización del ratio de Sharpe.

La base de datos original extraída de BEVSA cuenta con 130 títulos diferentes, a la que se le agregan posteriormente datos relevantes de la curva ITLUP, así como también índices de bonos internacionales e índices representativos de mercados internacionales (*benchmark*), cuya información fue proporcionada mediante la plataforma Bloomberg. En efecto, para los casos 0 y 1 fue utilizada solamente la base original de BEVSA, mientras que los casos 2 y 3 ampliaron su horizonte a la totalidad de los activos en cuestión.

Por último, tal como se destacó en la sección 3.4, dado que el riesgo que genera desviarse considerablemente del promedio del sistema es mayor a su potencial beneficio, no sería racional una conducta extremista por parte de una administradora. Esto es, no es esperable desde el punto de vista de la economía comportamental, que una AFAP realice un cambio radical de su portafolio de un período a otro, sino por el contrario, serían ajustes suavizados y progresivos en el portafolio de forma de no incurrir en un alto riesgo de diferenciación. Por este motivo, se consideró oportuno establecer un límite máximo del 10% de variación para las categorías de instrumentos existentes en las optimizaciones.

²³ Enlace consultado <https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/CUI.aspx>

²⁴ Michaud (2013) sostiene que en ocasiones el nivel de riesgo sugerido por el portafolio de B&L puede resultar inapropiado para muchos inversores, por lo que las fronteras de eficiencia son esenciales como instrumento para gestionar el riesgo de los inversores.

Capítulo 5. Resultados

5.1 Caso 0 - Portafolio Base

El Portafolio Base intenta replicar el portafolio consolidado del subfondo de Acumulación de las AFAP a fin del 2020, mediante la aplicación del modelo de Markowitz.

Para aplicar dicho modelo, primero se estimaron los parámetros de rendimiento y desviación estándar para cada instrumento. Se utilizaron valores mensuales en UI para cada instrumento con las que posteriormente fue calculada la matriz de varianzas y covarianzas. Se realizó a la optimización de acuerdo con la metodología planteada (Véase el Apéndice A).

Los resultados se presentan en la siguiente tabla y posteriores ilustraciones.

Tabla 2

Resultados Caso 0 - Portafolio Base - Markowitz

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	4,61%	1,35%
SHARPE	4,69%	1,36%
MAX RETORNO	5,75%	2,33%

Gráfico 1: *Composición por instrumento: Consolidado AFAP vs Caso 0*

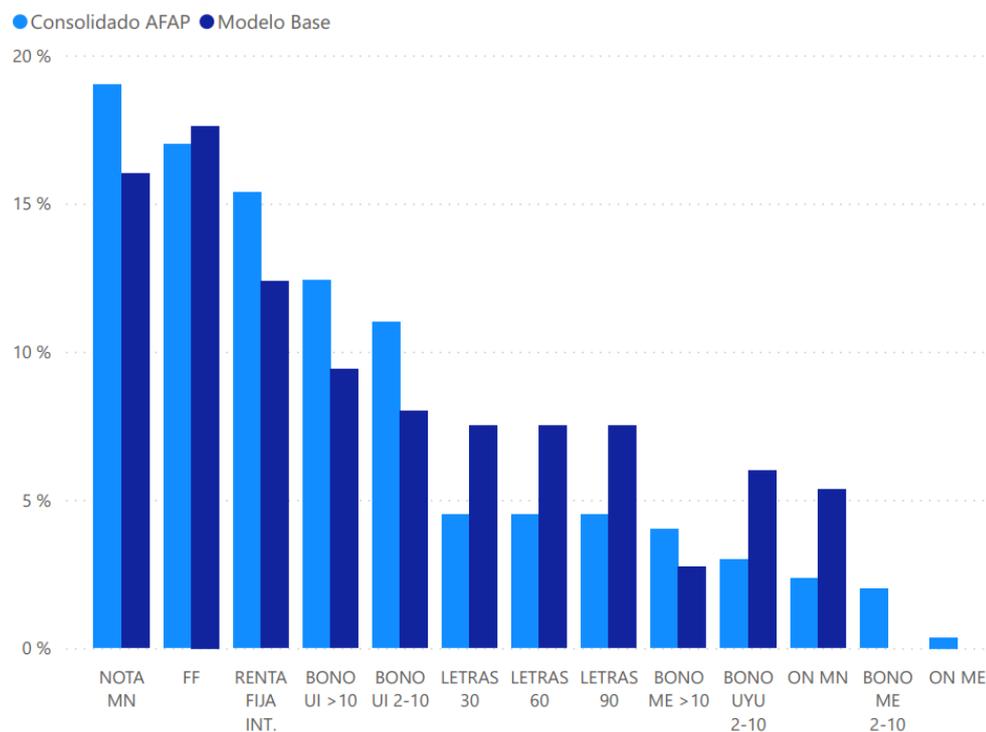
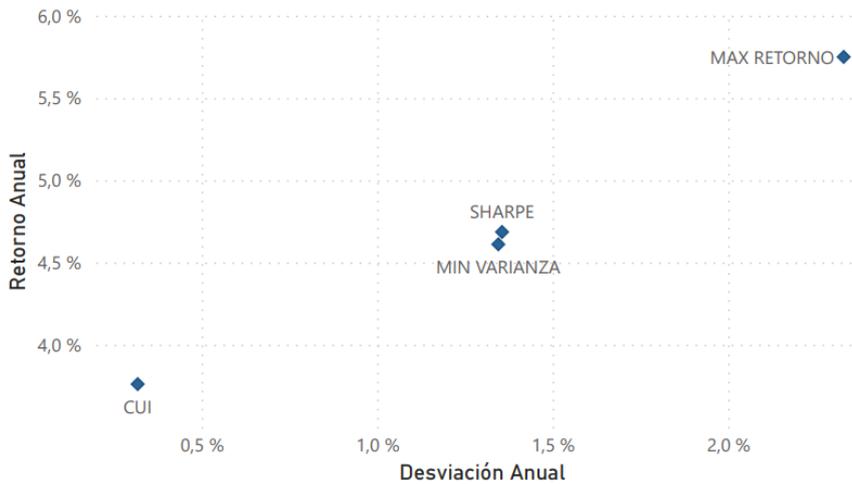


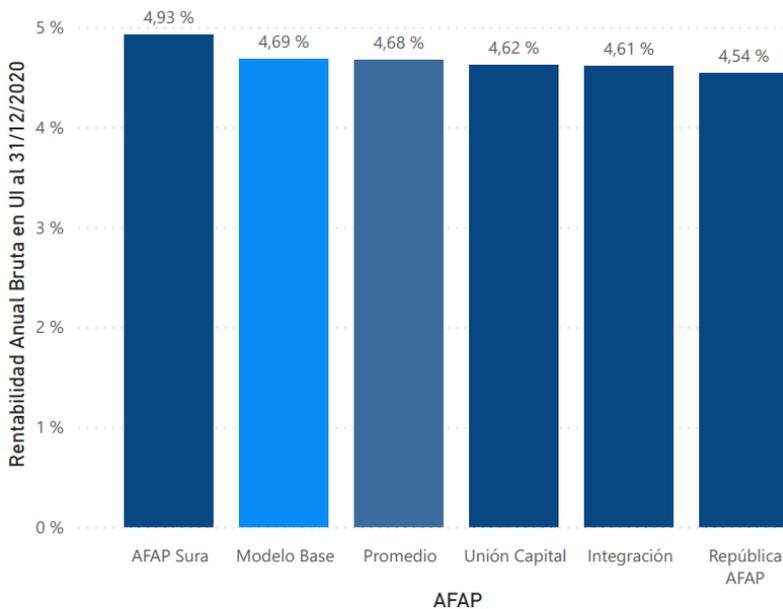
Gráfico 2: *Portafolios eficientes*



Dados los instrumentos que fueron excluidos de la base que se encuentran detallados en la sección 4.2, se trata de un portafolio similar al que las AFAP en su conjunto contaban en el subfondo de Acumulación a fecha 31/12/2020. Comparativamente, los resultados en términos de composición y rentabilidad medida en UI son similares, lo cual brinda una idea de buena aproximación a los portafolios de las AFAP, y es a partir de éste que se realizarán las pruebas de estática comparativa en las siguientes secciones.

Si se observan las rentabilidades anuales en UI de los Subfondos de Acumulación al 31/12/2020, se denota como el Portafolio Base del Caso 0 obtiene un valor similar al promedio del sistema.

Gráfico 3: *Rentabilidad Anual Bruta en UI al 31/12/2020*



5.1.1 Comentarios

Se analizaron otros escenarios, como el caso de quitar alguna restricción como ampliar el margen de variación del portafolio por encima del 10% sobre el portafolio de mercado donde se llegan a portafolios de hasta el 7.87% de retorno anual en UI. Otro caso fue ampliar el máximo del literal D en 15%, donde se llega rápidamente a un portafolio con mejor retorno y menor riesgo. No obstante, los portafolios sin restricciones alcanzan soluciones con participaciones sumamente concentradas, donde se observan “soluciones de esquina” con un movimiento sustancial de la frontera de eficiencia. Por este motivo, es que los portafolios de mínima varianza y Sharpe no varían tanto su performance, ya que están demasiado sujetos a sus restricciones y el posicionamiento se da en los límites.

Una explicación posible que está en línea con las preguntas iniciales es que el posicionamiento en los máximos esté explicando una necesidad de invertir cantidades aún mayores en determinados instrumentos, y que se posicionan todo lo posible dentro del marco legal. Lo que sucede es que de este modo el mercado local queda concentrado en pocos actores (Noguez, 2009), teniendo estos una capacidad grande de interferir en la libre formación de precios, lo cual constituye un riesgo para la sostenibilidad del sistema financiero local. Esta primera observación puede estar reflejando:

- a) La necesidad de un posicionamiento mayor en activos de moneda extranjera sea nacionales o internacionales (Rivero y Valdés, 2003).
- b) La inversión en otro tipo de instrumentos sea nacionales o internacionales.²⁵

²⁵ La columna de Unión Capital desarrolla este punto con mayor profundidad
<https://www.unioncapital.com.uy/novedades/rentabilidad-de-las-afap-y-nuevas-opciones-de-inversion>

5.2 Caso 1 – Optimización con la regulación actual (B&L)

En este caso se pretende responder las preguntas: ¿Hay espacio para una mejor *allocation* de los activos invertidos dentro del pilar de ahorro individual del sistema previsional bajo la legislación actual? ¿Las AFAP están siendo eficientes desde el punto de vista teórico? ¿Qué nos dice la evidencia?

Se intenta encontrar evidencia acerca de alguna redistribución de los activos que permita obtener mejores resultados con la ley y las restricciones vigentes. Se parte del “portafolio base” de mercado, detallado en la sección 5.1.

5.2.1 Views

Las *views* para el Caso 1, por la lógica del análisis, se centran en el mercado local, mientras que los Casos 2 y 3 amplían las visiones para los mercados internacionales en general.

Siguiendo a Maggiar (2009)²⁶ y a Cantini et. al, (2019)²⁷, las *views* del Caso 1 se refieren a:

1. Tasa de política monetaria (TPM)
2. Inflación (π)
3. Tasa de depreciación (δ)

5.2.1.1 View 1 – Tasa de política monetaria

La pandemia del COVID-19, generó durante el año 2020 contracciones muy pronunciadas de la mayoría de las economías del mundo, incluso alcanzando guarismos similares a las guerras mundiales y las crisis financieras más importantes de los siglos XX y XXI. Sin embargo, los especialistas estipulaban que se trataba de un fenómeno transitorio, con un retorno gradual hacia la “normalidad”. De modo que las *views* para el año 2021 en general proyectaban una recuperación en la mayoría de las economías del mundo, particularmente impulsada por la reactivación del comercio, el consumo y la inversión. En particular, los países con la situación pandémica más controlada y con alto grado de vacunación, tendrían una pronta reapertura y reactivación económica.²⁸

Uruguay no fue la excepción a la norma y se proyectaba por parte de diversos organismos nacionales e internacionales un crecimiento en el entorno del 3,2% (promedio simple de las observaciones). El PIB potencial de Uruguay calculado por el Ministerio de Economía y Finanzas²⁹ para el período 2021-2030 fue estimado en 2,1%, lo que indica que el producto observado estaría en, al menos, 1,1 puntos porcentuales por encima del mismo, comenzando con

²⁶ En este trabajo se realiza una aplicación a portafolios de renta fija globales, realizando expectativas sobre la evolución de una cesta de monedas en diversos países, supuestos acerca de la evolución de la curva soberana (nodos de 2Y, 10Y y 30Y) así como la inflación esperada.

²⁷ En la aplicación del modelo de B&L, los autores establecen como *views* la evolución de la tasa de referencia SELIC, la evolución del dólar y los bonos indexados a la inflación.

²⁸ Ver más en *Global Economic Watch* “Predicciones para 2021” de PwC

²⁹ La publicación del Comunicado con los cálculos pertinentes se puede ver en <https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/politicas-y-gestion/publicacion-resultados>.

una fase expansiva de la economía. En estas instancias, la corriente teórica monetarista defendería la posición de una suba moderada de la tasa de interés, siguiendo a la regla de Taylor³⁰.

Asimismo, la información proporcionada por Bloomberg mediante la función de *Economic Forecast* (ECFC) ratificó la senda expansiva de la economía uruguaya. Ver tabla y *screen* de Bloomberg del anexo 9.

Otro fenómeno que afloró alrededor del mundo fue la inflación, probablemente ligada a las políticas monetarias contra cíclicas que se adoptaron para mitigar la crisis, con foco en grandes planes de expansión de los agregados monetarios e incentivos fiscales. Esto derivó en una creciente necesidad de incrementar los tipos de interés, como forma de mitigar los fenómenos inflacionarios observados.

En Uruguay el fenómeno llegó con cierto rezago, pero no fue la excepción a la situación. A pesar de que el comunicado del Comité de Política Monetaria (COPOM) a diciembre 2020 se refería a un “mantenimiento de la tasa de política monetaria en 4.5%”, ya daba señales de una corrección moderada en cuanto la situación lo permitiese.³¹

Se concluye entonces que los analistas tenían la expectativa alcista de la tasa de política monetaria para 2021 en 25-50 puntos básicos, por lo cual la *view* que se optó elegir para la tasa de política monetaria es de 5%.

Ex ante, el impacto en los instrumentos sería el siguiente:

Instrumento	UYU	UI,UR,UP	USD
Bono Global	<i>Underweight</i>	<i>Overweight</i>	<i>Overweight</i>
Fideicomisos	X	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>
LRM	<i>Underweight</i>	X	X
Notas del Tesoro	X	<i>Neutral</i>	X
Notas multilaterales	X	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>
Obligaciones negociables	X	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>

Si se espera que los tipos de interés se incrementen, el precio de los bonos denominados en pesos uruguayos disminuye. Al suceder esto, el vector de precios del BCU indica una caída en estos instrumentos, por lo cual la valuación de la FAP se vería afectada negativamente. Esta situación provoca que las AFAP tengan incentivos para desprenderse de estos títulos, de modo de no afectar su retorno inmediato. De manera homóloga, si se espera que la tasa de referencia suba en el corto plazo, las Letras de Regulación Monetaria (con plazos menores al año) que ya se tienen en cartera con la tasa anterior, van a disminuir su precio considerablemente, dado que son instrumentos que se emiten “a descuento” y en pesos. Bajo la óptica del modelo, sería racional desprenderse de ellas lo más rápidamente posible de modo de evitar la caída en el vector de precios y por lo tanto de la valuación del FAP.

³⁰ De forma resumida, la regla de Taylor sostiene que las tasas de interés deben incrementarse si aumentan tanto la inflación como el crecimiento del producto por encima del producto potencial.

³¹ La reunión del COPOM tuvo lugar el 23 de diciembre del año 2020. En esta instancia participaron Gerardo Licandro, Adolfo Sarmiento, Alfredo Allo, José Licandro, Leonardo Vicente, Diego Labat, Ignacio Berti y Washington Ribeiro.

Se concluye que se deberían vender los instrumentos de financiamiento en pesos nominales que ya se tienen en cartera en detrimento de colocaciones semejantes en dólares o unidades indexadas. *Ceteris paribus*, en el resto de los instrumentos la posición es neutra.

5.2.1.2 View 2 - Inflación

La inflación promedio proyectada era 7,4%, cifra que si bien excede el techo del rango meta fijado por el BCU (7%), se encuentra por debajo del promedio del período de análisis (8,4%). Dentro de este panorama, la estrategia que *a priori* debería primar es la de continuar protegiendo los activos contra la inflación, y utilizar, por ejemplo, instrumentos en unidades indexadas en detrimento de los pesos nominales. Véase el anexo 10.

Ex ante, el impacto en los instrumentos sería el siguiente:

Instrumento	UYU	UI,UR,UP	USD
Bono Global	<i>Underweight</i>	<i>Overweight</i>	<i>Neutral</i>
Fideicomisos	X	<i>Overweight</i>	<i>Neutral</i>
LRM	<i>Underweight</i>	X	X
Notas del Tesoro	X	<i>Overweight</i>	X
Notas multilaterales	X	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>
Obligaciones negociables	X	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>

Vender instrumentos en pesos nominales en detrimento de un mayor posicionamiento en UI parecería ser lo más adecuado, mientras la inflación continúe fuera del rango meta. En la medida que la inflación aumente, los fideicomisos en unidades indexadas lucen interesantes dado que por lo general se trata de proyectos de mediano y largo plazo. Si la inflación aumenta, hay grandes incentivos a deshacerse de las Letras (cuanto mayor plazo, mayor es el incentivo) dado que, al ser en pesos nominales, con la evolución del tiempo van perdiendo valor en términos reales. La tasa nominal debería compensar este efecto para no ubicarse en escenarios de tasas reales negativas.

Al igual que los fideicomisos, las Notas del Tesoro resultan convenientes en la medida que estén denominadas en UI y se proteja contra la inflación. *Ceteris paribus*, para el resto de los instrumentos la posición es neutra.

5.2.1.3 View 3 – Tasa de depreciación

A pesar de las tasas de interés de referencia históricamente bajas, los activos del tesoro estadounidense siempre parecen actuar como refugio en momentos de alta incertidumbre como lo fue el 2020 (acorde al incremento espectacular que tuvo el VIX). Reflejo de esto, es que el riesgo país en países emergentes aumentó fuertemente al inicio de la pandemia, aunque al poco tiempo se estabilizó en rangos normales. Acorde al índice IRUBEVSA, Uruguay no fue la excepción en el incremento del riesgo país.

Por otro lado, el índice dólar (DXY) tuvo un pico durante la pandemia producto del efecto *fly to quality*. Sin embargo, este efecto se diluyó en gran parte, producto de la política macroeconómica expansiva, no sólo con un esquema de tasas bajas sino también mediante los estímulos monetarios del gobierno estadounidense que fueron muy relevantes³². Esta situación, y el retorno a la inversión en los mercados emergentes, terminó por normalizar el valor de la divisa americana frente a las principales divisas del mundo hacia finales del 2020. Véase el anexo 11.

A pesar de esta situación mundial, los analistas estimaban una depreciación del peso uruguayo respecto al dólar interanual en el entorno del 7,3% en 2021. Por otro lado, la tasa de depreciación anual del tipo de cambio promedio del período 2015-2020 asciende al 9,3%, que difiere con la proyección de 7,3%. Es decir, en el año 2021 la tasa de depreciación sería positiva pero proporcionalmente menor a los últimos seis años. Por este motivo se concluye que sería racional continuar o incluso incrementar la posición en cartera en USD.

Ex ante, el impacto en los instrumentos sería el siguiente:

Instrumento	UYU	UI,UR,UP	USD
Bono Global	<i>Underweight</i>	<i>Neutral</i>	<i>Overweight</i>
Fideicomisos	X	<i>Neutral</i>	<i>Overweight</i>
LRM	<i>Underweight</i>	X	X
Notas del Tesoro	X	<i>Neutral</i>	X
Notas multilaterales	X	<i>Neutral</i>	<i>Overweight</i>
Obligaciones negociables	X	<i>Neutral</i>	<i>Overweight</i>

El efecto de depreciación de una divisa extranjera, o “efecto FX” es relevante y significativo, por lo que se intenta posicionar en aquellos instrumentos con denominación en USD. Es el caso de los bonos globales en moneda extranjera y de las notas con organismos multilaterales. En cuanto a los proyectos de Fideicomisos, ahora existirá un atractivo mayor si el flujo de fondos del proyecto es denominado en USD, puesto que los de moneda nacional disminuirán su valor expresado en dólares, según las proyecciones. El peso se continuaría depreciando frente al USD, por lo que no

³² El plan de estímulos lanzado durante el mandato de Joe Biden alcanzó los 1.9 billones de dólares, en el cual se buscó expandir la demanda agregada, fomentando el consumo y la inversión para una rápida reactivación económica. Se basó principalmente en transferencias, ayudas a familias, bonos semanales, subsidios, deducciones fiscales y un amplio arsenal de medidas. Un abordaje más completo se puede ver en <https://www.nytimes.com/es/2021/01/15/espanol/plan-estimulos-biden.html>

resulta conveniente mantener los instrumentos denominados en moneda nacional en cartera. *Ceteris paribus*, para el resto de los instrumentos la posición es neutra.

En base a los puntos anteriores, las *views* serán:

View 1: “Proyección de incremento de la Tasa de Política Monetaria en Uruguay en 2021 en 50 puntos básicos, alcanzando el 5%”

View 2: “Inflación promedio en Uruguay entre período de análisis y proyección para 2021 es de 1,2 pp mayor al techo del rango meta del BCU”

View 3: “Gap de 2 pp en la tasa de depreciación interanual proyectada en promedio para Uruguay en 2021 en comparación al promedio del período de análisis”.

5.2.2 Resultados del modelo

Una vez incorporadas las *views* al Caso 1, la ejecución del modelo derivó a los resultados presentados en esta sección. En paralelo, se presentan los resultados de las matrices de varianzas-covarianzas en el apéndice B.

Los portafolios obtenidos tienen las siguientes características.

Tabla 3

Resultados Caso 1 - Black-Litterman

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	1,41%	1,63%
SHARPE	6,26%	6,19%
MAX RETORNO	8,32%	8,24%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Participaciones de mercado y Black-Litterman

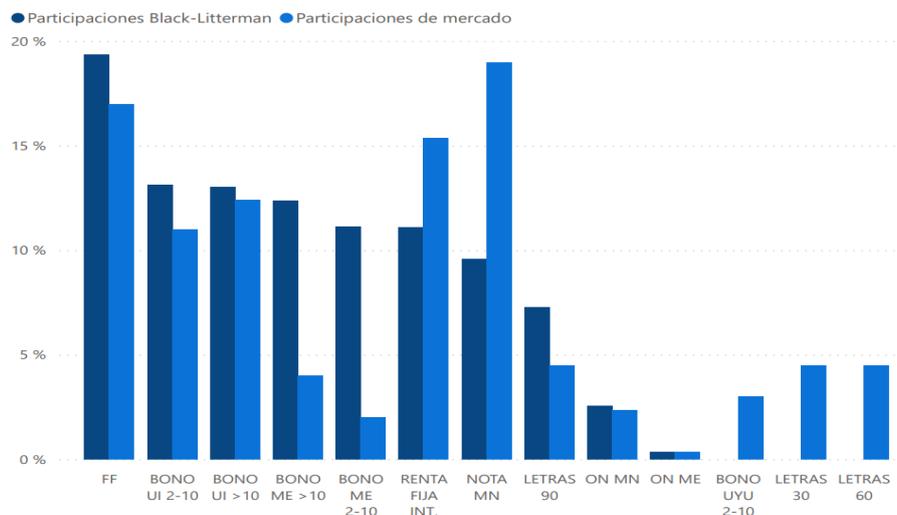


Gráfico 5: Portafolios eficientes

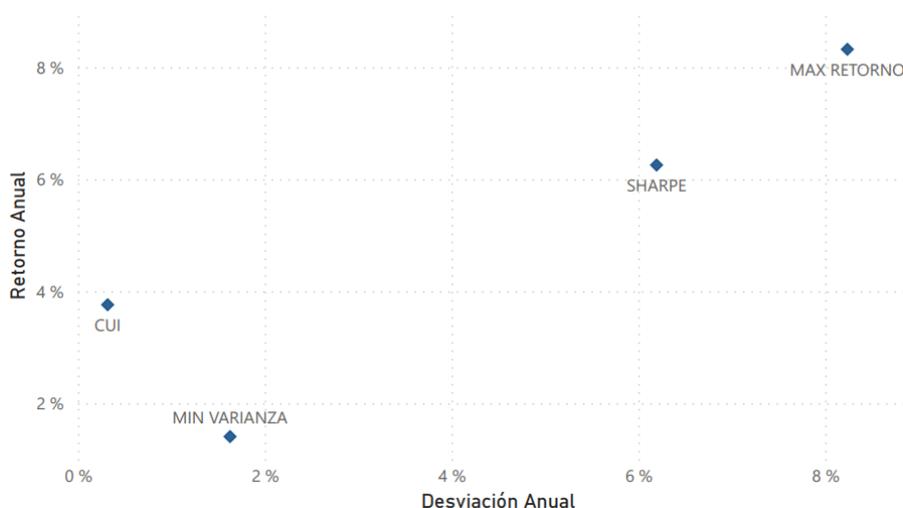


Tabla 4					
Participaciones de mercado vs Black-Litterman Caso 1					
Activos	π_M	μ_{BL}	ω_M	ω_{BL}	$\Delta(BL- Mercado)$
RENTA FIJA INT.	0,12%	0,10%	15,38%	11,11%	-4,27%
ON ME	0,09%	0,10%	0,36%	0,35%	-0,01%
ON MN	0,03%	0,02%	2,36%	2,57%	0,21%
NOTA MN	0,08%	0,06%	19,00%	9,60%	-9,40%
FF	0,00%	0,00%	17,00%	19,37%	2,37%
BONO UYU 2-10	0,07%	0,04%	3,00%	0,00%	-3,00%
BONO UI 2-10	0,26%	0,21%	11,00%	13,15%	2,15%
BONO UI >10	0,28%	0,22%	12,40%	13,04%	0,64%
BONO ME 2-10	0,11%	0,12%	2,00%	11,15%	9,15%
BONO ME >10	0,15%	0,16%	4,00%	12,39%	8,39%
LETRAS 30	0,00%	0,00%	4,50%	0,00%	-4,50%
LETRAS 60	0,00%	0,00%	4,50%	0,00%	-4,50%
LETRAS 90	0,00%	0,00%	4,50%	7,27%	2,77%

La composición del portafolio se encuentra más diversificada que con la aplicación del modelo de Markowitz. Los resultados son significativamente mejores en términos de rendimiento (6.26%) pero a su vez se asume mayor riesgo (6.19%). Por este motivo, no se puede afirmar únicamente con estos indicadores que una redistribución de los activos, dentro de este modelo B&L con respecto al portafolio de mercado es beneficiosa. La diferencia radica en que, en este último portafolio, además de las restricciones, se cuenta con las *views* de mercado, lo cual interfiere en la comparación.

El resultado obtenido al aplicar el modelo de B&L es un posicionamiento en bonos en moneda extranjera y unidades indexadas, ampliar la inversión en proyectos de fideicomisos financieros, así como también posicionarse mayormente en el tramo más largo de la curva en pesos nominales.

Como contrapartida, el financiamiento de esta adquisición de activos se realiza mediante una venta de los instrumentos en moneda nacional de corto plazo, es decir, un menor posicionamiento en notas del Tesoro, así como de los bonos a corto, y mediano plazo en moneda nacional (<10 años). A su vez se desprende de las Letras a muy corto plazo sea de 30 o 60 días.

En síntesis, los resultados de la composición del nuevo portafolio son coherentes con las proyecciones que fueron establecidas.

Por un lado, el incremento de la tasa de interés hace caer el precio actual de los bonos en moneda nacional, lo que empeora el retorno actual (aunque aumenta el YTM). Por lo tanto, es natural un desvío de los instrumentos de corto plazo en pesos, en detrimento de instrumentos de mediano y largo plazo, que se beneficien de la mayor *yield* al vencimiento. Por otra parte, una depreciación de la moneda nacional producto de la inflación y del tipo de cambio, es intuitivo que se produzca una *allocation* que busque protegerse de la inflación (típicamente instrumentos en unidades indexadas) así como obtener retornos mayores producto de la cotización de la divisa extranjera.

En términos agregados, se obtiene como resultado:

- i) Mayor posicionamiento en instrumentos denominados en USD.
- ii) Mayor posicionamiento en instrumentos indexados al IPC.
- iii) Menor posicionamiento en instrumentos denominados en pesos nominales.

5.3 Caso 2 – Optimización con incorporación de Índices Internacionales (B&L)

En este segundo caso se pretende responder la pregunta: ¿Sería conveniente un cambio en la regulación de las AFAP que permita invertir en renta variable internacional o aumentar las participaciones en activos con moneda extranjera?

Se intenta levantar la restricción de invertir en activos de renta variable internacional o índices de bonos internacionales y consecuentemente incrementar la participación en moneda extranjera con el fin de obtener mejores resultados globales.

5.3.1 Views

Las *views* para el Caso 2, por la lógica del análisis, se refieren a variables relevantes para los mercados internacionales en general. En particular se optó por:

1. Expectativas de Tasas de Política Monetaria (TPM) en países desarrollados.
2. Estimaciones de crecimiento del PIB en países desarrollados.

5.3.1.1 View 1

Las tasas de interés de los países desarrollados en general presentaron una tendencia bajista desde hace algunas décadas, que alcanzaron mínimos históricos cercanos al 0% o inclusive con tasas negativas como el caso europeo. Más recientemente, esta tendencia bajista se viene cumpliendo desde setiembre de 2018.

A pesar de la creciente inflación que se ha observado en Estados Unidos con cifras cercanas a los máximos desde 2008³³, el presidente de la FED, Jerome Powell ha comunicado en reiteradas ocasiones su voluntad de mantener intacta la tasa de interés que se ubica en el rango del 0-0.25% para el año 2021³⁴. No obstante, durante la pandemia se llevó a cabo una estrategia de retiros progresivos de los estímulos económicos, fenómeno conocido como *tapering*, para intentar disminuir gradualmente el ritmo inflacionario a la vez que la recuperación de la economía avanza.

Otra manera de analizar esta situación es mediante la función WIRP de Bloomberg, que estima las probabilidades que el mercado tiene para una suba o corte de los tipos de interés mediante una inferencia implícita entre los futuros de los fondos FED y las opciones. La pantalla del anexo 12 es posible interpretarla como que existía una baja probabilidad de corte de tasa, que se incrementó sobre mitad de año y que fue bajando durante el año 2020, lo que indica que el evento más probable sería mantener la tasa incambiada.

De este modo, la *view* de la TPM para Estados Unidos será idéntica a la prevaleciente en 2020, cuyo límite superior se fijó en 0.25%.

Por otra parte, el *European Central Bank (ECB)*³⁵ siguió una estrategia similar a la de la *FED*, al fijar un *target* de inflación en el 2%. Para ello desaceleró el ritmo de la compra de instrumentos

³³ En el sitio del Bureau of Labour Statistics (BLS) se pueden observar estos registros del *Consumer Price Index (CPI)* <https://www.bls.gov/cpi/>

³⁴ Ver más comunicados de prensa de la FED en <https://www.federalreserve.gov/newsevents/pressreleases>

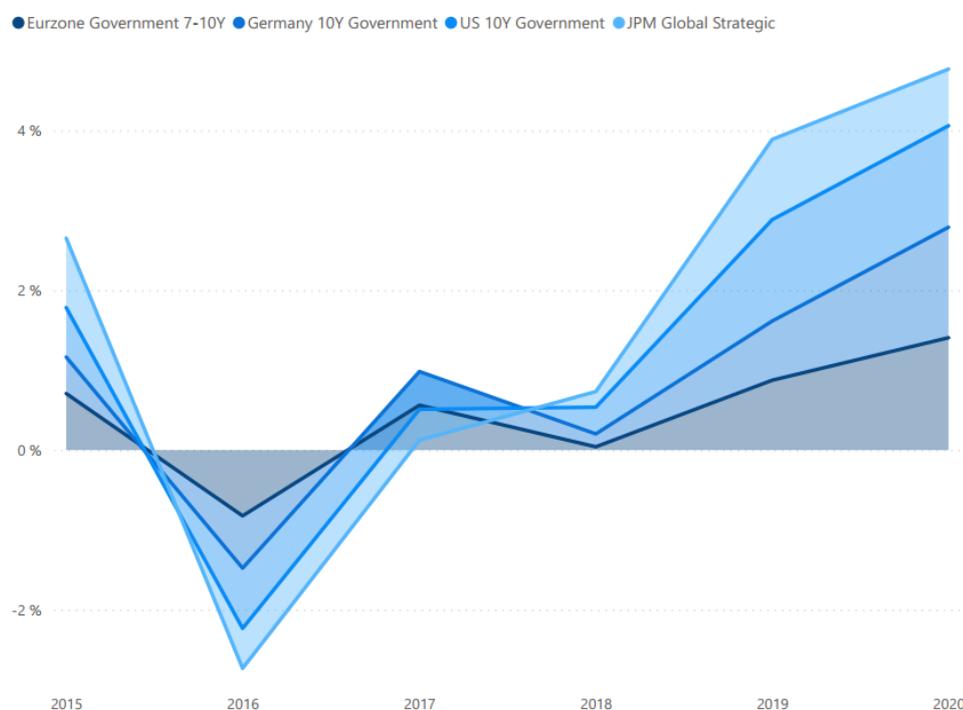
³⁵ Un completo abordaje se puede ver en <https://www.ecb.europa.eu/ecb/html/index.es.html>

enmarcados dentro del Programa Pandémico de Compras de Emergencia (*PEPP*). De similar manera a la *view* de la FED, la expectativa de una suba de los tipos de interés del *ECB* era muy pequeña a diciembre 2020, según los datos de Bloomberg. En suma, la *view* para la TPM de la Zona Euro en 2021 es igual a su tasa máxima de referencia en 0,25%³⁶, manteniéndose incambiada respecto al año anterior.

No se consideró necesario realizar la conversión de EUR a USD, dado que el impacto en la *view* es muy pequeño (menor a 2pbs), de manera que la *view* 1 referida a las tasas de interés de referencia de Europa y Estados Unidos se resume en 0.25% para ambas. Véase anexo 12.

Esta *view* básicamente interfiere a la baja en los índices de renta fija que fueron incluidos en el modelo, debido a que son tasas muy bajas, y frente a la inflación creciente, derivan en una tasa de interés real negativa sin expectativas de cambios en el corto plazo.

Gráfico 6: Rendimientos promedios anuales en UI de índices de renta fija



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Los índices seleccionados para el análisis fueron, el *Eurozone Government 7-10 years* y el *US 10Y Government*. El índice europeo representa la deuda soberana de los principales países de la zona del euro a 7-10 años de vencimiento. Éstos son: Francia (OATs), Alemania (Bund), España, Holanda e Italia (BTPs). El índice está calculado sobre una base de rendimiento total que significa que los pagos de cupones son reinvertidos³⁷. Éste índice es considerado *benchmark* dentro de su categoría en Bloomberg: “*Euro Agg Govt TR EUR*” y se puede encontrar como “BCEX4T”. El *US 10Y Government*, representa los títulos soberanos de Estados Unidos con madurez de 10 años³⁸ (UST

³⁶ Más información se puede consultar en el *Statistical Data Warehouse* del *ECB* <https://sdw.ecb.europa.eu/>

³⁷ Un índice de similares características es elaborado por DWS y se puede consultar en <https://etf.dws.com/en-lu/LU0290357259-eurozone-government-bond-7-10-ucits-etf-1c/>

³⁸ Un índice de similares características es elaborado por Thomson Reuters y se puede consultar en <https://www.reuters.com/markets/rates-bonds/>

10Y). Éste índice es considerado *benchmark* dentro de su categoría en Bloomberg: “US Government TR USD” y se puede encontrar como “GT10:GOV”.

Tal como se puede observar del gráfico 6, el coeficiente de correlación de *Pearson* entre los rendimientos de ambos índices es alto y asciende a 0,74, lo cual implica que los rendimientos de los títulos soberanos de estas regiones presentan evoluciones temporales en la misma dirección. Continuando con la lógica del *ceteris paribus*, en el resto de los instrumentos el impacto es neutro.

5.3.1.2 View 2

La *view 2* se refiere al crecimiento económico esperado de Estados Unidos y la Zona Euro. Por un lado, el PIB del primero crecería en promedio un 5.70% en 2021, mientras que el PIB del segundo crecería en promedio un 5.08% en 2021.

Estos resultados fueron ratificados mediante los datos de la función *Economic Forecast* de Bloomberg, los que se encuentran alineados con las proyecciones. Véase anexos 13.

Acorde a datos del FMI³⁹ y del Banco Mundial⁴⁰, cerca de la mitad del PIB mundial se reparte entre Estados Unidos y Europa (44% de contribución al PIB mundial en 2014). Dentro de ese 44%, prácticamente un 60% corresponde a Estados Unidos, y el restante 40% a Europa (contribución mundial relativa). Con esta información, se propone una *view* que consiste en un promedio ponderado entre el peso relativo en la economía mundial y el crecimiento esperado de ambas economías, cuyo cálculo es:

$$View\ 2 = (\omega_{USA} \times g_{USA}^*) + (\omega_{EUR} \times g_{EUR}^*)$$

Donde:

ω_{USA} es la contribución al PIB mundial relativo de Estados Unidos.

g_{USA}^* es el crecimiento esperado de Estados Unidos para 2021.

ω_{EUR} es la contribución PIB mundial relativo de Europa.

g_{EUR}^* es el crecimiento esperado de Europa para 2021.

Esto da como resultado una *View 2* = 5.69%

Si se contrasta este resultado con las estimaciones de crecimiento del PIB mundial para 2021, se observa que se encuentran alineados, dado que la mediana de las estimaciones es aproximadamente 5.70%. En este sentido, el resultado tiene coherencia y es producto de que las contribuciones agregadas de estas regiones económicas al PIB mundial son considerablemente significativas.

La *view* del PIB ponderado influye positivamente en los índices internacionales de renta variable asociados a USA y UE, es decir, un aumento del PIB, implica un crecimiento en los índices seleccionados. En definitiva, se los puede ver como un *proxy* del crecimiento de éstos, dado que

³⁹ El *World Economic Outlook (WEO)* es un reporte anual realizado por el Fondo Monetario Internacional (FMI) que analiza diversos aspectos de la economía global, y a su vez realiza proyecciones regionales y mundiales.

⁴⁰ A través del programa de Comparación Internacional de 2017, en el trabajo “*Purchasing Power Parities and the Size of World Economies*”.

en los índices seleccionados se encuentran las principales compañías de cada región que explican una parte considerable del crecimiento del producto.

Como se puede observar en el anexo 13, son cuatro índices para Europa (España, Alemania, Francia y Europa en general), y cuatro índices estadounidenses representativos de la economía en general. Al igual que lo sucedido con los índices de renta fija, los índices bursátiles de renta variable también mostraron un comportamiento similar en el período analizado.

Gráfico 7: Rendimientos promedios anuales en UI de índices de renta variable



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

El coeficiente de correlación de *Pearson* que se obtuvo entre los rendimientos de los índices más típicamente representativos de Europa y USA como lo son el Euro Stoxx 50 y el S&P500 fue 0.77, lo que confirma nuevamente la alta interdependencia positiva de estas economías. En síntesis, la potencial recuperación de las economías analizadas acorde a las *views* de los especialistas se refleja en un impacto positivo hacia los índices internacionales de renta variable seleccionados. Manteniendo el supuesto de *ceteris paribus*, el resto de los instrumentos tienen impacto neutro.

5.3.2 Resultados del modelo

Una vez incorporadas las *views* al Caso 2, la ejecución del modelo derivó en los resultados presentados en esta sección. Adicionalmente, se presentan los resultados de las matrices de varianzas-covarianzas en el apéndice C.

Los portafolios obtenidos tienen las siguientes características:

Tabla 5

Resultados Caso 2 - Black-Litterman

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	10,18%	5,11%
SHARPE	10,18%	5,11%
MAX RETORNO	12,97%	7,10%

Gráfico 8: Participaciones de mercado y Black-Litterman

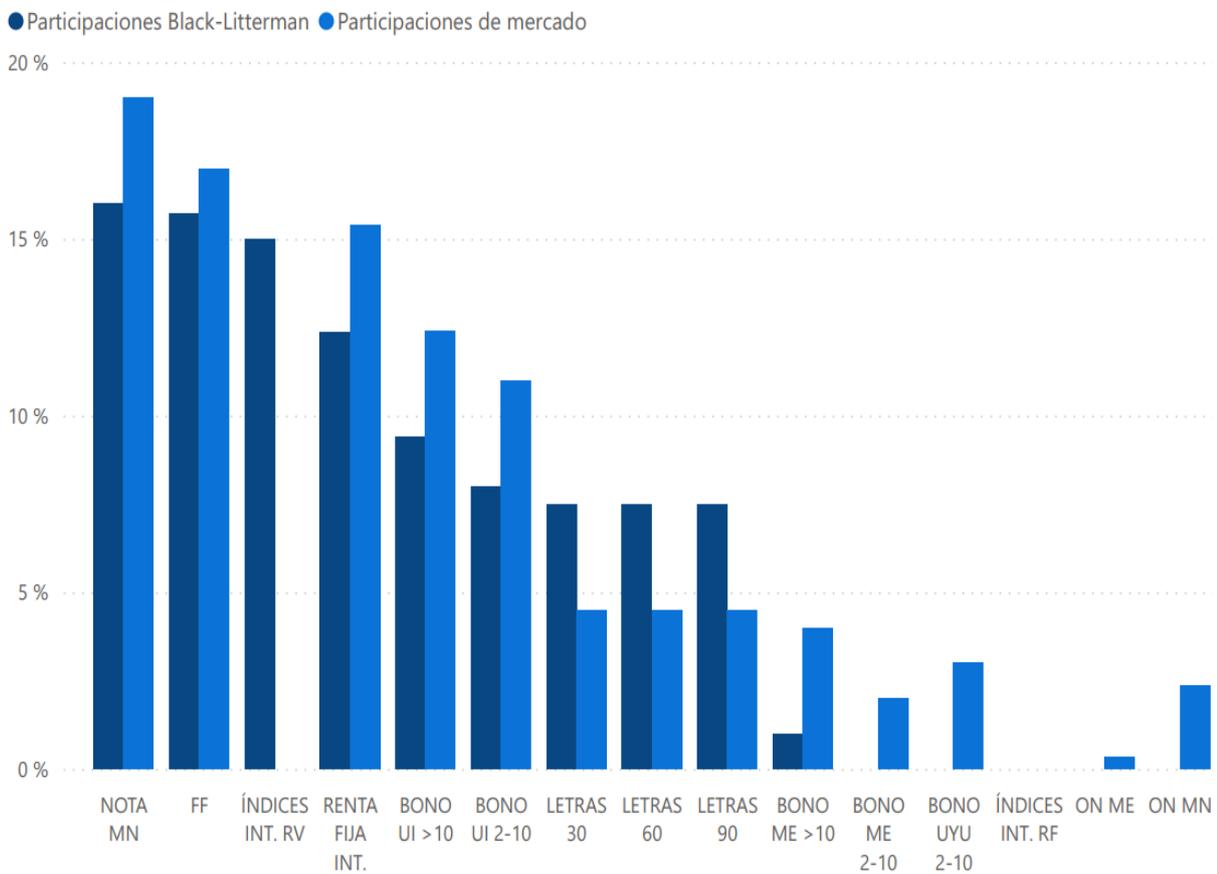
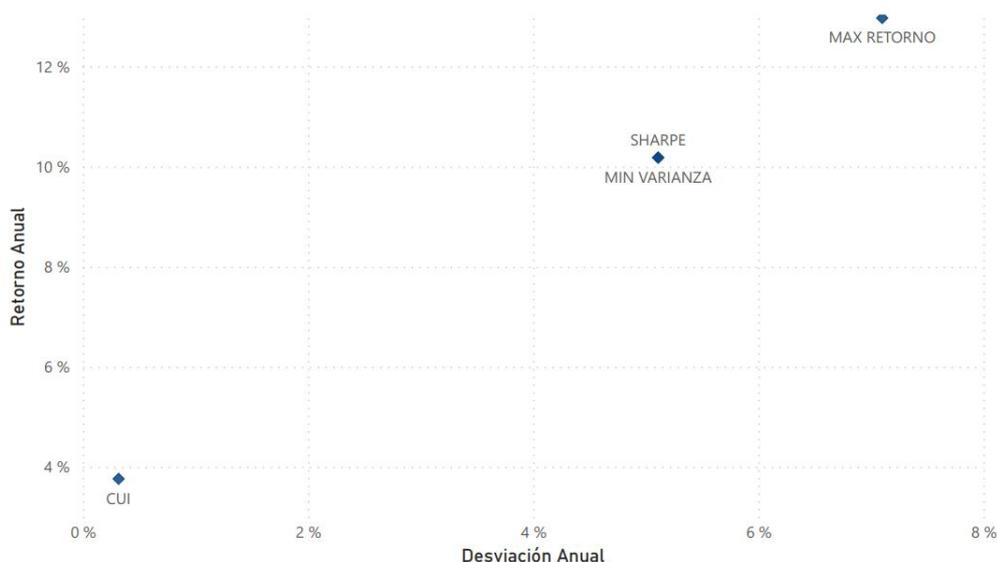


Gráfico 9: Portafolios eficientes



Lo que evidencian los portafolios generados en el Caso 2 es que efectivamente la inclusión de renta variable internacional incrementa considerablemente la rentabilidad esperada, lo que tiene como consecuencia intrínseca un incremento en la volatilidad. Sin embargo, el posicionamiento no se dio para el caso de los índices de renta fija internacionales, siendo que, en ningún portafolio generado, el algoritmo buscó posicionarse en estos instrumentos. La explicación se centra en que las tasas de interés mundiales se encuentran en niveles históricamente bajos y muy cercanas al 0%, lo cual hace a estos instrumentos poco atractivos a pesar de ser instrumentos de altísima calidad crediticia. Es plausible preguntarse si un paquete de índices internacionales de renta fija en países emergentes pueda resultar más interesante en términos de rendimiento y riesgo esperado.

Nótese en este análisis que, *in absentia* de *views* relacionadas a la economía doméstica, en particular, sin incluir perspectivas de inflación y depreciación (como si se hizo en la sección anterior), el nuevo portafolio selecciona activos como LRM y disminuye la ponderación en el resto de los instrumentos con el fin de incrementar la participación destacada de los índices internacionales de renta variable.

Ex post, con estos cambios se alcanza un portafolio con una *performance* significativamente mejor en términos de rendimiento (10.18%) pero a su vez se asume mayor riesgo (5.11%) en relación con el Caso Base (1.36%). Sorpresivamente la volatilidad disminuyó en relación con el Caso 1, lo que puede estar explicado por una menor correlación de estos instrumentos que impacta positivamente en la distribución de los riesgos en el portafolio.

Un análisis preliminar, acorde a los datos analizados en el Caso 2, sugiere que efectivamente incorporar renta variable internacional mejora los rendimientos del portafolio, aunque al mismo tiempo se obtiene un incremento en la volatilidad.

Tabla 6					
Participaciones de mercado vs Black-Litterman Caso 2					
Activos	π_M	μ_{BL}	ω_M	ω_{BL}	$\Delta(BL-Mercado)$
RENTA FIJA INT.	0,12%	0,07%	15,38%	12,44%	-2,94%
ON ME	0,09%	0,02%	0,36%	0,12%	-0,24%
ON MN	0,03%	0,01%	2,36%	0,27%	-2,09%
NOTA MN	0,08%	0,05%	19,00%	15,56%	-3,44%
FF	0,00%	0,00%	17,00%	14,54%	-2,46%
BONO UYU 2-10	0,07%	0,06%	3,00%	0,05%	-2,95%
BONO UI 2-10	0,26%	0,13%	11,00%	7,97%	-3,03%
BONO UI >10	0,28%	0,14%	12,40%	9,12%	-3,28%
BONO ME 2-10	0,12%	0,06%	2,00%	1,12%	-0,88%
BONO ME >10	0,15%	0,11%	4,00%	1,24%	-2,76%
LETRAS 30	0,00%	0,00%	4,50%	7,40%	2,90%
LETRAS 60	0,00%	0,00%	4,50%	7,56%	3,06%
LETRAS 90	0,00%	0,00%	4,50%	7,61%	3,11%
INDICES INT. RF	0,11%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
INDICES INT. RV	0,12%	0,37%	0,00%	15,00%	15,00%

En síntesis, los resultados de la composición del nuevo portafolio lucen coherentes con las *views* que fueron establecidas. En primer lugar, las expectativas de tasas de interés internacionales permanecen estables en el rango 0-0.25%, sin aumentos ni disminuciones esperados, lo que hizo poco atractivo el posicionamiento en los instrumentos de renta fija internacional. En segundo lugar, las perspectivas de crecimiento en el entorno del 5.7% repercuten positivamente en las expectativas de rendimiento de los índices internacionales de renta variable en las economías analizadas, por lo que resultó altamente atractivo posicionarse en estos.

En términos agregados, esto da como resultado:

- i) Un menor posicionamiento en activos locales con excepción de las letras.
- ii) Un esquema de bajos incentivos de inversión en renta fija internacional de economías de altísimo rating crediticio que se visualiza en una participación nula.
- iii) Un posicionamiento muy relevante en índices de renta variable internacional.

Capítulo 6. Caso 3 – Optimización con el esquema Multifondos

El objetivo de esta sección es analizar la conveniencia de adicionar un nuevo subfondo al actual esquema regulatorio que presenta dos subfondos. Acorde a las bases teóricas planteadas con anterioridad, esta propuesta puede derivar no sólo en un mejor ajuste de los portafolios a las trayectorias laborales y las percepciones al riesgo de los afiliados a lo largo de su vida activa sino también a niveles más altos en las tasas de reemplazo en el largo plazo. Estos resultados son altamente deseables para las AFAP y el Sistema de Pensiones en general, que logra canalizar los fondos de una forma más eficiente.

En síntesis, se intenta plantear un esquema multifondos donde los parámetros asociados al riesgo cambien con el objetivo de adaptarse mejor a la trayectoria laboral del aportante, en búsqueda de mejores resultados en el consolidado de los subfondos⁴¹.

6.1 Estrategias

Se pueden establecer, al menos, tres estrategias con el fin de modelizar el esquema multifondos planteado. Esto es, formas teóricas de segmentar los subfondos en base a ciertas características, tales como la edad o la aversión al riesgo del afiliado.

- a. Una primera forma contempla al parámetro por excelencia asociado al riesgo en el modelo de B&L: λ . Cuanto más cercano esté a la unidad, más averso es el inversor, y cuanto más cercano a cero, mayor su apetito por el riesgo. De esta forma, se pueden generar portafolios adecuados al riesgo del afiliado, asignando un valor distinto a λ .
- b. Otra forma posible consiste en asignar nuevos literales, tal como se hizo en el Caso 2 (supongamos literales X e Y) donde cada uno implica la posibilidad de invertir en activos de renta fija y variable internacional. El objetivo es que al optimizar, se le asignen límites según los intereses de los inversores. Las franjas mínimas y máximas determinan la tolerancia al riesgo de cada subfondo frente a los nuevos instrumentos de inversión.
- c. Una tercera manera consiste en realizar un esquema de *Value at Risk* (VaR) por subfondo, donde se le asignan distintas franjas máximas de tolerancia al riesgo acorde a las necesidades establecidas. (Pulgarín et. al, 2015)

Cualquiera de estas metodologías es teóricamente válida en el presente análisis. Se continúa presentando algunas experiencias internacionales que puedan ofrecer un marco de referencia para Uruguay y mediante esta búsqueda se desarrolla una propuesta que se enfoca en las premisas del punto b.

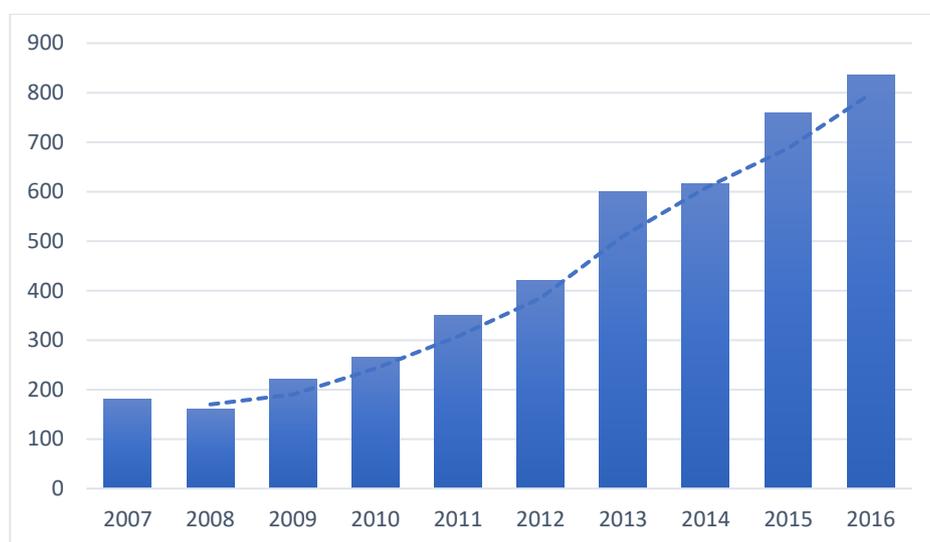
⁴¹ Si bien el esquema multifondos ya está planteado en Uruguay, se busca continuar gradualmente con la ampliación de al menos un subfondo más con miras a un fondo generacional. Estos conceptos se desarrollan con mayor profundidad en <https://www.unioncapital.com.uy/novedades/fondos-generacionales>

6.2 Experiencias internacionales

Las experiencias internacionales entorno a los esquemas multifondos han sido variadas, y se han acelerado luego de la reforma de pensiones de Estados Unidos en 2006. En esta reforma se estableció la *Pension Protection Act (United States Department of Labor)*, que implicó que los trabajadores se afiliaran a un plan de pensiones de forma automática catalogado como *Qualified Default Investment Alternatives (QDIA)* con la posibilidad de darse de baja⁴². Entre otros objetivos, se intentó solucionar la falta de cobertura que presentaba el sistema con los planes de pensiones conocidos como 401 (k). El *QDIA* debe ser gestionado por un administrador de activos registrado en la Ley de Compañías de Inversión, y debe establecer un plan dentro del Ciclo de Vida (o *Target Date Fund*), Fondo Balanceado o cuenta administrada profesionalmente. (CONSAR,2018)

En el siguiente gráfico se observa la evolución de los activos invertidos en Estados Unidos en este tipo de esquemas, que luego de la aplicación de la reforma de 2006 mostraron un crecimiento sostenido en el tiempo.

Gráfico 10: *Activos invertidos en Target Date Funds en billones de USD*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Morningstar.

Una característica deseable para los TDF es que son estrategias de inversión que se emplean a un bajo costo para el inversionista, dado que son fondos que a su vez invierten en otros vehículos como fondos o índices (mediante ETFs). Una tendencia de largo plazo es que los costos de administración de los fondos mutuos y ETF se han reducido sistemáticamente al tiempo que crecen los activos administrados. En Estados Unidos, las comisiones cobradas por los TDF en promedio disminuyeron un 31% en el periodo 2009-2016, al tiempo que los activos administrados se multiplicaron por cuatro veces. (CONSAR,2018). A esta situación se la conoce en la teoría microeconómica como economía de escala.

⁴² Hallazgos de Richard Thaler en el campo de la economía del comportamiento (*behavioral economics*) sugirieron que la inscripción automática a un plan de pensiones con posibilidad de darse de baja genera mejores resultados que una inscripción voluntaria. Esto se explica por la complejidad de la decisión para el trabajador. La opción por *default* genera mejores resultados.

La oferta de fondos generacionales es liderada en Estados Unidos por *Vanguard, Fidelity* y *T. Rowe Price*, quienes en su conjunto administran el 70% de los activos. También tienen participaciones importantes *Blackrock, Pimco, American Funds* y *JP Morgan*. En los últimos años se extendió este mecanismo a Reino Unido, Hong Kong, Australia y Nueva Zelanda, entre otros.

En el plano regional, en mayo de 2019, México adoptó el esquema de fondos generacionales, lo cual implica un paso más allá de los esquemas multifondos. Fue el primer país latinoamericano en adoptarlo en sus fondos de pensiones⁴³. A su vez, Perú, Chile y Colombia se encuentran en etapas muy avanzadas de los esquemas multifondos. Resulta interesante analizar y tomar como referencia estos casos de aplicación e implementación en vistas a una reconversión del esquema actual en Uruguay (Barcia et al., 2017).

A modo ilustrativo, Chile cuenta con cinco subfondos habilitados, con distinta tolerancia al riesgo entre estos (desde muy riesgoso hasta muy conservador). Asimismo, el modelo tiene cierta flexibilidad para que el ahorrista pueda elegir el subfondo, en especial en edades tempranas (Hormazábal, 2010). El modelo de Perú es similar, aunque presenta tres subfondos, lo que conlleva a que cada franja de edad sea más amplia.

Es posible que la eficiencia del sistema en cuanto a la asignación de las inversiones esté relacionada con la cantidad de subfondos dado que, según la teoría del *glidepath*, sería más adecuada la asignación del riesgo para cada rango de edad. Cuanto más pequeño este rango de edad, más se aproxima el modelo a la trayectoria laboral y de vida del afiliado. En otras palabras, la curva riesgo-rendimiento se ajusta mejor a la curva del *glidepath*. Sin embargo, un ajuste todavía mayor se brinda con un fondo generacional, donde se evitan escalonamientos entre los subfondos delimitados por los rangos de edad, siendo el propio régimen el que varía en el tiempo.

En resumen, el Caso 3 se intenta apoyar en el esquema multifondos implementado en Perú en 2005, considerando a su vez, algunas ideas del modelo chileno⁴⁴ y del mexicano.

El modelo de las AFP en Perú tiene los siguientes límites por tipo de instrumento.

Tabla 7

Límites por tipo de instrumento AFP Perú

Instrumento	Fondo 1 - Mantenimiento del Capital	Fondo 2 - Mixto	Fondo 3 - Crecimiento
Renta variable	10%	45%	80%
Renta fija	100%	75%	70%
Derivados	10%	10%	20%
Certificados/activos en depósitos	40%	30%	30%

Fuente: BBVA Research

⁴³ La diferencia principal entre el esquema multifondos y los fondos generacionales es que, en el primer caso, los recursos de los trabajadores se transfieren de una Sociedad de Inversión Especializada en Fondos para el Retiro (SIEFORE) a otra cuando el trabajador cumple cierta edad y en el segundo caso, es el propio Régimen de Inversión del fondo el que cambia a través del tiempo. La noticia se puede visualizar en el sitio del Gobierno de México <https://www.gob.mx/consar/articulos/se-modifica-el-regimen-de-inversion-para-transitar-de-un-esquema-de-multifondos-a-un-esquema-de-fondos-generacionales>

⁴⁴ Para obtener información adicional consultar en <https://www.spensiones.cl>

Como se puede apreciar en el cuadro, cada subfondo acepta mayor tolerancia al riesgo dada por la renta variable y los instrumentos derivados, de acuerdo a la teoría del Ciclo de Vida⁴⁵.

El modelo chileno, por su parte, establece los siguientes límites a la renta variable en cada uno de los subfondos. Nótese la particularidad de no solo tener máximo sino también mínimo, en otras palabras, es una imposición legal a que sea invertido mínimamente en determinada cantidad.

Tabla 8

Límites Renta Variable AFP Chile

Máx/Mín	Más Riesgoso	Riesgoso Intermedio	Conservador	Más Conservador
Máximo	10%	45%	80%	45%
Mínimo	40%	30%	30%	30%

Fuente: BBVA Research

Asimismo, las SIEFORE de México también establecieron escalonamientos por rangos de edad con cinco subfondos y similares límites en renta variable (Hormazábal,2010).

En base a estas experiencias, y en línea con lo planteado por ANAFAP⁴⁶ y la CESS, la propuesta para Uruguay consiste en incluir un tercer subfondo destinado específicamente a las personas jóvenes al esquema general, tal como se describe debajo:

1. Subfondo de Crecimiento: Estarán aquí incluidos los aportantes de hasta 35 años.
2. Subfondo de Acumulación: Aportantes de entre 36 y 55 años.
3. Subfondo de Retiro: Aportantes a partir de los 56 años hasta la edad de retiro.

Los límites máximos⁴⁷ de renta fija y variable internacional se fijan según la siguiente tabla:

Tabla 9

Límites Renta Fija y Variable Uruguay

Instrumento	Crecimiento	Acumulación	Retiro
Renta Variable Int.	25%	15%	0%
Renta Fija Int.	25%	15%	0%

Por otro lado, la exposición a activos en moneda extranjera tiene los siguientes toques:

Tabla 10

Límites Moneda extranjera

Instrumento	Crecimiento	Acumulación	Retiro
Moneda extranjera	50%	35%	15%

A su vez, se permite también que los afiliados de hasta 35 años puedan traspasarse al subfondo de Acumulación, por lo que no necesariamente el subfondo de Crecimiento es una imposición, sino más bien una opción por defecto de la cual pueden apartarse. Véase el apéndice D.

⁴⁵ Para un examen más detallado consultar en <https://www.asociacionafp.pe/>

⁴⁶ En su publicación de “Esquema de Multifondos: Una propuesta para Uruguay” evalúan los casos de Chile, México, Perú, Colombia y concluyen con una propuesta para Uruguay.

⁴⁷ Estos toques van en línea con lo establecido en la Memoria Anual 2020 de República AFAP donde se plantea elevar el margen de inversión en el exterior a 30% sin restricciones por clase de activo.

De esta forma, el esquema general se presenta de la siguiente manera:

Tabla 11

Propuesta de esquemas multifondos para Uruguay

Fondo	≤ 35 años	≤36≤55 años	≥56 años
Subfondo de Retiro	No Permitido	No Permitido	Por defecto
Subfondo de Acumulación	Permitido	Por defecto	No Permitido
Subfondo de Crecimiento	Por defecto	No Permitido	No Permitido

Fuente: ANAFAP

Nótese que para el resto de los límites se continúa con la regulación vigente.

Resultados Caso 3

Los cambios en términos de resolución del modelo en relación con el Caso 2 fueron únicamente un aumento del límite en moneda extranjera y cambios en los máximos de los literales X e Z para cada subfondo (Crecimiento, Acumulación y Retiro) acorde a las tablas 9 y 10.

6.3.1 Caso 3.1 – Subfondo de Crecimiento

Los resultados generales de los portafolios generados para este subfondo fueron:

Tabla 12

Resultados Caso 3.1 - Black-Litterman

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	4,85%	3,99%
SHARPE	14,15%	6,40%
MAX RETORNO	15,86%	7,47%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Participaciones de mercado y Black-Litterman

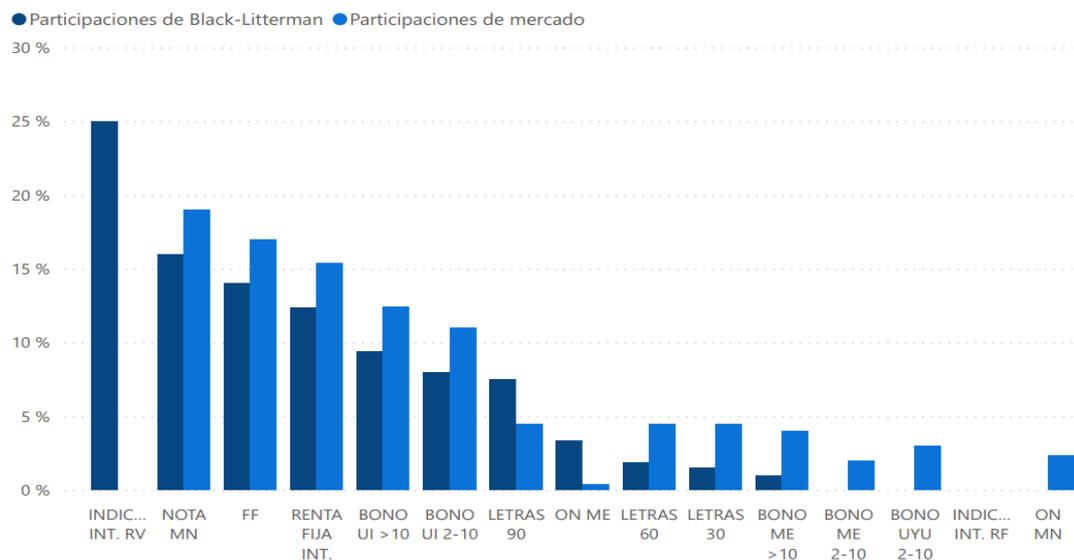
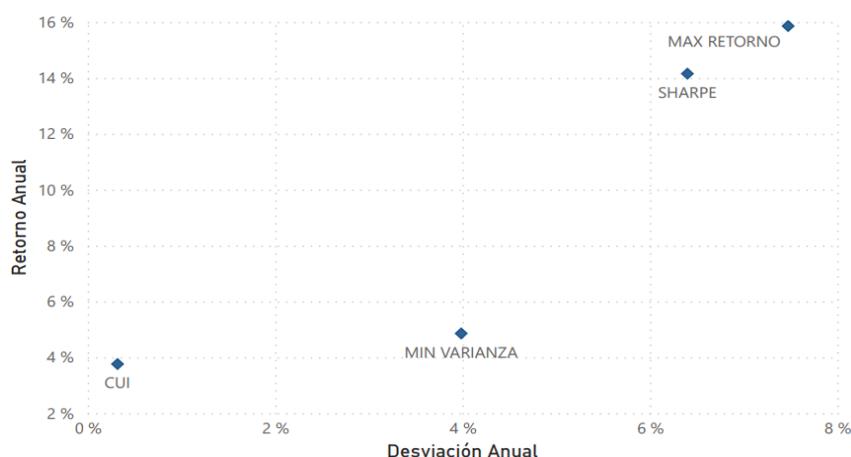


Gráfico 12: Portafolios eficientes



El límite del 25% en renta variable internacional, así como el aumento del límite en moneda extranjera se presenta como una gran ventaja para este subfondo de crecimiento para los jóvenes, ya que, en este caso, otorga rendimientos muy elevados, aunque al mismo tiempo incrementa la volatilidad.

Al igual que el Caso 2, los resultados en la optimización del modelo no buscan posicionarse en los índices de renta fija internacional, aunque si lo hace para los índices bursátiles internacionales, que son financiados en gran parte por la reducción en la participación en los activos locales. Este portafolio alcanza una *performance* significativamente mejor en términos de rendimiento (14.15%) pero a su vez se asume más riesgo (6.40%) en relación con el Caso Base (1.36%). Cabe destacar que éste es el portafolio con mayor rendimiento y a la vez con mayor riesgo de todos los analizados en el trabajo. Véase el apéndice E.

Tabla 13					
<i>Participaciones de mercado vs Black-Litterman</i>					
<i>Caso 3.1</i>					
Activos	π_M	μ_{BL}	ω_M	ω_{BL}	$\Delta(BL-Mercado)$
RENDA FIJA INT.	0,12%	0,07%	15,38%	12,08%	-3,30%
ON ME	0,10%	0,12%	0,36%	3,43%	3,07%
ON MN	0,03%	0,01%	2,36%	0,08%	-2,29%
NOTA MN	0,09%	0,05%	19,00%	15,41%	-3,59%
FF	0,00%	0,00%	17,00%	14,48%	-2,52%
BONO UYU 2-10	0,10%	0,05%	3,00%	0,22%	-2,78%
BONO UI 2-10	0,26%	0,13%	11,00%	8,14%	-2,86%
BONO UI >10	0,28%	0,14%	12,40%	9,31%	-3,09%
BONO ME 2-10	0,12%	0,06%	2,00%	0,12%	-1,88%
BONO ME >10	0,15%	0,11%	4,00%	1,21%	-2,79%
LETRAS 30	0,00%	0,00%	4,50%	1,24%	-3,26%
LETRAS 60	0,00%	0,00%	4,50%	1,87%	-2,63%
LETRAS 90	0,00%	0,00%	4,50%	7,31%	2,81%
INDICES INT. RF	0,11%	0,04%	0,00%	0,11%	0,11%
INDICES INT. RV	0,12%	0,37%	0,00%	25,00%	25,00%

6.3.2 Caso 3.2 – Subfondo de Acumulación

Este caso parte de situación similar al Caso 3.1 aunque disminuye su exposición en moneda extranjera (a 35%) y a los índices de renta fija y variable internacional (a 15% en total).

Los resultados generales de los portafolios generados para este subfondo fueron:

Tabla 14

Resultados Caso 3.2 - Black-Litterman

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	4,85%	3,99%
SHARPE	10,18%	5,11%
MAX RETORNO	12,96%	7,08%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13: Participaciones de mercado y Black-Litterman

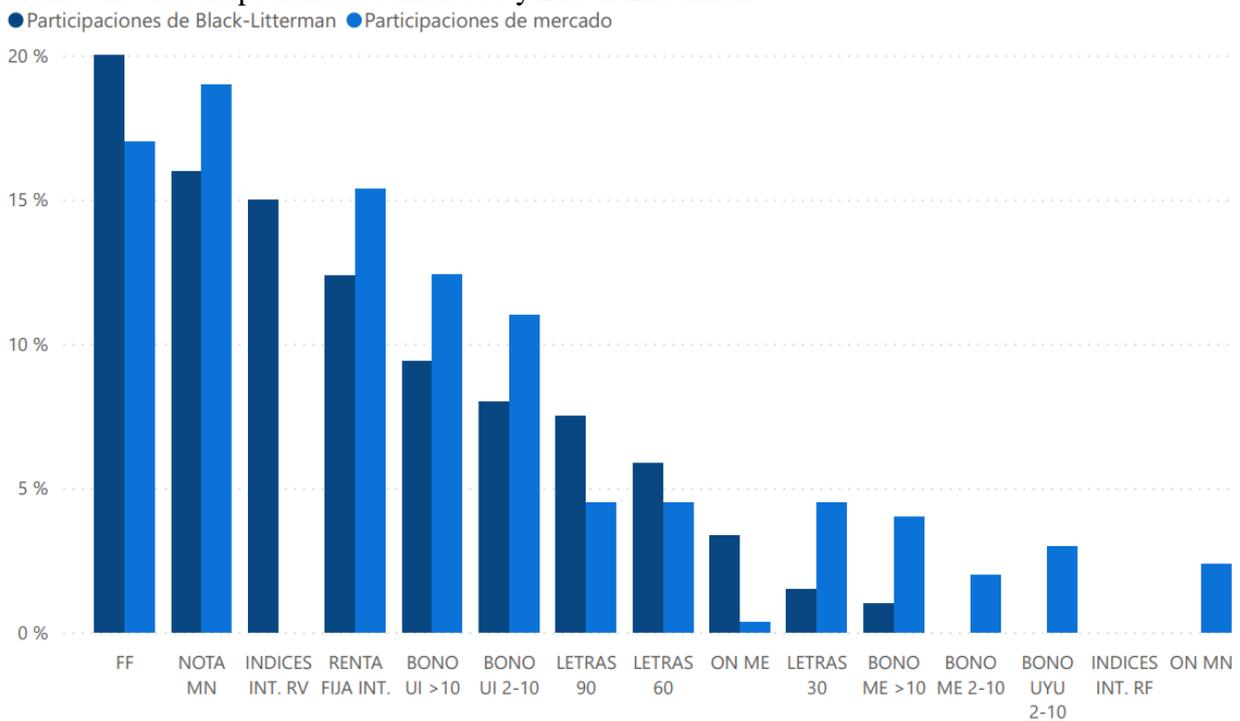
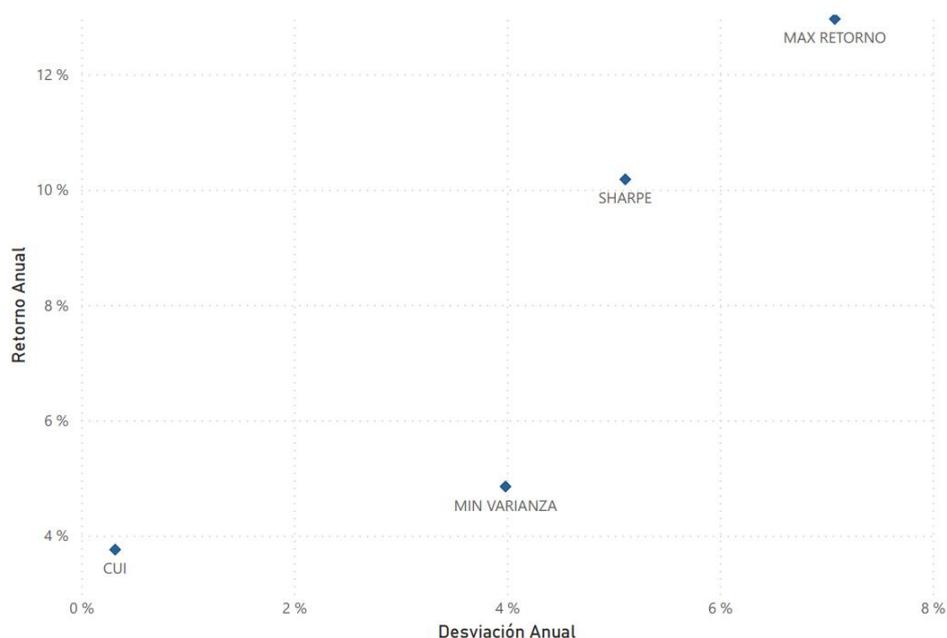


Gráfico 14: Portafolios eficientes



Similar al Caso 2 y 3.1, al optimizar, se busca invertir lo mayor posible en índices internacionales de renta variable, financiando los mismos con una disminución en la posición de activos locales. La diferencia de pasar de 25% a 15% en renta variable internacional se invierte en Letras, en proyectos de fideicomisos financieros y en algunas obligaciones negociables denominadas en dólares. Véase el apéndice F.

Tabla 15					
Participaciones de mercado vs Black-Litterman Caso 3.2					
Activos	π_M	μ_{BL}	ω_M	ω_{BL}	$\Delta(BL-Mercado)$
RENTA FIJA INT.	0,12%	0,07%	15,38%	11,24%	-4,14%
ON ME	0,10%	0,12%	0,36%	4,36%	4,00%
ON MN	0,03%	0,01%	2,36%	0,50%	-1,86%
NOTA MN	0,09%	0,05%	19,00%	16,00%	-3,00%
FF	0,00%	0,00%	17,00%	19,51%	2,51%
BONO UYU 2-10	0,10%	0,05%	3,00%	0,54%	-2,46%
BONO UI 2-10	0,26%	0,13%	11,00%	7,45%	-3,55%
BONO UI >10	0,28%	0,14%	12,40%	8,26%	-4,14%
BONO ME 2-10	0,12%	0,06%	2,00%	1,21%	-0,79%
BONO ME >10	0,15%	0,11%	4,00%	1,12%	-2,88%
LETRAS 30	0,00%	0,00%	4,50%	1,53%	-2,97%
LETRAS 60	0,00%	0,00%	4,50%	5,56%	1,06%
LETRAS 90	0,00%	0,00%	4,50%	7,72%	3,22%
INDICES INT. RF	0,11%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
INDICES INT. RV	0,12%	0,37%	0,00%	15,00%	15,00%

6.3.3 Caso 3.3 – Subfondo de Retiro

Este subfondo es el más conservador y por lo tanto tiene características similares al Caso 1 donde no era posible invertir en activos internacionales de renta fija y variable internacional. También establece un límite relativamente bajo para inversiones en moneda extranjera.

Justamente lo que se busca es una baja exposición al riesgo en los últimos años de la vida laboral por lo que se pretenden inversiones de rápida transacción y liquidación preferentemente en el mercado doméstico.

Los resultados generales de los portafolios generados para este subfondo fueron:

Tabla 16

Resultados Caso 3.3 - Black-Litterman

Portafolio	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,76%	0,32%
MIN VARIANZA	4,85%	3,99%
SHARPE	5,36%	4,30%
MAX RETORNO	7,37%	5,99%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: Participaciones de mercado y Black-Litterman

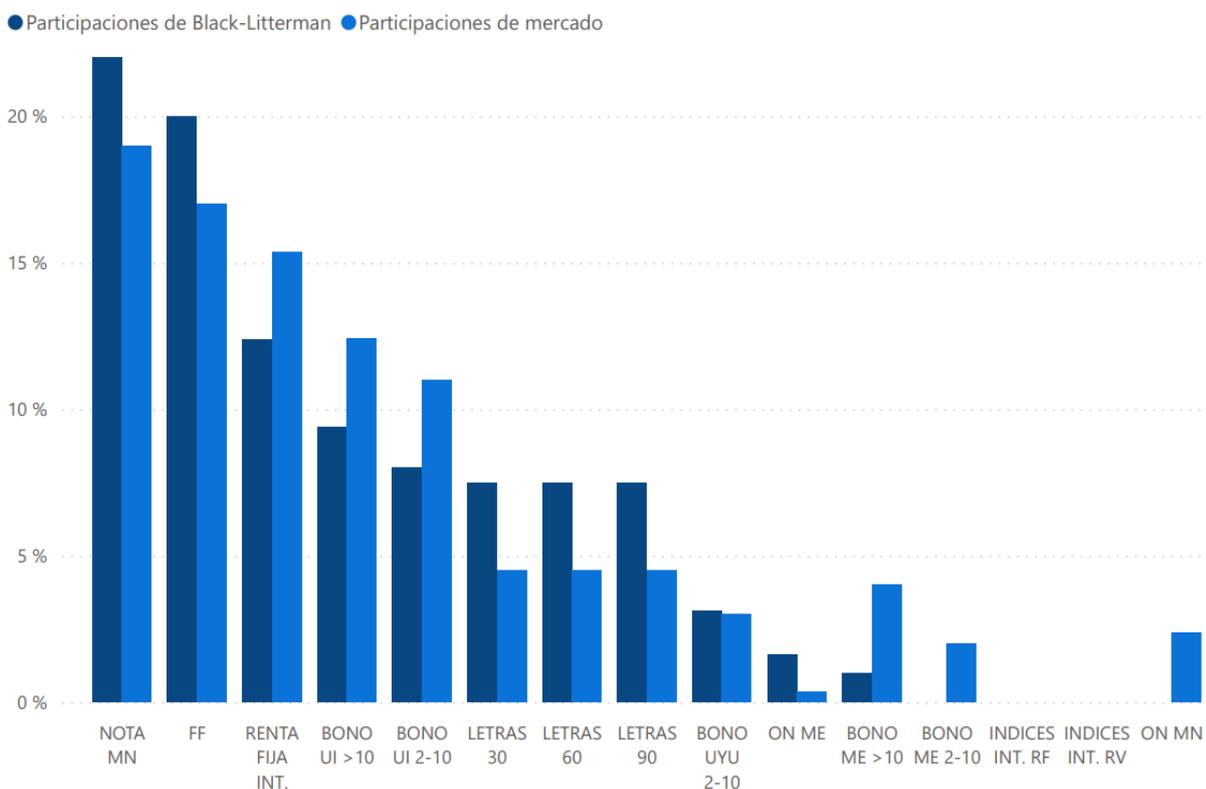
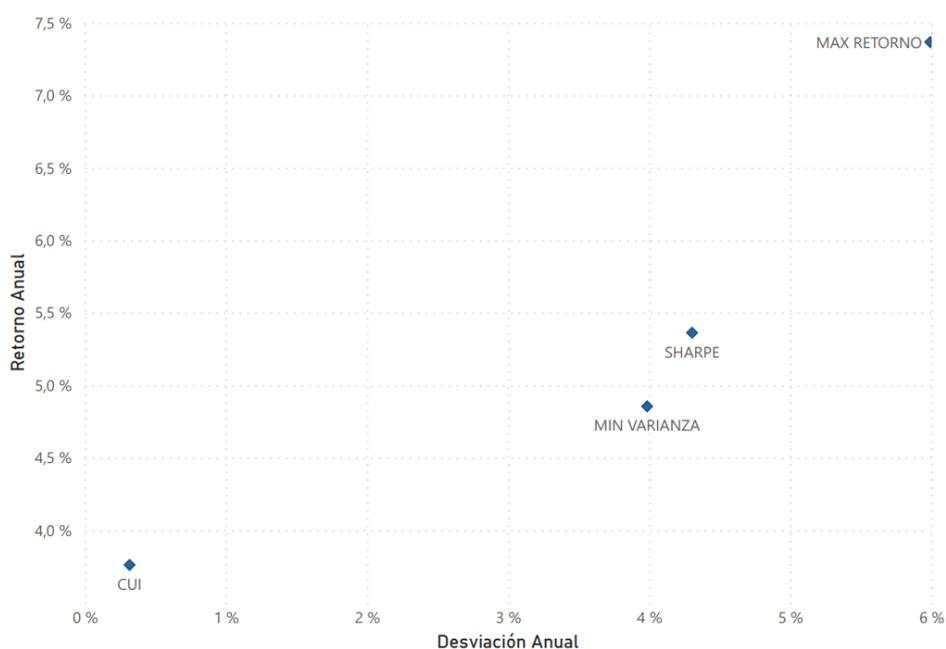


Gráfico 16: Portafolios eficientes



Los resultados de este caso implican una redistribución de los activos locales, con un posicionamiento superior en LRM y en Notas denominadas en pesos uruguayos. Otra característica visible es que se reduce en gran manera la exposición en moneda extranjera del portafolio independientemente de su plazo. Véase el apéndice G.

Tabla 17					
Participaciones de mercado vs Black-Litterman Caso 3.3					
Activos	π_M	μ_{BL}	ω_M	ω_{BL}	$\Delta(BL-Mercado)$
RENTA FIJA INT.	0,12%	0,07%	15,38%	13,42%	-1,96%
ON ME	0,10%	0,12%	0,36%	1,63%	1,27%
ON MN	0,03%	0,01%	2,36%	0,34%	-2,02%
NOTA MN	0,09%	0,05%	19,00%	21,14%	2,14%
FF	0,00%	0,00%	17,00%	18,56%	1,56%
BONO UYU 2-10	0,10%	0,05%	3,00%	3,19%	0,19%
BONO UI 2-10	0,26%	0,13%	11,00%	7,93%	-3,07%
BONO UI >10	0,28%	0,14%	12,40%	9,58%	-2,82%
BONO ME 2-10	0,12%	0,06%	2,00%	0,79%	-1,21%
BONO ME >10	0,15%	0,11%	4,00%	1,10%	-2,90%
LETRAS 30	0,00%	0,00%	4,50%	7,53%	3,03%
LETRAS 60	0,00%	0,00%	4,50%	7,48%	2,98%
LETRAS 90	0,00%	0,00%	4,50%	7,31%	2,81%
INDICES INT. RF	0,11%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
INDICES INT. RV	0,12%	0,37%	0,00%	0,00%	0,00%

Capítulo 7. Medidas de desempeño

7.1 Frontera de eficiencia

En este capítulo se presentan algunas medidas de resumen de los portafolios analizados en el trabajo, de forma de tener una visión global que de sólidos fundamentos a las conclusiones. En términos generales, las medidas de desempeño se utilizan para analizar cómo se comportan los portafolios de inversión en relación con el mercado, analizando tanto rendimientos como riesgos asumidos.

Se debe tener en cuenta que algunos de los ratios presentados se basan en el cumplimiento del CAPM⁴⁸, en la medida de que se asume que los rendimientos esperados de los activos del portafolio sean una función lineal del portafolio del mercado.

A los efectos de realizar comparaciones entre los casos, se creó un portafolio adicional (“Multifondos”), que representa lo que equivale a la trayectoria de un trabajador bajo un posible nuevo esquema regulatorio con las premisas del Caso 3 (esquema multifondos con un nuevo subfondo para los más jóvenes). Este portafolio adicional se construyó mediante una ponderación de los casos 3.1, 3.2 y 3.3 acorde a la cantidad de años que se supone estaría un trabajador hasta la edad de retiro, al evolucionar la cantidad de años en cada subfondo, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 18

Ponderación Esquema Multifondos

Edad	Subfondo	Años p/Subfondo	Ponderación
≤ 35 años	Subfondo de Crecimiento	16*	38%
36-55 años	Subfondo de Acumulación	20	48%
≥ 56 años	Subfondo de Retiro	6	14%
Total		42	100%

*Supuesto de comenzar la actividad laboral a los 20 años.

En la próxima tabla se presentan las medidas de retorno y desviación anual medidas en unidades indexadas y su posterior anualización, lo que da lugar a nuevas fronteras de eficiencia.

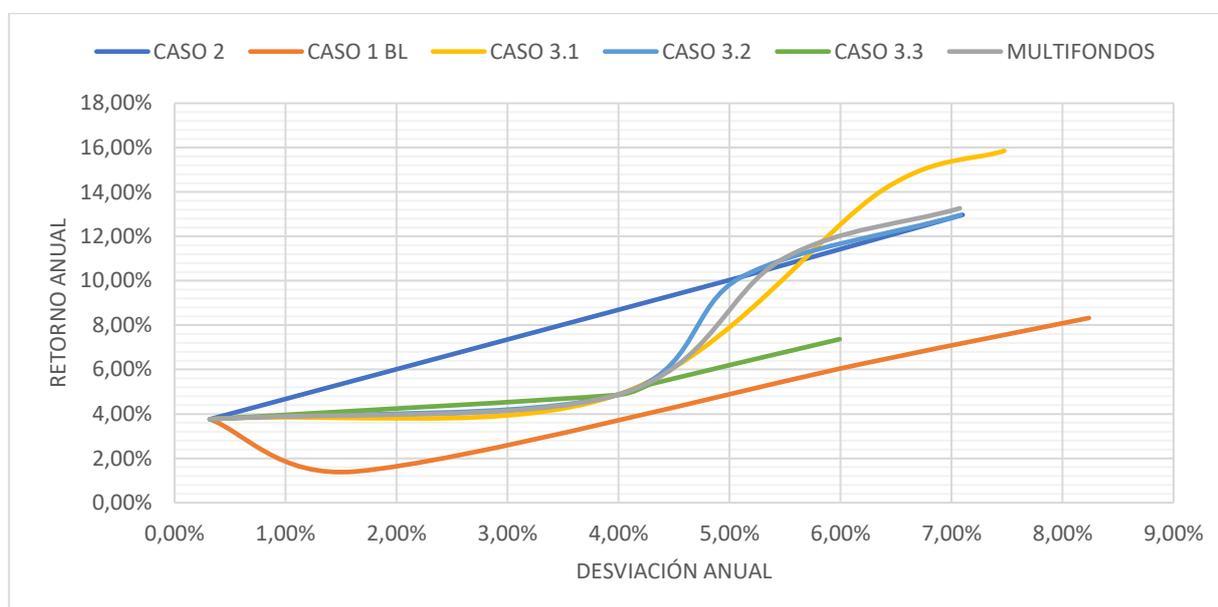
⁴⁸ Una observación en este punto es que los “betas” derivados del CAPM pueden ser sustancialmente diferentes a los “betas” calculados mediante retornos los implícitos derivados de B&L (Idzorek, 2005).

Tabla 19

Frontera de eficiencia con valores anuales

	Retorno Anual	Desviación Anual
CUI	3,15%	0,44%
BASE	4,69%	4,74%
CASO 1	6,26%	6,19%
CASO 2	10,18%	5,11%
CASO 3.1	14,15%	6,40%
CASO 3.2	10,18%	5,11%
CASO 3.3	5,36%	4,30%
MULTIFONDO	10,97%	5,49%

Gráfico 17: Fronteras de eficiencia



Resulta interesante analizar la frontera del Caso 2, siendo la curva que alcanza niveles superiores en el plano media-varianza, hasta cierto umbral de riesgo. Esto es, en la comparativa global, el resto de los portafolios son ineficientes. A un mismo nivel de riesgo, todas las estrategias son superadas por la del Caso 2. Sin embargo, si se aceptan niveles de riesgo mayores a 5.50%, existen portafolios mejores como lo son el Caso 3.1, 3.2 e inclusive la propuesta Multifondos. El *quid* del asunto aquí es que el “salto” de calidad se produce al adquirir mayor exposición hacia activos internacionales y esto se refleja en el diferencial entre la curva del Caso 1 y el resto. Esta diferencia se puede interpretar, *grosso modo*, como oportunidades de mejoría de la regulación actual.

Como se puede observar, el Caso 3.1 fue el que generó mejores resultados en términos de retorno, pero al mismo tiempo el que tuvo mayor volatilidad. Por el contrario, la curva CUI, que se puede considerar como *benchmark* del mercado local, fue la de menor retorno, pero con menor volatilidad. Esto resulta consistente con la teoría financiera, dado que la curva CUI representa el retorno de referencia mínimo de las emisiones soberanas locales (Notas, Letras y Bonos), mientras que el Caso 3.1 representa el portafolio con mayor exposición al riesgo.

Ex post, nótese que a medida que fueron quitadas ciertas restricciones, el retorno global aumentó al igual que el riesgo, para posteriormente volver hacia portafolios más conservadores y restrictivos como el caso 3.3. Por este motivo, es que se necesita de medidas complementarias para continuar la comparación.

7.2 Medidas de desempeño

Las medidas de desempeño que se presentan abarcan gran parte de las empleadas en la literatura. Se consideraron la mayor cantidad posible con el fin de obtener conclusiones desde diferentes puntos de vista cuantitativos. Éstas son: Sharpe Ratio, Beta, Alpha de Jensen, Tracking Error (TE), Ratio de Información (RI) e Índice de Treynor. Las definiciones matemáticas de estas medidas se encuentran en el anexo 14. De forma homóloga, los gráficos de los resultados de cada medida se encuentran en el apéndice H.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las medidas de desempeño calculadas para cada caso, al utilizar en todos los casos el portafolio que maximiza el ratio de Sharpe:

Tabla 20: *Medidas de desempeño*

<i>Medidas de desempeño</i>	BASE	CASO 1	CASO 2	Crecimiento	Acumulación	Retiro	MULTIFONDOS
				CASO 3.1	CASO 3.2	CASO 3.3	
Sharpe Ratio (SR)	9,09%	13,89%	37,45%	46,03%	37,45%	14,30%	38,67%
Beta	0,49	0,49	0,55	0,51	0,55	0,50	0,53
Alpha de Jensen	0,07%	0,04%	0,10%	0,20%	0,11%	0,06%	0,14%
Tracking error anualizado (TE)	0,07%	0,19%	0,36%	0,70%	0,36%	0,10%	0,45%
Ratio de Información (RI)	0,36	0,54	1,51	1,85	1,51	0,57	1,50
Indice de Treynor (T)	3,17%	6,34%	12,79%	21,58%	12,79%	4,39%	14,94%

Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente manera:

El Sharpe Ratio (*SR*) muestra cuales fueron los portafolios más eficientes, que maximizan el retorno con respecto al índice de referencia y a su vez minimizan la desviación. Se observa que el Caso 3.1 lidera frente a los Casos 3.2 y 2 y también lo hace ampliamente frente a los Casos 1 y 0. Bajo esta medida, la ponderación del esquema Multifondos permite mejorar ampliamente los resultados frente al portafolio Base. Nótese que el ratio de Sharpe es inversamente proporcional a la cantidad de restricciones de inversión que se les imponga a los subfondos, lo que alcanza un margen mayor a cinco veces en el Caso 3.1 respecto al Base.

El parámetro Beta (β) corresponde al valor de la pendiente de la recta de la regresión que pretende explicar los rendimientos de un determinado portafolio en función de los rendimientos observados del *benchmark* en un período específico. Por este motivo se lo considera una medida del riesgo sistemático. Los β calculados mediante la aproximación por la pendiente de Damodaran (2002), mostraron que todos los portafolios fueron “defensivos” o “de refugio”, siendo que todos tomaron valores menores a la unidad. Esto resulta lógico debido a la diversidad de instrumentos que cuentan las AFAP que no necesariamente acompañan a las curvas soberanas, representadas por la CUI y la ITLUP, además de las restricciones que impone la reglamentación. Los guarismos calculados oscilaron en torno al 0.50, sin notarse grandes diferencias entre los casos. Este es un factor positivo, dado que, a pesar de todos los cambios propuestos, en los portafolios *a priori* más agresivos, los β no se apartan más allá del intervalo [0.50 , 0.53], siendo el promedio entre los casos 0.52.

De alguna forma, esto era esperable, dado que aún en los portafolios más riesgosos, se continúa invirtiendo entorno al 65% en activos locales, y dentro de éstos, un 75% son de carácter soberano. Se observa una diversificación del riesgo “coherente”, dado que los portafolios no se encuentran tan altamente concentrados en el mercado local y los β no varían sustancialmente.

El indicador Alpha (α), se utiliza para medir la *performance* de un portafolio con respecto a su índice de referencia, corregidas por el riesgo relativo que brinda el β . Dicho de otro modo, mide la habilidad del gestor de obtener rendimientos por encima del índice de referencia, ajustada por el riesgo. Cabe destacar que en todos los casos el resultado obtenido fue mayor a cero. Incluso en el caso inicial, los α son mayores al *benchmark*, pero cuando se quitan restricciones el *outperform* es aún mayor. Se destaca que el Caso 3.1 nuevamente es mayor a los valores presentados por el resto de los casos, con hasta 20pbs por encima del índice de referencia.

El Tracking Error (*TE*) es una medida de volatilidad que estima cuánto se desvía la rentabilidad de un portafolio determinado de la que exhibe el índice de referencia. En general, niveles del *TE* entre 0% y 2% se asocian a gestiones pasivas (como índices); niveles entre 2% y 5% se identifican con gestiones controladas y niveles entre 5% y 7% se asocian a estrategias alternativas (*Hedge Funds*)⁴⁹. De aquí se deduce que a pesar de los cambios introducidos se continúa en una línea pasiva de inversión, lo cual es un atributo deseable para un fondo de pensiones⁵⁰. Dentro de la línea pasiva, el Caso 3.1 nuevamente aparece como el de mayor grado de diferenciación, producto de su fuerte apuesta en inversiones de renta variable en el exterior. Por otra parte, los casos más conservadores como el Base y el 3.3 se muestran muy próximos al *benchmark*.

El Ratio de Información (*RI*) mide la relación entre el diferencial de retorno del portafolio sobre su *benchmark* y el riesgo relativo asumido en la administración al diferenciarse del índice de referencia. Cabe destacar que todos los casos dieron valores positivos que oscilaron entre el intervalo [0.36,1.85], con valores mayores en los casos de mayor exposición internacional, lo que muestra la predominancia de éstos últimos.

El Índice de Treynor (*T*), similar al índice de Sharpe (que busca calcular el exceso o diferencial de rendimiento sobre la *riskfree*), lo hace sobre la base del riesgo sistemático definido por el parámetro β . Un mayor valor del índice refleja un mejor desempeño del portafolio ajustado por el riesgo sistémico. La interpretación se encuentra en sintonía con el resto de los criterios calculados donde los casos 3.1, 3.2 y 2 dominan al resto de los portafolios calculados.

⁴⁹ Estas interpretaciones son tomadas del glosario de un prospecto de un fondo de inversión de SURA Asset Management.

⁵⁰ Un informe de calificación crediticia de FixScr para República AFAP establece que se utiliza preferentemente una estrategia de inversión del tipo “pasiva”, basando las decisiones en factores de carácter permanente y estructural de forma de alcanzar los objetivos de largo plazo. (No obstante, podrá ser más activo ante ineficiencias del mercado o coyunturas favorables de corto plazo).

Capítulo 8. Conclusiones

Limitaciones

Es pertinente resaltar una serie de limitaciones que presenta el trabajo, que afectan tanto el alcance como la interpretación de los resultados. Éstas son principalmente de carácter metodológico (respecto al muestreo y al método de optimización), y también referidas a otras cuestiones más generales con respecto al objeto de estudio.

Respecto al muestreo

En primer lugar, fue necesario reducir el horizonte de activos financieros a utilizar por aspectos metodológicos. Es el caso de las Letras de Regulación Monetaria, que debido al gran número de activos elegibles y su corta madurez (que impedía obtener una cantidad suficiente de observaciones), se optó por utilizar como *proxy* a la curva ITLUP de BEVSA. Esto puede resultar un inconveniente en la medida que se seleccionan precios de una curva que tiene su propia metodología de cálculo y no precisamente de los activos en cuestión, a diferencia del resto de los activos. A su vez, no se consideraron los depósitos en bancos, certificados de depósito, acciones locales, entre otros activos que difieren sustancialmente en el método del cálculo de la rentabilidad. Al mismo tiempo, tampoco fueron considerados algunos otros activos por tener pocas observaciones temporales, no representativas de una muestra fidedigna de un período extenso de tiempo.

En segundo lugar, el método de cálculo de la rentabilidad de los fideicomisos financieros y/o activos alternativos (semejante al concepto de Curva J^{51} a largo plazo), difieren del método de cálculo tradicional de la renta fija. Aquí es crucial entender el marco temporal de la investigación en relación con la obtención de los flujos de los fideicomisos en el largo plazo. En este caso, los precios no variaron sustancialmente en el período, y se optó por mantenerlos dada la importante participación en el total del portafolio. En definitiva, reflejan a grandes rasgos la variación de la moneda negociada y algunas oscilaciones existentes en el precio.

En tercer lugar, el período de análisis de la investigación incluye al año 2020, cuando comenzó la crisis mundial derivada del COVID-19. En el plano local, existió un cambio de gobierno, lo que trajo una gran cantidad de cambios relacionados. Por ejemplo, un asunto interesante para el trabajo fue la modificación en el instrumento de regulación monetaria, desde el control de los agregados monetarios al esquema de tasas de interés. A pesar de esto, no se observaron oscilaciones importantes en la consideración de este año, pero no se descarta la posibilidad de contener *outliers* o saltos importantes en el muestreo (sea un precio, una cotización o un evento de mercado) que luego se reflejen en resultados extraordinarios.

En cuarto lugar, cuando se le agregó la renta fija y variable internacional, se seleccionaron ciertos índices de determinados países. El costo de oportunidad que esto implica es que utilizar otros índices puede derivar en otros resultados y conclusiones. Para ejemplificar, sería interesante incluir

⁵¹ Concepto económico que se refiere a los efectos de una depreciación de la moneda doméstica, donde existen efectos negativos en la balanza comercial en el corto plazo, pero los beneficios se obtienen en el largo plazo. Esta analogía es válida para referirse a los flujos de los fideicomisos financieros.

y evaluar los resultados con índices de renta fija de países emergentes, en lugar de países desarrollados o de muy alta calificación crediticia.

Otra limitación importante es que las AFAP cuentan con un espectro inmensamente más amplio y diverso que la muestra seleccionada, que a su vez considera la información disponible en el mercado, por lo cual el análisis planteado se reduce a un universo menor y condicionado a la disponibilidad de los datos.

Respecto a la optimización

En relación a la resolución de los problemas de optimización, se supone que las ponderaciones deben sumar 100% cuando en la realidad las AFAP utilizan la posibilidad de mantener liquidez en cuentas de disponibilidades transitorias, lo que constituye una limitación. Menos aún se efectuó un análisis de la *duration* del portafolio, que es deseable mantener constante, y es un aspecto importante en la conformación del portafolio.

A su vez, los criterios para la *clusterización* fueron determinados por la “familia” del activo (Bono, Letra, Nota), la moneda (UYU,UI,USD) y el plazo (*e.g.*, Bono UI >10 años). Es posible realizar otra, al seguir otros criterios y con distintos resultados.

Otra limitación es que en los modelos no se considera la posibilidad de realizar una cobertura sobre el tipo de cambio o contratos derivados como *Forward* o Futuros que posiblemente modifiquen la lógica del ejercicio y los resultados. En la realidad existen, por ejemplo, productos estructurados que se pueden utilizar para mitigar riesgos cambiarios o de tasas de interés e incluso para adquirir posicionamiento en activos internacionales. Adicionalmente, no se considera la posibilidad de realizar estrategias de *trading* cortoplacistas o de rebalanceo en el corto plazo. En su lugar se plantea una visión de largo plazo, como inversores estratégicos, con pequeños ajustes coyunturales para un plazo de 6-12 meses.

Asimismo, para estimar las rentabilidades se desconsideran todo tipo de comisiones y primas de seguro que paguen los instrumentos que sean cobrados/pagados por las AFAP. Para el caso de inversiones en el exterior, se dejaron de lado los costos de administración y custodia en el extranjero, comisiones de fondos o ETF, que también son relevantes a la hora de evaluar una inversión, y por supuesto, impactan en la *allocation*.

Al mismo tiempo, en el caso del modelo de B&L, se utilizaron ciertos parámetros definidos como *market standard*, aunque estos no necesariamente sean los correctos. Cada mercado es distinto, y el estándar en cierto mercado no necesariamente es extrapolable en otro. La estimación de ciertos parámetros del modelo resulta altamente compleja en la realidad del mercado uruguayo.

Una aparente debilidad en la aplicación del modelo B&L puede ser la consideración de las *views* bajo una determinada coyuntura. Con otra coyuntura es muy probable esperar distintos portafolios. Sin embargo, el hecho de no imponer mínimos de inversión en ninguno de los subfondos le da un carácter híbrido ya que tiene cierta flexibilidad para realizar movimientos que dependen de la coyuntura. Es decir, si se espera que ésta sea desfavorable, las ponderaciones en los activos riesgosos pueden ser menores o incluso nulas. Sin embargo, en coyunturas de expectativas de

crecimiento mundial del producto la exposición puede ser beneficiosa. No obstante, no se debe dejar de lado que el riesgo de desencadenamiento de un *black swan*⁵² siempre se encuentra latente.

Otro aspecto para considerar en la optimización del modelo B&L es suponer que las *views* son completamente independientes entre sí. Este es un supuesto muy fuerte que no resulta realista dado que las variables macroeconómicas están correlacionadas entre sí. Es decir, todas las variables están interrelacionadas de una u otra forma, en mayor o menor grado. Esto significa que no son hechos estilizados, sino que pueden existir efectos que se potencian unos a otros, así como efectos contrapuestos que se terminen neutralizando. Aún en mercados accionarios muy distantes geográficamente, resulta complejo afirmar la independencia de las acciones o de las tasas de interés entre los países, puesto que de una u otra manera los vínculos comerciales son de carácter mundial y los shocks locales se pueden globalizar mediante los diversos canales financieros.

⁵² Expresión *vox populi* acuñada por Nassim Taleb en su libro “The Black Swan” para referirse a eventos atípicos, improbables, fuera de las modelizaciones y pronósticos convencionales, de gran magnitud y con un alto impacto.

Reflexiones finales

En síntesis, la idea central de la tesis es aplicar los modelos de optimización teóricos de Markowitz y Black-Litterman en el período 2015-2020, con el fin de analizar la *performance* de las AFAP y estudiar posibles cambios en el esquema de regulación de las inversiones en el sistema de pensiones. Estas modificaciones se pueden traducir en potenciales beneficios para los afiliados, las AFAP, y el sistema previsional en general, en vísperas de una nueva reforma de la Seguridad Social en Uruguay.

Al asumir las limitaciones establecidas en el análisis, la hipótesis inicial del trabajo se refiere a la existencia de cierto margen para una mejor *allocation* de los activos invertidos dentro del sistema previsional bajo la legislación actual.

A la luz de los resultados, es necesario resaltar que, en la aplicación del Modelo Base mediante Markowitz, se observan indicios de una posible mejoría del portafolio global con la actual regulación tan solo incrementando la posibilidad de variar en más de un 10% por categoría de instrumento con respecto al portafolio de mercado. Esta situación implica un posicionamiento en los límites del marco legal que da la pauta de expandir los instrumentos hacia otro tipo de activos sean nacionales como internacionales. Asimismo, la aplicación del modelo de B&L en la sección 5.2 ocurre en igual sentido. A pesar de que los portafolios obtenidos están sujetos a mayor riesgo (mayor desviación y *tracking error* más elevado), tanto los ratios de Sharpe, Treynor y de Información son más elevados en el Caso 1 con respecto al Base⁵³. Al respecto es posible concluir que los beneficios son mayores a los riesgos por lo que una redistribución de los activos efectivamente puede mejorar la *performance* de los portafolios de las AFAP.

Lo expuesto sugiere mayor presencia en el portafolio de bonos en moneda extranjera e unidades indexadas, ampliar la inversión en proyectos de fideicomisos financieros así también como posicionarse en el tramo más largo de la curva en pesos nominales. Sin embargo, particularmente en este modelo donde se incluyen *views*, se debe tener en cuenta que estas recomendaciones parten de una coyuntura en particular, que evidencian cierto tipo de cambios pero que éstos naturalmente no son definitivos.

La hipótesis segunda se refiere a la conveniencia de modificar la regulación a las AFAP que aumente los límites en activos de renta fija y variable internacional y la participación en activos en moneda extranjera. La evidencia que se obtiene de los Casos 2, 3.1 y 3.2 es concluyente y unidireccional. Dichos portafolios muestran mejores resultados en relación con los casos Base y 1 que se limitan a la regulación actual. Este cambio conlleva intrínsecamente una mayor exposición a moneda extranjera. Tanto las fronteras de eficiencia como todos los ratios calculados tienen un común denominador y es que muestran supremacía de los casos mencionados con respecto a la situación inicial generando mayores retornos por unidad de riesgo asumido. Esto último se puede explicar por una baja correlación con el riesgo país de Uruguay a diferencia del resto de los instrumentos. Los trabajos de Siandra y Testuri (2002), Rivero y Valdés (2003), Noguez (2009), Da Silva et. al (2010), Hormazábal (2010), ANAFAP (2020) y CESS (2020), van en esta línea. Esta situación brinda soporte al argumento de la notoria necesidad de flexibilizar la regulación para que se adecue a los actuales estándares internacionales para las administradoras de fondos de

⁵³ De igual manera, este resultado se ratificó en Sotelo Rojas (2015) donde el portafolio obtenido por B&L superó al obtenido por Markowitz no sólo en los rendimientos estimados sino también en las medidas de desempeño calculadas.

pensión. Sin embargo, la nueva regulación debe prever los riesgos asociados a los ciclos económicos. En particular, frente a recesiones y a eventos drásticos del mercado, debido a la mayor exposición hacia activos internacionales. En este sentido, el trabajo de Hormazábal (2010) que estudia el sistema multifondos en Chile simula escenarios de crisis como la del 2008 concluyendo que aún con fuertes pérdidas en el corto plazo, los fondos de pensiones logran recuperarse y generar retornos positivos en el mediano y largo plazo (horizonte 50 años).

La última hipótesis refiere a la conveniencia de un esquema multifondos para el sistema de pensiones de Uruguay, que permita cambiar la composición de los activos según el tramo de edad del aportante. En el trabajo, se aportan ideas en base a experiencias internacionales que Uruguay puede seleccionar como referencia en la discusión de la reforma de la Seguridad Social. Las experiencias internacionales muestran diferentes grados de avances en los países analizados, algunos con esquemas de fondos generacionales ya establecidos, y otros con esquemas multifondos en etapas avanzadas. Los resultados del Caso 3 procuran conformar un nuevo subfondo destinado a los más jóvenes como un primer objetivo. Los datos analizados sugieren la pertinencia de este nuevo esquema “Multifondos” con tres subfondos que lidera frente al esquema de dos subfondos con la regulación actual. La inclusión del subfondo de Crecimiento supone una mayor exposición hacia activos más riesgosos, por lo que sería altamente deseable un aumento en las participaciones de activos internacionales de diversas características, así como un incremento en los límites de moneda extranjera, cuya conveniencia se analizó en el Caso 2. La propuesta está en línea con los trabajos de la OCDE (2010), FIAP (2019), ANAFAP (2017) y CESS (2020).

Adicionalmente sería interesante rever la inclusión y/o mayor participación de otro tipo de instrumentos como los activos alternativos, *private equity*, activos reales, *hedge funds* y deuda privada, locales e internacionales, que permitan reducir la concentración y el sesgo hacia activos soberanos de plaza (*home bias*) y además permitan desarrollar otros mercados en el país. Ésta es una característica deseable en la medida que las AFAP crean mercados y sub-mercados (*market makers*) en los que tienen alta participación o son inversores estratégicos. Esto les otorga un rol destacado en la contribución al desarrollo de determinados sectores de actividad, en los que se producen efectos de derrame (*spill over*) mediante la generación de empleo e inversión, que se traduce en una mayor contribución al producto y al desarrollo del país.

Bibliografía

Allaj E. 2019. *The Black-Litterman model and views from a reverse optimization procedure: An out-of-sample performance evaluation*. Tirana, Albania: Department of Banking and Finance

Baldovino V., N. Mariño N. y Reyes J. 2011. *Portafolio benchmark y diferenciación en el sistema de AFAP en Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Integración AFAP

Banco Itaú. 2021. *Cenário Macro Global*. San Pablo, Brasil: Itaú

Banco Itaú. 2021. *Escenario Macro Uruguay*. San Pablo, Brasil: Itaú

Banco Mundial. 2017. *Purchasing Power Parities and the Size of World Economies*. Washington, Estados Unidos: Banco Mundial

Barcia E., Goyetche G. y Marizcurrena F. 2017. *Esquemas de Multifondos: Una propuesta para Uruguay*. Montevideo, Uruguay: ANAFAP

BBVA Research. 2021. *Situación Uruguay Primer semestre 2021*. Buenos Aires, Argentina: BBVA

BBVA Research. 2021. *Situación Uruguay Primer trimestre 2021*. Buenos Aires, Argentina: BBVA

BCU. 2020. *Comunicado del Comité de Política Monetaria*. Montevideo, Uruguay: Banco Central del Uruguay

BCU. 2020. *Encuesta de Expectativas de Inflación*. Montevideo, Uruguay: Banco Central del Uruguay

BCU. 2020. *Encuesta de Expectativas Económicas*. Montevideo, Uruguay: Banco Central del Uruguay

Bernanke B. y Kuttner K. 2005. *What Explains the Stock Market's Reaction to Federal Reserve Policy?*. Nueva York, Estados Unidos: The Journal of Finance

Black F. y Litterman R. 1992. *Global Portfolio Optimization*. Londres, Inglaterra: Financial Analysts Journal

Black F. y Litterman R. 1992. *Global Portfolio Optimization*. Londres, Inglaterra: Financial Analysts Journal, pp 28-43

Bruder B. y Culerier L. 2012. *How to Design Target-Date Funds?*. París, Francia: Lyxor Asset Management

Bruder B. y Culerier L. 2021. *How to Design Target-Date Funds?* París, Francia: Lyxor Asset Management

Buriticá-Mejía J. 2020. *Modelo Black-Litterman con Support Vector Regression: una alternativa para los fondos de pensiones obligatorios colombianos*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia

Cantini C., Valladão D. y Fernandes B. 2019. *Assessing the value of subjective views on macroeconomic factors via Black-Litterman based portfolio optimization*. Rio de Janeiro, Brasil: Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro

Cantini C., Valladão D. y Fernandes B. 2021. *Assessing the value of subjective views on macroeconomic factors via Black-Litterman based portfolio optimization*. Rio de Janeiro, Brasil: Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro

CEPAL. 2021. *América Latina y el Caribe: Proyecciones de crecimiento 2021-2022*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL

Cheung W. 2009. *The Black-Litterman Model explained*. Nueva York, Estados Unidos: Journal of Asset Management

Comisión de Expertos en Seguridad Social. 2020. *Respuestas de la Asociación Nacional de AFAP a las Preguntas Formuladas por la CESS*. Montevideo, Uruguay: CESS

Comisión de Expertos en Seguridad Social. 2020. *Respuestas de República AFAP a las Preguntas Formuladas por la CESS*. Montevideo, Uruguay: CESS

Comisión de Expertos en Seguridad Social. 2021. *Diagnóstico del Sistema Previsional uruguayo*. Montevideo, Uruguay: CESS

Comisión de Expertos en Seguridad Social. 2021. *Recomendaciones para la Reforma del Sistema Previsional uruguayo*. Montevideo, Uruguay: CESS

Comisión Nacional de Ahorro para el Retiro. 2018. *Qué son los Target Date Funds? Experiencias internacionales y posibles beneficios*. México DF, Mexico: Comisión Nacional de Ahorro para el retiro

D. Blamont y Firoozye N. 2003. *Asset Allocation Model*. Frankfurt, Alemania: Deutsche Bank

Da Silva M., Rosá T. y Verci A. 2010. *Introducción de activos externos en las carteras de las AFAP: Un enfoque forward looking*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República

Damodaran A. 2002. *Investment valuation*. Nueva York, Estados Unidos: Wiley Jhon

Della Mea U. y Juanbeltz A. 2008. *Original Sin and Redemption: Rebalancing the Currency Structure of Uruguayan Public Debt*. Montevideo, Uruguay: Universidad de Montevideo

FIAP. 2022. *Capitalización o Reparto: Los caminos opuestos de Europa y Latinoamérica*. Santiago de Chile, Chile: Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones

FitchRatings. 2020. *Rating Report: Sovereigns Uruguay*. Nueva York, Estados Unidos: FitchRatings

Fix Scr. 2020. *Informe de Calificación - República AFAP S.A.* Montevideo, Uruguay: FitchRatings

Fondo Monetario Internacional. 2014. *World Economic Outlook*. Washington, Estados Unidos: Fondo Monetario Internacional.

Fondo Monetario Internacional. 2020. *World Economic Outlook*. Washington, Estados Unidos: Fondo Monetario Internacional.

Fondo Monetario Internacional. 2021. *Perspectivas de la Economía Mundial: La recuperación en tiempos de pandemia*. Washington, Estados Unidos: IMF

Idzorek T. 2005. *A step-by-step guide to the black-litterman model: incorporating user-specified confidence levels*. Chicago, Estados Unidos: CFA

Kupelian B. y Clarry R. 2020. *Global Economic Watch: Predicciones para 2021*. Montevideo, Uruguay: PwC Reino Unido

- Lecueder C. 2006. *Análisis Empresarial de la Emisión de Acciones con Oferta Pública en Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Seminario Internacional sobre Mercado de Valores BCU
- Lee W. 2000. *Advanced theory and methodology of tactical asset allocation*. Nueva York, Estados Unidos: Wiley Jhon
- Ley N° 16.713. 1995. *Seguridad Social*. Montevideo, Uruguay: Diario Oficial de la República Oriental del Uruguay
- Ley N° 19.162. 2013. *Régimen de ahorro individual obligatorio*. Modificación. Montevideo, Uruguay: Diario Oficial de la República Oriental del Uruguay
- Litterman R. 2003. *Modern Investment Management: An Equilibrium Approach*. New Jersey, Estados Unidos: Wiley Jhon
- Luna S. y Agudelo D. 2019. *¿Agrega Valor el Modelo de Black-Litterman en Portafolios del mercado integrado Latinoamericano?* Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide Sevilla: Revista de MMCC Economía y empresa
- Maggiar A. 2009. *Active Fixed-Income Portfolio Managment using the Black-Litterman model*. Londres, Inglaterra: Imperial College of Science, Technology and Medicine: Department of Mathematics
- Markowitz H. 1952. *Portfolio Selection*. Nueva York, Estados Unidos: The Journal of Finance
- Markowitz H. 1952. *Portfolio Selection*. Nueva York, Estados Unidos: The Journal of Finance, pp 77-91
- Martínez A. y Scaramelli R. 2017. *Los fondos de ahorro previsional: Políticas de inversión, gestión del portafolio y de los riesgos financieros en el marco regulatorio actual*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República
- Martínez O. 2009. *Aplicación del modelo Black-Litterman a la optimización de portafolios*. La Paz, Bolivia: Banco Central de Bolivia
- Mendoza S. 2018. *Black Litterman Aplicado a un mandato de Renta Fija Global*. Rosario, Argentina: Universidad de Rosario
- Meucci A. 2010. *Black-Litterman Approach*. Nueva York, Estados Unidos: Encyclopedia of Quantitative Finance
- Michaud R. 1989. *The Markowitz Optimization Enigma: Is 'Optimized' Optimal?*. Londres, Inglaterra: Financial Analysts Journal
- Michaud R. 2013. *Deconstructing Black-Litterman: How to Get the Portfolio You Already Knew You Wanted*. Nueva York, Estados Unidos: Journal of Investment Management
- Ministerio de Economía y Finanzas. 2021. *Rendición de Cuentas y Balance de ejecución Presupuestal 2020*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Economía y Finanzas
- Ministerio de Economía y Finanzas. 2022. *Nueva Institucionalidad Fiscal: Cálculo del PIB Potencial y brecha del PIB*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Economía y Finanzas
- Mora T. 2004. *Optimización Aplicada a opciones de inversión usando Técnicas Heurísticas*. Puebla, México: Universidad de las Américas
- Morningstar DBRS. 2020. *Press Release: Sovereigns Uruguay*. Nueva York, Estados Unidos: DBRS
- Noguez J. 2009. *Rentabilidad real de largo plazo de las AFAP ¿Qué deberíamos esperar?*. Montevideo, Uruguay: Republica AFAP

- Potrie P. y Sobrera X. 2011. *Tesis: Aplicación de la Teoría de Selección de Carteras a las AFAP de Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República
- Pulgarín A., Sánchez E. y Rodríguez A. 2015. *Desarrollo de una metodología ajustada para la estructuración de un portafolio óptimo, alternativa de inversión y diversificación del riesgo*. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- República AFAP 2020. *Memoria y Balance ejercicio 2020*. Montevideo, Uruguay: República AFAP
- Rivero M. y Valdés M. 2003. *Optimización de los portafolios de las AFAP con inversión en el exterior*. Montevideo, Uruguay
- Siandra E. y Testuri C. 2002. *Foreign equity investment in Uruguayan pension funds*. Montevideo, Uruguay: Universidad ORT
- Sotelo A. 2015. *Administración y gestión de portafolios de renta variable: Una aplicación comparativa de los modelos de optimización de Markowitz y de expectativas Black-Litterman*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires: Trabajo final Maestría
- Superintendencia de Servicios Financieros BCU 2020. *Memoria Trimestral del Régimen de Jubilación por Ahorro Individual Obligatorio*. Montevideo, Uruguay: Banco Central del Uruguay
- Trujillo M. 2009. *Construcción y gestión de portafolios con el modelo Black-Litterman*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes
- Unidad de Gestión de Deuda. 2022. *Debt Report*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Economía y Finanzas
- Unidad de Gestión de Deuda. 2022. *Macroeconomic Newsletter*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Economía y Finanzas
- Walters J. 2014. *The Black-Litterman Model In Detail*. Nueva York, Estados Unidos: blacklitterman.org

Enlaces Consultados

AFP Perú. *Sobre el Sistema* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.asociacionafp.pe/sistema-privado-pensiones/sobre-el-sistema/>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Banco Central del Uruguay. *AFAP Portada* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.bcu.gub.uy/Servicios-Financieros-SSF/Paginas/AfapPortada.aspx>> (fecha de acceso: octubre, 2021).

Banco Central del Uruguay. *Cotizaciones* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Cotizaciones.aspx>> (fecha de acceso: julio, 2021).

Banco Central del Uruguay. *Memoria AFAP* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.bcu.gub.uy/Servicios-Financieros-SSF/Paginas/Memoria-AFAP.aspx>> (fecha de acceso: setiembre, 2021).

Banco Central del Uruguay. *Series estadísticas* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.bcu.gub.uy/Servicios-Financieros-SSF/Paginas/Series-estad%C3%ADsticas.aspx>> (fecha de acceso: agosto, 2021).

Banco de Previsión Social. *Valores* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.bps.gub.uy/bps/valores.jsp?contentid=5478>> (fecha de acceso: agosto, 2021).

Blackrock. *Investment ideas* [Internet]. Disponible desde:

<<https://www.blackrock.com/us/individual/investment-ideas/lifepath>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Bolsa Electrónica de Valores. *Curva CUD* [Internet]. Disponible desde:

<<https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/CUD.aspx>> (fecha de acceso: julio, 2021).

Bolsa Electrónica de Valores. *Curva CUI* [Internet]. Disponible desde:

<<https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/CUI.aspx>> (fecha de acceso: junio, 2021).

Bolsa Electrónica de Valores. *Curva ITLUP* [Internet]. Disponible desde:

<<https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/ITLUP.aspx>> (fecha de acceso: octubre, 2021).

Bolsa Electrónica de Valores. *Datos y rendimientos de los títulos de Deuda* [Internet].

Disponible desde:

<<https://web.bevsa.com.uy/Mercado/TransaccionesCierres/DatosRendTitDeuda.aspx>> (fecha de acceso: julio, 2021).

Bolsa Electrónica de Valores. *Indice IRUBEVSA* [Internet]. Disponible desde: <<https://web.bevsa.com.uy/CurvasVectorPrecios/CurvasIndices/IRUBEVSA.aspx>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Bureau of Labour Statistics. *Consumer Price Index* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.bls.gov/cpi/>> (fecha de acceso: marzo, 2022).

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Publicaciones* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.cepal.org/es/publications>> (fecha de acceso: febrero, 2022).

DWS. *Eurozone Government* [Internet]. Disponible desde: <<https://etf.dws.com/en-lu/LU0290357259-eurozone-government-bond-7-10-ucits-etf-1c/>> (fecha de acceso: enero, 2022).

El País. *Inversiones Alternativas* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/inversiones-alternativas-afap.html>> (fecha de acceso: marzo, 2022).

European Central Bank. *Estadísticas e Índices* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.ecb.europa.eu/ecb/html/index.es.html>> (fecha de acceso: diciembre, 2021).

European Central Bank. *Inflation Rate* [Internet]. Disponible desde: <<https://sdw.ecb.europa.eu/>> (fecha de acceso: diciembre, 2021).

Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones. *Entra en vigencia el sistema de subfondos en Uruguay* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.fiapinternacional.org/entra-en-vigencia-el-sistema-de-subfondos-en-uruguay/>> (fecha de acceso: febrero, 2022).

Federación Internacional de Administradoras de Fondos de Pensiones. *Press releases* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.federalreserve.gov/newsevents/pressreleases.htm>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Funds Society. *Tercer subfondo para Uruguay* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.fundssociety.com/es/noticias/negocio/las-afap-de-uruguay-proponen-crear-un-tercer-subfondo-para-menores-de-35-anos>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Global Rates. *Central banks interest rates* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.global-rates.com/en/interest-rates/central-banks/central-banks.aspx>> (fecha de acceso: diciembre, 2021).

Gobierno México. *Fondos generacionales* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.gob.mx/consar/articulos/se-modifica-el-regimen-de-inversion-para-transitar-de-un-esquema-de-multifondos-a-un-esquema-de-fondos-generacionales>> (fecha de acceso: febrero, 2022).

Gobierno Uruguay. *Publicaciones y resultados* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/politicas-y-gestion/publicacion-resultados>> (fecha de acceso: enero, 2022).

International Monetary Fund. *World Economic Outlook* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.imf.org/en/publications/weo>> (fecha de acceso: diciembre, 2021).

New York Times. *Plan de estímulos de Biden* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.nytimes.com/es/2021/01/15/espanol/plan-estimulos-biden.html>> (fecha de acceso: febrero, 2022).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. *Publications* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.oecd-ilibrary.org/>> (fecha de acceso: octubre, 2021).

República AFAP. Memoria y Balance 2020 [Internet]. Disponible desde: <<https://www.rafap.com.uy/mvdcms/Institucional/Memoria-y-Balance-2020-uc3363>> (fecha de acceso: febrero, 2022).

Reuters. *Rates Bonds* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.reuters.com/markets/rates-bonds/>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Sistema de Pensiones de Chile. *Estadísticas e Informes* [Internet]. Disponible desde: <https://www.spensiones.cl/safpstats/stats/.sc.php?_cid=0> (fecha de acceso: abril, 2022).

SURA. *Fondos de ahorro previsional* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.afapsura.com.uy/info/fondo-de-ahorro-previsional>> (fecha de acceso: octubre, 2021).

SURA. *Portafolio Modelo* [Internet]. Disponible desde: <https://inversiones.sura.com.uy/informes/Portafolio_Modelo_Moderado/> (fecha de acceso: noviembre, 2021).

Unión Capital. *¿Cómo se distribuyen mis aportes?* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.unioncapital.com.uy/novedades/como-se-distribuyen-mis-aportes-que-parte-recibe-unioncapital-afap>> (fecha de acceso: setiembre, 2021).

Unión Capital. *Fondos generacionales* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.unioncapital.com.uy/novedades/fondos-generacionales>> (fecha de acceso: enero, 2022).

Unión Capital. *Rentabilidad de las AFAP y nuevas opciones de inversión* [Internet]. Disponible desde: <<https://www.unioncapital.com.uy/novedades/rentabilidad-de-las-afap-y-nuevas-opciones-de-inversion>> (fecha de acceso: agosto, 2021).

World Bank. *Tasas de interés real* [Internet]. Disponible desde: <<https://data.worldbank.org/indicator/FR.INR.RINR>> (fecha de acceso: marzo, 2022).

Apéndices

Apéndice A

Caso 0 – Portafolio Base

Retorno promedio mensual y desviación típica mensual expresadas en UI

Instrumento	Retorno Promedio	Desviación
RENTA FIJA INT.	0,08%	3,62%
ON ME	0,18%	2,84%
ON MN	0,19%	3,00%
NOTA MN	0,16%	1,93%
FF	0,01%	1,15%
BONO UYU 2-10	0,49%	2,83%
BONO UI 2-10	0,09%	0,07%
BONO UI >10	0,21%	3,61%
BONO ME 2-10	0,01%	2,77%
BONO ME >10	0,48%	3,92%
LETRAS 30	0,71%	0,19%
LETRAS 60	0,75%	0,19%
LETRAS 90	0,78%	0,19%

Matriz de Varianzas y covarianzas

INSTRUMENTO	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90
RENTA FIJA INT.	0,0006681	0,0005191 -	0,0000109 -	0,0000477	0,0000040	0,0002340	0,0004668	0,0004204	0,0004709	0,0005123 -	0,0000017 -	0,0000020 -	0,0000024
ON ME	0,0005191	0,0006879 -	0,0000035 -	0,0000989	0,0000021	0,0001843	0,0004276	0,0003419	0,0005163	0,0004579 -	0,0000026 -	0,0000029 -	0,0000030
ON MN	0,0000109 -	0,0000035 -	0,0001811	0,0000629 -	0,0000007 -	0,0000045	0,0001370	0,0002041 -	0,0000088	0,0000379 -	0,0000038 -	0,0000041 -	0,0000043
NOTA MN	0,0000477 -	0,0000989	0,0000629	0,0003330	0,0000025	0,0000236	0,0004207	0,0004936	0,0000176	0,0000621 -	0,0000057 -	0,0000052 -	0,0000046
FF	0,0000040	0,0000021 -	0,0000007	0,0000025	0,0000016 -	0,0000028	0,0000087	0,0000076	0,0000014	0,0000058 -	0,0000007 -	0,0000008 -	0,0000008
BONO UYU 2-10	0,0002340	0,0001843 -	0,0000045	0,0000236 -	0,0000028	0,0004346	0,0002798	0,0003239	0,0001990	0,0002771	0,0000047	0,0000045	0,0000044
BONO UI 2-10	0,0004668	0,0004276	0,0001370	0,0004207	0,0000087	0,0002798	0,0013671	0,0014127	0,0004891	0,0006035 -	0,0000147 -	0,0000152 -	0,0000149
BONO UI >10	0,0004204	0,0003419	0,0002041	0,0004936	0,0000076	0,0003239	0,0014127	0,0016371	0,0004223	0,0005561 -	0,0000154 -	0,0000168 -	0,0000169
BONO ME 2-10	0,0004709	0,0005163 -	0,0000088	0,0000176	0,0000014	0,0001990	0,0004891	0,0004223	0,0005814	0,0006587 -	0,0000053 -	0,0000045 -	0,0000042
BONO ME >10	0,0005123	0,0004579	0,0000379	0,0000621	0,0000058	0,0002771	0,0006035	0,0005561	0,0006587	0,0012027 -	0,0000127 -	0,0000118 -	0,0000118
LETRAS 30	0,0000017 -	0,0000026 -	0,0000038 -	0,0000057 -	0,0000007	0,0000047 -	0,0000147 -	0,0000154 -	0,0000053 -	0,0000127	0,0000035	0,0000035	0,0000035
LETRAS 60	0,0000020 -	0,0000029 -	0,0000041 -	0,0000052 -	0,0000008	0,0000045 -	0,0000152 -	0,0000168 -	0,0000045 -	0,0000118	0,0000035	0,0000037	0,0000037
LETRAS 90	0,0000024 -	0,0000030 -	0,0000043 -	0,0000046 -	0,0000008	0,0000044 -	0,0000149 -	0,0000169 -	0,0000042 -	0,0000118	0,0000035	0,0000037	0,0000037

Apéndice B

Caso 1 – Optimización con la regulación actual (B&L)

$$VCV_{BL} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}$$

Matriz de varianza-covarianza de B&L

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90
RENTA FIJA INT.	0,0000476	0,0000362	-0,0000013	-0,0000047	0,0000003	0,0000169	0,0000301	0,0000267	0,0000320	0,0000339	-0,0000000	-0,0000000	-0,0000001
ON ME	0,0000362	0,0000492	-0,0000007	-0,0000085	0,0000001	0,0000131	0,0000274	0,0000210	0,0000356	0,0000298	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001
ON MN	-0,0000013	-0,0000007	0,0000137	0,0000043	-0,0000001	0,0000005	0,0000090	0,0000141	0,0000012	0,0000022	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000003
NOTA MN	0,0000047	-0,0000085	0,0000043	0,0000241	0,0000002	0,0000014	0,0000284	0,0000336	0,0000001	0,0000030	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003
FF	0,0000003	0,0000001	-0,0000001	0,0000002	0,0000001	0,0000002	0,0000006	0,0000005	0,0000001	0,0000004	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001
BONO UYU 2-10	0,0000169	0,0000131	-0,0000005	0,0000014	-0,0000002	0,0000331	0,0000197	0,0000231	0,0000141	0,0000197	0,0000004	0,0000004	0,0000004
BONO UI 2-10	0,0000301	0,0000274	0,0000090	0,0000284	0,0000006	0,0000197	0,0000916	0,0000947	0,0000310	0,0000374	-0,0000009	-0,0000009	-0,0000009
BONO UI >10	0,0000267	0,0000210	0,0000141	0,0000336	0,0000005	0,0000231	0,0000947	0,0001113	0,0000260	0,0000339	-0,0000009	-0,0000010	-0,0000010
BONO ME 2-10	0,0000320	0,0000356	-0,0000012	0,0000001	0,0000001	0,0000141	0,0000310	0,0000260	0,0000401	0,0000445	-0,0000003	-0,0000002	-0,0000002
BONO ME >10	0,0000339	0,0000298	0,0000022	0,0000030	0,0000004	0,0000197	0,0000374	0,0000339	0,0000445	0,0000844	-0,0000008	-0,0000007	-0,0000007
LETRAS 30	-0,0000000	-0,0000001	-0,0000003	-0,0000004	-0,0000001	0,0000004	-0,0000009	-0,0000009	-0,0000003	-0,0000008	0,0000003	0,0000003	0,0000003
LETRAS 60	0,0000000	-0,0000001	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000004	-0,0000009	-0,0000010	-0,0000002	-0,0000007	0,0000003	0,0000003	0,0000003
LETRAS 90	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000004	-0,0000009	-0,0000010	-0,0000002	-0,0000007	0,0000003	0,0000003	0,0000003

Matriz Varianza-covarianza predicha

$$VCV_{Pred} = \Sigma + VCV_{BL}$$

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90
RENTA FIJA INT.	0,0007157	0,0005553	-0,0000122	-0,0000524	0,0000042	0,0002509	0,0004969	0,0004471	0,0005029	0,0005462	-0,0000018	-0,0000020	-0,0000024
ON ME	0,0005553	0,0007370	-0,0000041	-0,0001074	0,0000022	0,0001974	0,0004550	0,0003629	0,0005518	0,0004876	-0,0000027	-0,0000030	-0,0000031
ON MN	-0,0000122	-0,0000041	0,0001948	0,0000673	-0,0000008	0,0000050	0,0001461	0,0002182	0,0000101	0,0000400	-0,0000040	-0,0000044	-0,0000046
NOTA MN	0,0000524	-0,0001074	0,0000673	0,0003571	0,0000027	0,0000250	0,0004490	0,0005272	0,0000176	0,0000651	-0,0000060	-0,0000056	-0,0000049
FF	0,0000042	0,0000022	-0,0000008	0,0000027	0,0000017	0,0000031	0,0000092	0,0000080	0,0000015	0,0000061	-0,0000008	-0,0000009	-0,0000009
BONO UYU 2-10	0,0002509	0,0001974	-0,0000050	0,0000250	-0,0000031	0,0004677	0,0002995	0,0003471	0,0002131	0,0002968	0,0000051	0,0000048	0,0000048
BONO UI 2-10	0,0004969	0,0004550	0,0001461	0,0004490	0,0000092	0,0002995	0,0014588	0,0015074	0,0005201	0,0006409	-0,0000156	-0,0000162	-0,0000158
BONO UI >10	0,0004471	0,0003629	0,0002182	0,0005272	0,0000080	0,0003471	0,0015074	0,0017484	0,0004483	0,0005900	-0,0000163	-0,0000179	-0,0000179
BONO ME 2-10	0,0005029	0,0005518	-0,0000101	0,0000176	0,0000015	0,0002131	0,0005201	0,0004483	0,0006215	0,0007033	-0,0000056	-0,0000047	-0,0000044
BONO ME >10	0,0005462	0,0004876	0,0000400	0,0000651	0,0000061	0,0002968	0,0006409	0,0005900	0,0007033	0,0012870	-0,0000135	-0,0000126	-0,0000125
LETRAS 30	-0,0000018	-0,0000027	-0,0000040	-0,0000060	-0,0000008	0,0000051	-0,0000156	-0,0000163	-0,0000056	-0,0000135	0,0000037	0,0000038	0,0000037
LETRAS 60	0,0000020	-0,0000030	-0,0000044	-0,0000056	-0,0000009	0,0000048	-0,0000162	-0,0000179	-0,0000047	-0,0000126	0,0000038	0,0000040	0,0000040
LETRAS 90	-0,0000024	-0,0000031	-0,0000046	-0,0000049	-0,0000009	0,0000048	-0,0000158	-0,0000179	-0,0000044	-0,0000125	0,0000037	0,0000040	0,0000040

Cotización y tasa de depreciación del peso con respecto al dólar americano

Año	Promedio Anual	Tasa de depreciación
2020	42,06	19,19%
2019	35,28	14,79%
2018	30,74	7,28%
2017	28,65	-4,77%
2016	30,09	10,14%
2015	27,32	17,40%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

Apéndice C

Caso 2 - Optimización con incorporación de Índices Internacionales (B&L)

Matriz de varianza-covarianza de B&L

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT.	INDICES INT.
RENTA FIJA	0,0000427	0,0000327	-0,0000008	-0,0000032	0,0000003	0,0000148	0,0000294	0,0000265	0,0000318	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001	0,0000332	0,0000224
ON ME	0,0000327	0,0000438	-0,0000003	-0,0000065	0,0000001	0,0000116	0,0000268	0,0000214	0,0000325	0,0000282	-0,0000002	-0,0000002	-0,0000002	0,0000373	0,0000066
ON MN	-0,0000008	-0,0000003	0,0000121	0,0000042	0,0000000	-0,0000003	0,0000091	0,0000136	-0,0000002	0,0000025	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000003	0,0000006	0,0000005
NOTA MN	-0,0000032	-0,0000065	0,0000042	0,0000221	0,0000002	0,0000015	0,0000280	0,0000328	0,0000012	0,0000041	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000020	0,0000101
FF	0,0000003	0,0000001	0,0000000	0,0000002	0,0000001	-0,0000002	0,0000006	0,0000005	0,0000001	0,0000004	0,0000000	-0,0000001	-0,0000001	0,0000002	0,0000002
BONO UYU 2-10	0,0000148	0,0000116	-0,0000003	0,0000015	-0,0000002	0,0000286	0,0000179	0,0000209	0,0000134	0,0000175	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000118	0,0000166
BONO UI 2-10	0,0000294	0,0000268	0,0000091	0,0000280	0,0000006	0,0000179	0,0000894	0,0000927	0,0000316	0,0000380	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000010	0,0000287	0,0000318
BONO UI >10	0,0000265	0,0000214	0,0000136	0,0000328	0,0000005	0,0000209	0,0000927	0,0001078	0,0000276	0,0000351	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000011	0,0000229	0,0000320
BONO ME 2-10	0,0000303	0,0000325	-0,0000002	0,0000012	0,0000001	0,0000134	0,0000316	0,0000276	0,0000381	0,0000453	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	0,0000367	0,0000187
BONO ME >10	0,0000318	0,0000282	0,0000025	0,0000041	0,0000004	0,0000175	0,0000380	0,0000351	0,0000453	0,0000772	-0,0000008	-0,0000008	-0,0000008	0,0000407	0,0000335
LETRAS 30	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000004	0,0000000	0,0000003	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000004	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000002	-0,0000006
LETRAS 60	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000007
LETRAS 90	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000006
INDICES INT	0,0000332	0,0000373	0,0000006	-0,0000020	0,0000002	0,0000118	0,0000287	0,0000229	0,0000367	0,0000407	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	0,0000458	0,0000126
INDICES INT	0,0000224	0,0000066	0,0000005	0,0000101	0,0000002	0,0000166	0,0000318	0,0000320	0,0000187	0,0000335	-0,0000006	-0,0000007	-0,0000006	0,0000126	0,0001287

Matriz Varianza-covarianza predicha

	RENTA FIJA INTERNACIONAL	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT	INDICES INT
RENTA FIJA INTERNACIONAL	0,00071074	0,00055186	-0,00001168	-0,00005090	0,00000421	0,00024881	0,00049617	0,00044694	0,00051429	0,00054407	-0,00000182	-0,00000212	-0,00000250	0,00056621	0,00039116
ON ME	0,00055186	0,00073169	-0,00000373	-0,00010538	0,00000224	0,00019583	0,00045440	0,00036328	0,00055083	0,00048606	-0,00000277	-0,00000303	-0,00000320	0,00063537	0,00012261
ON MN	-0,00001168	-0,00000373	0,00019317	0,00006713	-0,00000077	-0,00000478	0,00014611	0,00021769	-0,00000283	0,00004036	-0,00000401	-0,00000438	-0,00000458	0,00001090	0,00000933
NOTA MN	-0,00005090	-0,00010538	0,00006713	0,00035517	0,00000268	0,00002508	0,00044862	0,00052636	0,00001854	0,00006617	-0,00000602	-0,00000558	-0,00000494	-0,00003275	0,00017121
FF	0,00000421	0,00000224	-0,00000077	0,00000268	0,00000173	-0,00000303	0,00000925	0,00000807	0,00000203	0,00000616	-0,00000080	-0,00000085	-0,00000086	0,00000287	0,00000323
BONO UYU 2-10	0,00024881	0,00019583	-0,00000478	0,00002508	-0,00000303	0,00046324	0,00029763	0,00034487	0,00029454	0,00004988	0,00000477	0,00000470	0,00002040	0,00028609	
BONO UI 2-10	0,00049617	0,00045440	0,00014611	0,00044862	0,00000925	0,00029763	0,00145653	0,00150541	0,00053351	0,00064147	-0,00001562	-0,00001623	-0,00001589	0,00049200	0,00054842
BONO UI >10	0,00044694	0,00036328	0,00021769	0,00052636	0,00000807	0,00034487	0,00174495	0,00046452	0,00059120	-0,00001642	-0,00001794	-0,00001796	0,00039266	0,00054999	
BONO ME 2-10	0,00051429	0,00055083	-0,00000283	0,00001854	0,00000203	0,00029769	0,00053351	0,00046452	0,00064109	0,00076296	-0,00000617	-0,00000522	-0,00000492	0,00062579	0,00032829
BONO ME >10	0,00054407	0,00048606	0,00004036	0,00006617	0,00000616	0,00029454	0,00064147	0,00059120	0,00076296	-0,000127984	-0,00001350	-0,00001261	-0,00001254	0,00069470	0,00058140
LETRAS 30	-0,00000182	-0,00000277	-0,00000401	-0,00000602	-0,00000080	0,00000498	-0,00001562	-0,00001642	-0,00000617	-0,00001350	0,00000370	0,00000377	0,00000371	-0,00000396	-0,00001105
LETRAS 60	-0,00000182	-0,00000277	-0,00000401	-0,00000602	-0,00000080	0,00000498	-0,00001562	-0,00001642	-0,00000617	-0,00001350	0,00000370	0,00000377	0,00000371	-0,00000396	-0,00001105
LETRAS 90	-0,00000182	-0,00000277	-0,00000401	-0,00000602	-0,00000080	0,00000498	-0,00001562	-0,00001642	-0,00000617	-0,00001350	0,00000370	0,00000377	0,00000371	-0,00000396	-0,00001105
INDICES INTERNACIONALES RF	0,00056621	0,00063537	0,00001090	-0,00003275	0,00000287	0,00020240	0,00049200	0,00039266	0,00062579	0,00069470	-0,00000396	-0,00000442	-0,00000486	0,00078055	0,00022825
INDICES INTERNACIONALES RI	0,00039116	0,00012261	0,00000933	0,00017121	0,00000323	0,00028609	0,00054842	0,00054999	0,00032829	0,00058140	-0,00001105	-0,00001113	-0,00001074	0,00022825	0,00219163

Otros datos

Proyecciones tasa de desempleo Uruguay

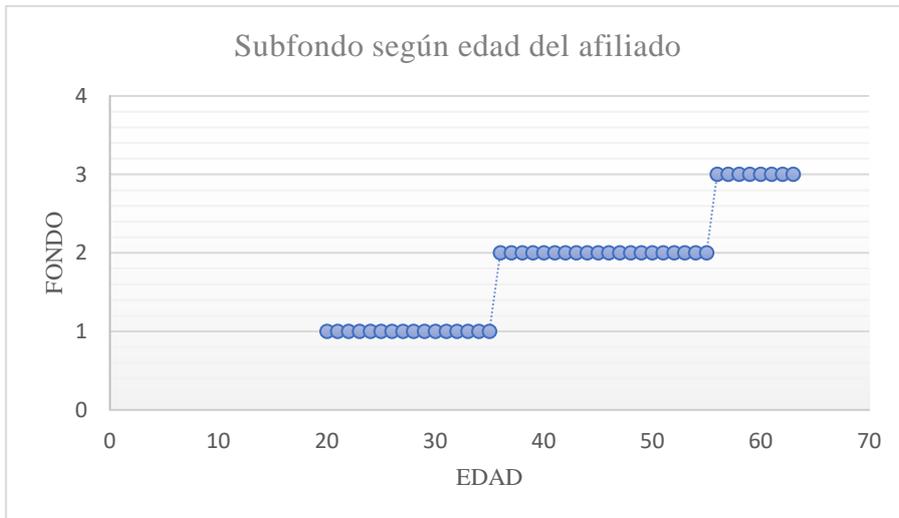
Institución	2021 (%)
FITCH	10,50
ITAU	10,00
BBVA	10,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por cada institución.

Índices Internacionales de Renta Variable

Índice	País/Región	Moneda
CAC40	Francia	EUR
DAX	Alemania	EUR
IBEX35	España	EUR
EUROSTOXX 50	Zona Euro	EUR
DOW JONES INDUSTRIAL	Estados Unidos	USD
NASDAQ100	Estados Unidos	USD
RUSSELL2000	Estados Unidos	USD
S&P500	Estados Unidos	USD

Apéndice D



Límites Renta Fija y Variable Uruguay

Instrumento	Crecimiento	Acumulación	Retiro
Renta Variable Int.	25%	15%	0%
Renta Fija Int.	25%	15%	0%

Límites Moneda extranjera

Instrumento	Crecimiento	Acumulación	Retiro
Moneda extranjera	50%	35%	15%

Apéndice E

Caso 3.1 – Subfondo de Crecimiento

Matriz de varianza-covarianza de B&L

	RENTA FIJA	INTERNACION	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INTE	INDICES INTE		
RENTA FIJA INTE	0,00004267	0,00003272	-	0,00000076	-	0,00000320	0,00000026	0,00001483	0,00002935	0,00002654	0,00003027	0,00003179	-0,00000009	-0,00000011	-0,00000014	0,00003317	0,00002244	
ON ME	0,00003272	0,00004381	-	0,00000027	-	0,00000652	0,00000013	0,00001158	0,00002683	0,00002143	0,00003249	0,00002819	-0,00000016	-0,00000018	-0,00000018	0,00003733	0,00000657	
ON MN	-	0,00000076	-	0,00000027	-	0,00000419	-	0,00000005	-	0,00000032	0,00000910	0,00001358	-0,00000021	0,00000248	-0,00000025	-0,00000027	0,00000029	0,00000064
NOTA MN	-	0,00000320	-	0,00000652	-	0,00000419	-	0,00000017	-	0,00000152	0,00003280	0,00000117	0,00000408	-0,00000038	-0,00000034	-0,00000030	-0,00000199	0,00001011
FF	0,00000026	0,00000013	-	0,00000005	-	0,00000017	-	0,00000011	-	0,00000019	0,00000057	0,00000012	0,00000037	-0,00000005	-0,00000005	-0,00000005	0,00000017	0,00000018
BONO UYU 2-10	0,00001483	0,00001158	-	0,00000032	-	0,00000152	-	0,00000019	-	0,00002862	0,00001788	0,00002092	0,00001344	0,00001748	0,00000032	0,00000031	0,00000030	0,00001180
BONO UI 2-10	0,00002935	0,00002683	-	0,00000910	-	0,00002796	-	0,0000057	-	0,00001788	0,00008940	0,00009268	0,00003161	0,00003796	-0,00000096	-0,00000099	-0,00000097	0,00002875
BONO UI >10	0,00002654	0,00002143	-	0,00001358	-	0,00003280	-	0,00000050	-	0,00002092	0,00009268	0,00010784	0,00002758	0,00003515	-0,00000101	-0,00000110	-0,00000111	0,00002290
BONO ME 2-10	0,00003027	0,00003249	-	0,00000281	-	0,00000117	-	0,00000112	-	0,00003161	0,00002758	0,00003805	0,00004533	0,00004533	-0,00000037	-0,00000031	-0,00000029	0,00003670
BONO ME >10	0,00003179	0,00002819	-	0,00000248	-	0,00000408	-	0,0000037	-	0,00001748	0,00003796	0,00003515	0,00004533	0,00007717	-0,00000082	-0,00000076	-0,00000076	0,00003350
LETRAS 30	-	0,00000009	-	0,00000016	-	0,00000025	-	0,00000005	-	0,00000032	-	0,00000096	-0,00000101	-0,00000037	-0,00000082	0,00000023	0,00000023	-0,00000023
LETRAS 60	-	0,00000011	-	0,00000018	-	0,00000027	-	0,00000005	-	0,00000031	-	0,00000099	-0,00000110	-0,00000031	-0,00000076	0,00000023	0,00000025	-0,00000026
LETRAS 90	-	0,00000014	-	0,00000018	-	0,00000029	-	0,00000005	-	0,00000030	-	0,00000097	-0,00000111	-0,00000029	-0,00000076	0,00000023	0,00000025	-0,00000028
INDICES INTERNI	0,00003317	0,00003733	-	0,00000064	-	0,00000199	-	0,00000017	-	0,00001180	0,00002875	0,00002290	0,00003670	0,00004066	-0,00000023	-0,00000026	-0,00000028	0,00004584
INDICES INTERNI	0,00002244	0,00000657	-	0,00000054	-	0,00001011	-	0,00000018	-	0,00001663	0,00003177	0,00003195	0,00001868	0,00003350	-0,00000065	-0,00000065	-0,00000063	0,00001263

Matriz

Varianza-covarianza predicha

	RENTA FIJA	INTERNACION	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INTE	INDICES INTE		
RENTA FIJA INTE	0,00071077	0,00055182	-	0,00001166	-	0,00005090	0,00000426	0,00024883	0,00049615	0,00044694	0,00051427	0,00054409	-0,00000179	-0,00000211	-0,00000254	0,00056617	0,00039114	
ON ME	0,00055182	0,00073171	-	0,00000377	-	0,00010542	0,00000223	0,00019588	0,00045443	0,00036333	0,00055079	0,00048609	-0,00000276	-0,00000308	-0,00000318	0,00063533	0,00012257	
ON MN	-	0,00001166	-	0,00000377	-	0,00019317	0,00006709	-0,00000075	-0,00000482	0,00014610	0,00021768	-0,00000281	0,00004038	-0,00000405	-0,00000437	-0,00000459	0,00001094	0,00000934
NOTA MN	-	0,00005090	-	0,00010542	-	0,00006709	0,00035514	0,00000267	0,00002512	0,00044866	0,00052640	0,00001857	0,00006618	-0,00000608	-0,00000554	-0,00000490	-0,00003279	0,00017121
FF	0,00000426	0,00000223	-	0,00000075	-	0,00000267	0,00000171	-0,00000299	0,00000927	0,00000810	0,00002020	0,00000617	-0,00000075	-0,00000085	-0,00000085	0,00000287	0,00000318	
BONO UYU 2-10	0,00024883	0,00019588	-	0,00000482	-	0,00002512	-	0,00000299	0,00046322	0,00029768	0,00034482	0,00028694	0,00029458	0,00000502	0,00000481	0,00000470	0,00020240	0,00028613
BONO UI 2-10	0,00049615	0,00045443	-	0,00014610	-	0,00044866	0,00000927	0,00029768	0,00145650	0,00150538	0,00150538	0,00053351	0,00064146	-0,00001566	-0,00001619	-0,00001587	0,00049205	0,00054847
BONO UI >10	0,00044694	0,00036333	-	0,00021768	-	0,00052640	0,00000810	0,00034482	0,00150538	0,00174494	0,00046448	0,00059125	-0,00001641	-0,00001790	-0,00001801	0,00039270	0,00054995	
BONO ME 2-10	0,00051427	0,00055079	-	0,00000281	-	0,00001857	0,00000202	0,00022694	0,00053351	0,00046448	0,00064105	0,00076293	-0,00000617	-0,00000521	-0,00000489	0,00062580	0,00032828	
BONO ME >10	0,00054409	0,00048609	-	0,00004038	-	0,00006618	0,00000617	0,00029458	0,00064146	0,00059125	0,00076293	0,00127987	-0,00001352	-0,00001256	-0,00001256	0,00069466	0,00058140	
LETRAS 30	-	0,00000179	-	0,00000276	-	0,00000405	-	0,00000075	-	0,00001566	-0,00001641	-0,00000617	-0,00001352	0,00000373	0,00000373	0,00000373	-0,00000393	-0,00001105
LETRAS 60	-	0,00000211	-	0,00000308	-	0,00000437	-	0,00000085	-	0,00001619	-0,00001790	-0,00000521	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000446	-0,00001115
LETRAS 90	-	0,00000254	-	0,00000318	-	0,00000459	-	0,00000085	-	0,00001587	-0,00001801	-0,00000489	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000488	-0,00001073
INDICES INTERNI	0,00056617	0,00063533	-	0,00001094	-	0,00003279	0,00000287	0,00020240	0,00049205	0,00039270	0,00062580	0,00069466	-0,00000393	-0,00000446	-0,00000488	0,00078054	0,00022823	
INDICES INTERNI	0,00039114	0,00012257	-	0,00000934	-	0,00017121	0,00000318	0,00028613	0,00054847	0,00054995	0,00032828	0,00058140	-0,00001105	-0,00001115	-0,00001073	0,00022823	0,00219160	

Apéndice F

Caso 3.2 – Subfondo de Retiro

Matriz de varianza-covarianza de B&L

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT.	INDICES INT.
RENTA FIJA I	0,0000427	0,0000327	-0,0000008	-0,0000032	0,0000003	0,0000148	0,0000294	0,0000265	0,0000303	0,0000318	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001	0,0000332	0,0000224
ON ME	0,0000327	0,0000438	-0,0000003	-0,0000065	0,0000001	0,0000116	0,0000268	0,0000214	0,0000325	0,0000282	-0,0000002	-0,0000002	-0,0000002	0,0000373	0,0000066
ON MN	-0,0000008	-0,0000003	0,0000121	0,0000042	0,0000000	-0,0000003	0,0000091	0,0000136	-0,0000002	0,0000025	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000003	0,0000006	0,0000005
NOTA MN	-0,0000032	-0,0000065	0,0000042	0,0000221	0,0000002	0,0000015	0,0000280	0,0000328	0,0000012	0,0000041	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000020	0,0000101
FF	0,0000003	0,0000001	0,0000000	0,0000002	0,0000001	-0,0000002	0,0000006	0,0000005	0,0000001	0,0000004	0,0000000	-0,0000001	-0,0000001	0,0000002	0,0000002
BONO UYU 2	0,0000148	0,0000116	-0,0000003	0,0000015	-0,0000002	0,0000286	0,0000179	0,0000209	0,0000134	0,0000175	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000118	0,0000166
BONO UI 2-1	0,0000294	0,0000268	0,0000091	0,0000280	0,0000006	0,0000179	0,0000894	0,0000927	0,0000316	0,0000380	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000010	0,0000287	0,0000318
BONO UI >10	0,0000265	0,0000214	0,0000136	0,0000328	0,0000005	0,0000209	0,0000927	0,0001078	0,0000276	0,0000351	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000011	0,0000229	0,0000320
BONO ME 2-10	0,0000303	0,0000325	-0,0000002	0,0000012	0,0000001	0,0000134	0,0000316	0,0000276	0,0000381	0,0000453	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	0,0000367	0,0000187
BONO ME >10	0,0000318	0,0000282	0,0000025	0,0000041	0,0000004	0,0000175	0,0000380	0,0000351	0,0000453	0,0000772	-0,0000008	-0,0000008	-0,0000008	0,0000407	0,0000335
LETRAS 30	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000004	0,0000000	0,0000003	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000004	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000002	-0,0000006
LETRAS 60	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000007
LETRAS 90	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000007
INDICES INT.	0,0000332	0,0000373	0,0000006	-0,0000020	0,0000002	0,0000118	0,0000287	0,0000229	0,0000367	0,0000407	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	0,0000458	0,0000126
INDICES INT.	0,0000224	0,0000066	0,0000005	0,0000101	0,0000002	0,0000166	0,0000318	0,0000320	0,0000187	0,0000335	-0,0000006	-0,0000007	-0,0000006	0,0000126	0,0001287

Matriz Varianza-covarianza predicha

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT.	INDICES INT.
RENTA FIJA I	0,00071077	0,00055182	-0,00001166	-0,00005090	0,00000426	0,00024883	0,00049615	0,00044694	0,00051427	0,00054409	-0,00000179	-0,00000211	-0,00000254	0,00056617	0,00039114
ON ME	0,00055182	0,00073171	-0,00000377	-0,00010542	0,00000223	0,00019588	0,00045443	0,00036333	0,00055079	0,00048609	-0,00000276	-0,00000308	-0,00000318	0,00063533	0,00012257
ON MN	-0,00001166	-0,00000377	0,00019317	0,00006709	-0,00000075	-0,00000482	0,00014610	0,00021768	-0,00000281	0,00004038	-0,00000405	-0,00000437	-0,00000459	0,00001094	0,00000934
NOTA MN	-0,00005090	-0,00010542	0,00006709	0,00035514	0,00000267	0,00002512	0,00044866	0,00052640	0,00001857	0,00006618	-0,00000608	-0,00000554	-0,00000490	-0,00003279	0,00017121
FF	0,00000426	0,00000223	-0,00000075	0,00000267	0,00000171	-0,00000299	0,00000927	0,00000810	0,00000202	0,00000617	-0,00000075	-0,00000085	-0,00000085	0,00000287	0,00000318
BONO UYU 2	0,00024883	0,00019588	-0,00000482	0,00002512	-0,00000299	0,00046322	0,00029768	0,00034482	0,00022694	0,00029458	0,00000502	0,00000481	0,00000470	0,00002040	0,00028613
BONO UI 2-1	0,00049615	0,00045443	0,00014610	0,00044866	0,00000927	0,00029768	0,00145650	0,00150538	0,00053351	0,00064146	-0,00001566	-0,00001619	-0,00001587	0,00049205	0,00054847
BONO UI >10	0,00044694	0,00036333	0,00021768	0,00052640	0,00000810	0,00034482	0,00150538	0,00174494	0,00046448	0,00059125	-0,00001641	-0,00001790	-0,00001801	0,00039270	0,00054995
BONO ME 2-10	0,00051427	0,00055079	-0,00000281	0,00001857	0,00000202	0,00022694	0,00053351	0,00046448	0,00064105	0,00076293	-0,00000617	-0,00000521	-0,00000489	0,000062580	0,00032828
BONO ME >10	0,00054409	0,00048609	0,00004038	0,00006618	0,00000617	0,00029458	0,00064146	0,00059125	0,00076293	0,00127987	-0,00001352	-0,00001256	-0,00001256	0,00069466	0,00058140
LETRAS 30	-0,00000179	-0,00000276	-0,00000405	-0,00000608	-0,00000075	0,00000502	-0,00001566	-0,00001641	-0,00000617	-0,00001352	0,00000373	0,00000373	0,00000373	-0,00000393	-0,00001105
LETRAS 60	-0,00000211	-0,00000308	-0,00000437	-0,00000554	-0,00000085	0,00000481	-0,00001619	-0,00001790	-0,00000521	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000446	-0,00001115
LETRAS 90	-0,00000254	-0,00000318	-0,00000459	-0,00000490	-0,00000085	0,00000470	-0,00001587	-0,00001801	-0,00000489	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000488	-0,00001073
INDICES INT.	0,00056617	0,00063533	0,00001094	-0,00003279	0,00000287	0,00020240	0,00049205	0,00039270	0,00062580	0,00069466	-0,00000393	-0,00000446	-0,00000488	0,00078054	0,00022823
INDICES INT.	0,00039114	0,00012257	0,00000934	0,00017121	0,00000318	0,00028613	0,00054847	0,00054995	0,00032828	0,00058140	-0,00001105	-0,00001115	-0,00001073	0,00022823	0,00219160

Apéndice G

Caso 3.3 – Subfondo de Retiro

Matriz de varianza-covarianza de B&L

Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT.	INDICES INT.
RENTA FIJA I	0,0000427	0,0000327	-0,0000008	-0,0000032	0,0000003	0,0000148	0,0000294	0,0000265	0,0000303	0,0000318	-0,0000001	-0,0000001	-0,0000001	0,0000332	0,0000224
ON ME	0,0000327	0,0000438	-0,0000003	-0,0000065	0,0000001	0,0000116	0,0000268	0,0000214	0,0000325	0,0000282	-0,0000002	-0,0000002	-0,0000002	0,0000373	0,0000066
ON MN	-0,0000008	-0,0000003	0,0000121	0,0000042	0,0000000	-0,0000003	0,0000091	0,0000136	-0,0000002	0,0000025	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000003	0,0000006	0,0000005
NOTA MN	-0,0000032	-0,0000065	0,0000042	0,0000221	0,0000002	0,0000015	0,0000280	0,0000328	0,0000012	0,0000041	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000020	0,0000101
FF	0,0000003	0,0000001	0,0000000	0,0000002	0,0000001	-0,0000002	0,0000006	0,0000005	0,0000001	0,0000004	0,0000000	-0,0000001	-0,0000001	0,0000002	0,0000002
BONO UYU 2-10	0,0000148	0,0000116	-0,0000003	0,0000015	-0,0000002	0,0000286	0,0000179	0,0000209	0,0000134	0,0000175	0,0000003	0,0000003	0,0000003	0,0000118	0,0000166
BONO UI 2-10	0,0000294	0,0000268	0,0000091	0,0000280	0,0000006	0,0000179	0,0000894	0,0000927	0,0000316	0,0000380	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000010	0,0000287	0,0000318
BONO UI >10	0,0000265	0,0000214	0,0000136	0,0000328	0,0000005	0,0000209	0,0000927	0,0001078	0,0000276	0,0000351	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000011	0,0000229	0,0000320
BONO ME 2-10	0,0000303	0,0000325	-0,0000002	0,0000012	0,0000001	0,0000134	0,0000316	0,0000276	0,0000381	0,0000453	-0,0000004	-0,0000003	-0,0000003	0,0000367	0,0000187
BONO ME >10	0,0000318	0,0000282	0,0000025	0,0000041	0,0000004	0,0000175	0,0000380	0,0000351	0,0000453	0,0000772	-0,0000008	-0,0000008	-0,0000008	0,0000407	0,0000335
LETRAS 30	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000004	0,0000000	0,0000003	-0,0000010	-0,0000010	-0,0000004	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000002	-0,0000006
LETRAS 60	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000007
LETRAS 90	-0,0000001	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	-0,0000001	0,0000003	-0,0000010	-0,0000011	-0,0000003	-0,0000008	0,0000002	0,0000002	0,0000002	-0,0000003	-0,0000006
INDICES INT	0,0000332	0,0000373	0,0000006	-0,0000020	0,0000002	0,0000118	0,0000287	0,0000229	0,0000367	0,0000407	-0,0000002	-0,0000003	-0,0000003	0,0000458	0,0000126
INDICES INT	0,0000224	0,0000066	0,0000005	0,0000101	0,0000002	0,0000166	0,0000318	0,0000320	0,0000187	0,0000335	-0,0000006	-0,0000007	-0,0000006	0,0000126	0,0001287

Matriz Varianza-covarianza predicha

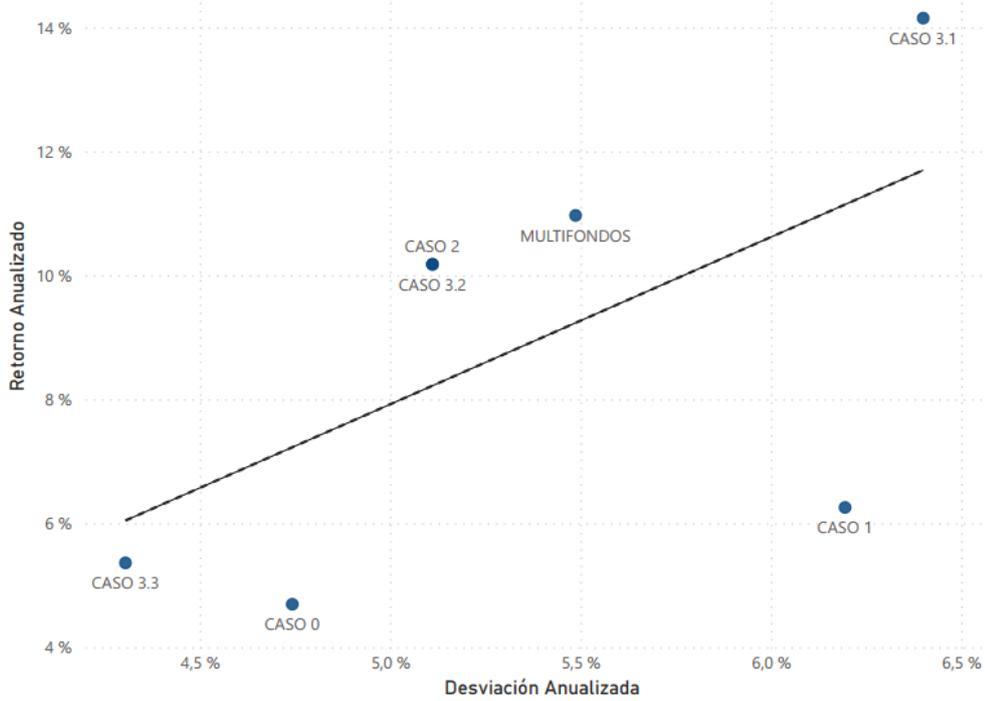
Instrumento	RENTA FIJA INT.	ON ME	ON MN	NOTA MN	FF	BONO UYU 2-10	BONO UI 2-10	BONO UI >10	BONO ME 2-10	BONO ME >10	LETRAS 30	LETRAS 60	LETRAS 90	INDICES INT.	INDICES INT.
RENTA FIJA	0,00071077	0,00055182	-0,00001166	-0,00005090	0,00000426	0,00024883	0,00049615	0,00044694	0,00051427	0,00054409	-0,00000179	-0,00000211	-0,00000254	0,00056617	0,00039114
ON ME	0,00055182	0,00073171	-0,00000377	-0,00010542	0,00000223	0,00019588	0,00045443	0,00036333	0,00055079	0,00048609	-0,00000276	-0,00000308	-0,00000318	0,00063533	0,00012257
ON MN	-0,00001166	-0,00000377	0,00019317	0,00006709	-0,00000075	-0,00000482	0,00014610	0,00021768	-0,00000281	0,00004038	-0,00000405	-0,00000437	-0,00000459	0,00001094	0,00000934
NOTA MN	-0,00005090	-0,00010542	0,00006709	0,00035514	0,00000267	0,00002512	0,00048866	0,00052640	0,0001857	0,00006618	-0,00000608	-0,00000554	-0,00000490	-0,00003279	0,00017121
FF	0,00000426	0,00000223	-0,00000075	0,00000267	0,00000171	-0,00000299	0,0000927	0,00000810	0,0000202	0,00006617	-0,00000075	-0,00000085	-0,00000085	0,00000287	0,00000318
BONO UYU 2-10	0,00024883	0,00019588	-0,00000482	0,00002512	-0,00000299	0,00046322	0,00029768	0,00034482	0,00022694	0,00029458	0,00000502	0,00000481	0,00000470	0,00020240	0,00028613
BONO UI 2-10	0,00049615	0,00045443	0,00014610	0,00048866	0,0000927	0,00029768	0,00145650	0,00150538	0,00053351	0,00064146	-0,00001566	-0,00001619	-0,00001587	0,00049205	0,00054847
BONO UI >10	0,00044694	0,00036333	0,00021768	0,00052640	0,00000810	0,00034482	0,00150538	0,00174494	0,00046448	0,00059125	-0,00001641	-0,00001790	-0,00001801	0,00039270	0,00054995
BONO ME 2-10	0,00051427	0,00055079	-0,00000281	0,00001857	0,00000202	0,00022694	0,00053351	0,00046448	0,00064105	0,00076293	-0,00000617	-0,00000521	-0,00000489	0,00062580	0,00032828
BONO ME >10	0,00054409	0,00048609	0,00004038	0,00006618	0,00000617	0,00029458	0,00064146	0,00059125	0,00076293	0,0127987	-0,00001352	-0,00001256	-0,00001256	0,00069466	0,00058140
LETRAS 30	-0,00000179	-0,00000276	-0,00000405	-0,00000608	-0,00000075	0,00000502	-0,00001566	-0,00001641	-0,00000617	-0,00001352	0,00000373	0,00000373	0,00000373	-0,00000393	-0,00001105
LETRAS 60	-0,00000211	-0,00000308	-0,00000437	-0,00000554	-0,00000085	0,00000481	-0,00001619	-0,00001790	-0,00000521	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000446	-0,00001115
LETRAS 90	-0,00000254	-0,00000318	-0,00000459	-0,00000490	-0,00000085	0,00000470	-0,00001587	-0,00001801	-0,00000489	-0,00001256	0,00000373	0,00000395	0,00000395	-0,00000488	-0,00001073
INDICES INT	0,00056617	0,00063533	0,00001094	-0,00003279	0,00000287	0,00020240	0,00049205	0,00039270	0,00062580	0,00069466	-0,00000393	-0,00000446	-0,00000488	0,00078054	0,00022823
INDICES INT	0,00039114	0,00012257	0,00000934	0,00017121	0,00000318	0,00028613	0,00054847	0,00054995	0,00032828	0,00058140	-0,00001105	-0,00001115	-0,00001073	0,00022823	0,000219160

Apéndice H

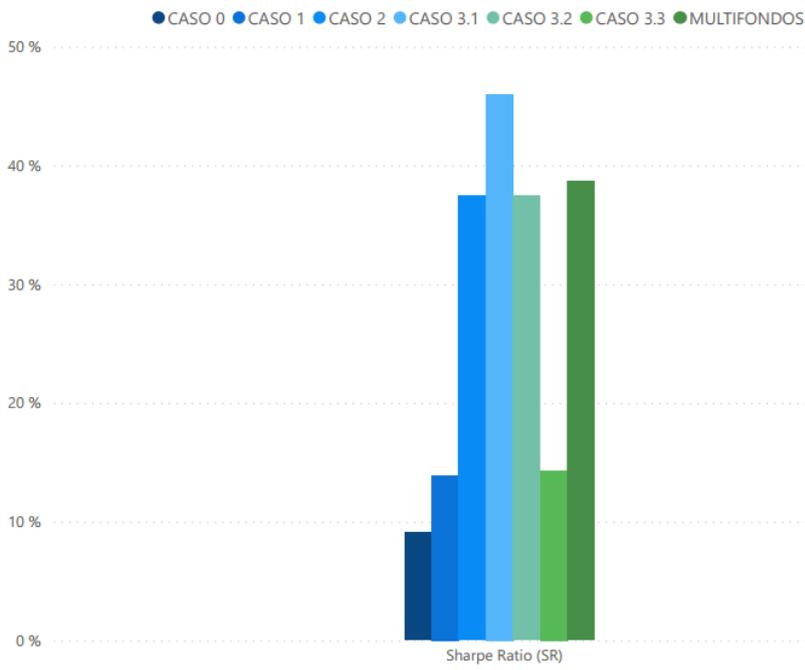
Frontera de eficiencia con valores mensuales

Caso	Retorno	Desviación
BASE	0,38%	1,37%
CASO 1	0,51%	1,79%
CASO 2	0,81%	1,48%
CASO 3.1	1,11%	1,85%
CASO 3.2	0,81%	1,48%
CASO 3.3	0,44%	1,24%

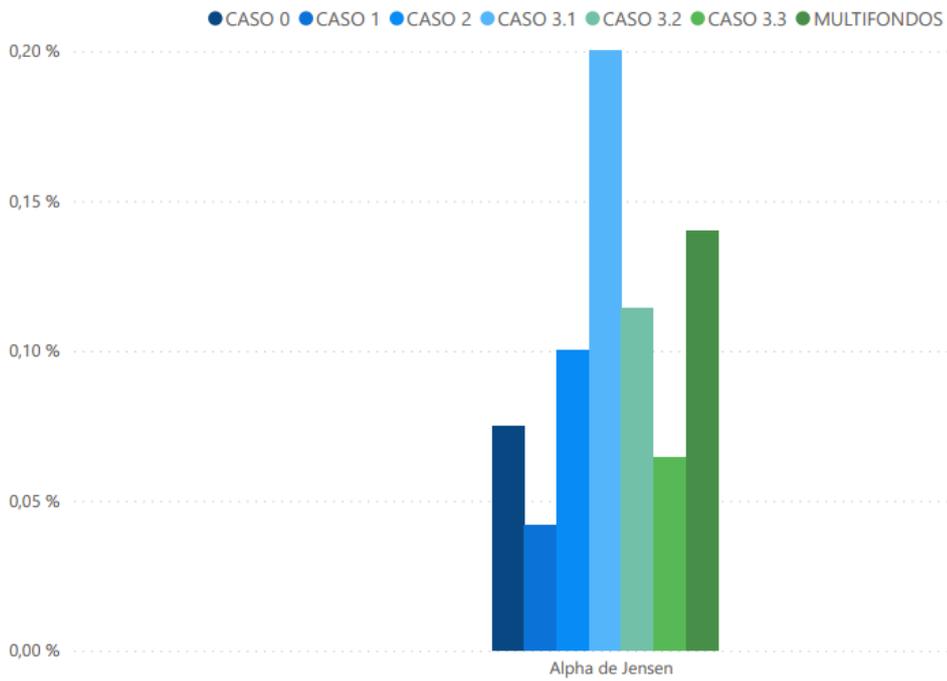
Portafolios eficientes con valores anuales en UI (%)



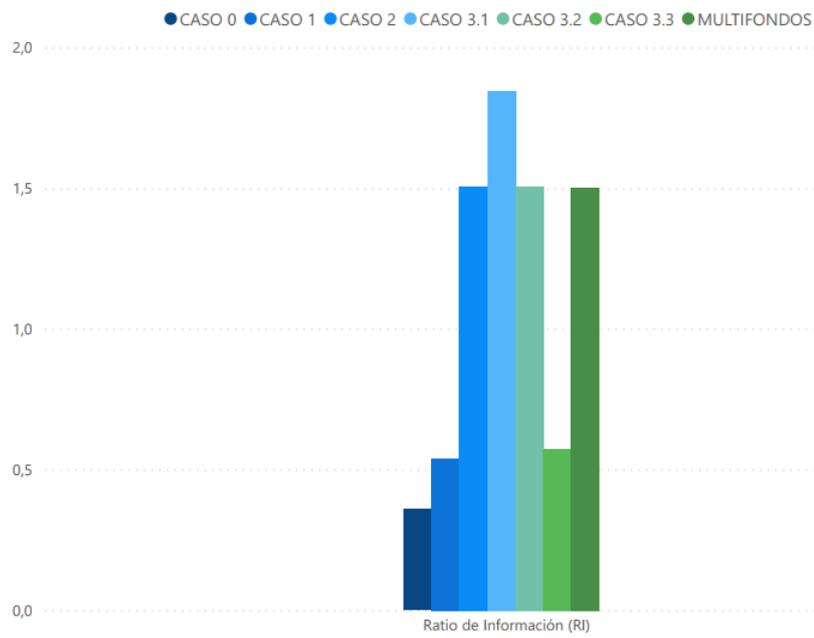
Ratio de Sharpe



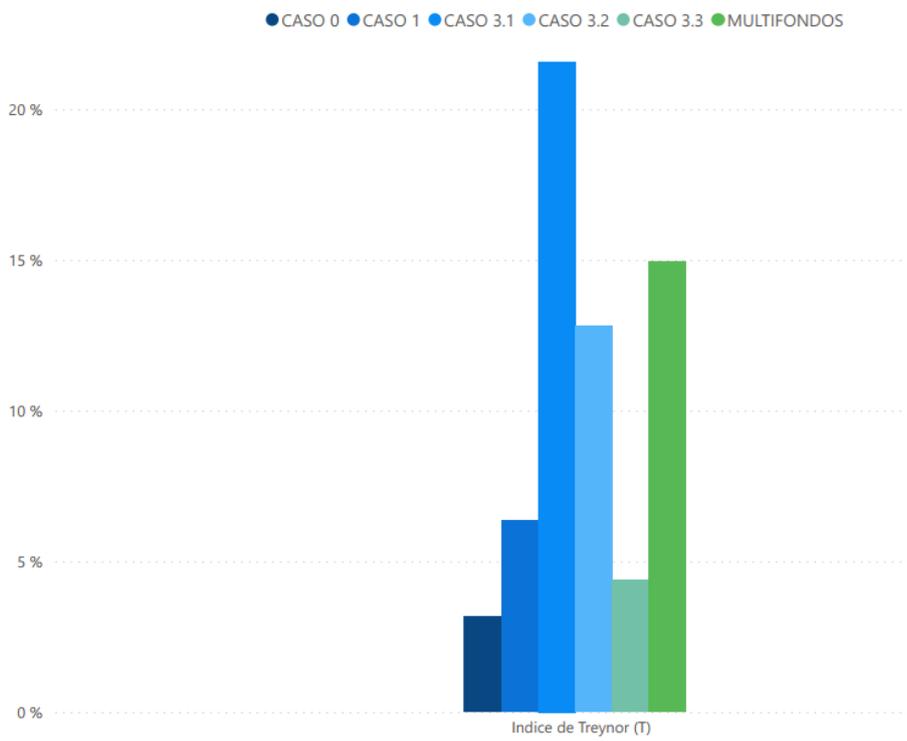
Alpha de Jensen



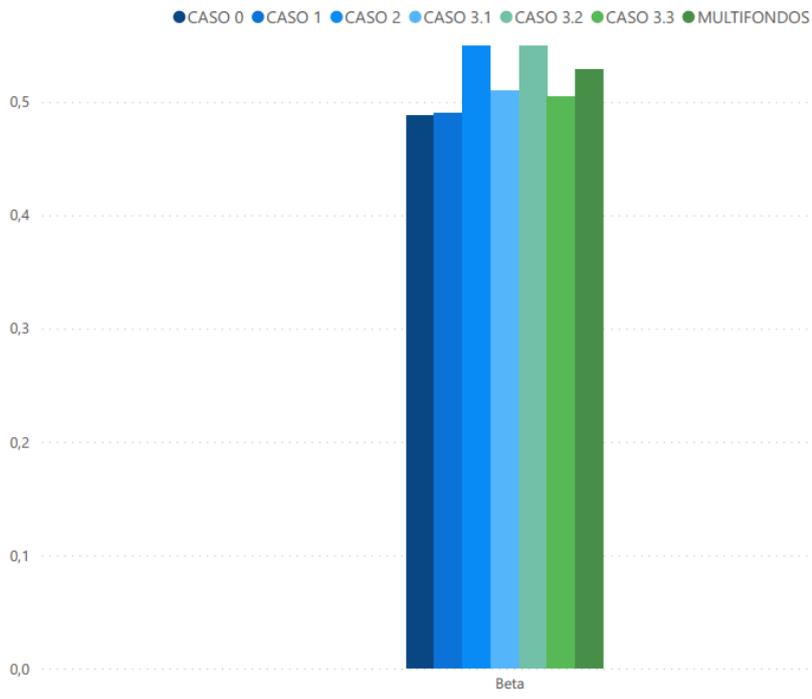
Ratio de Información



Índice de Treynor

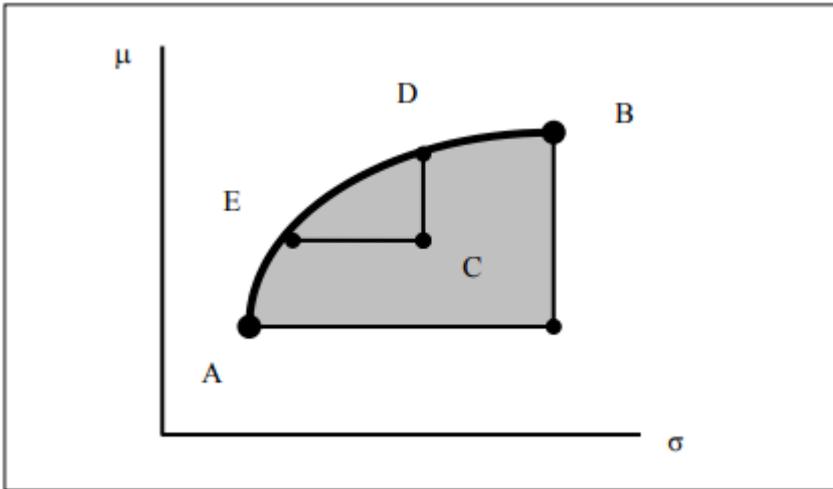


Beta



Anexos

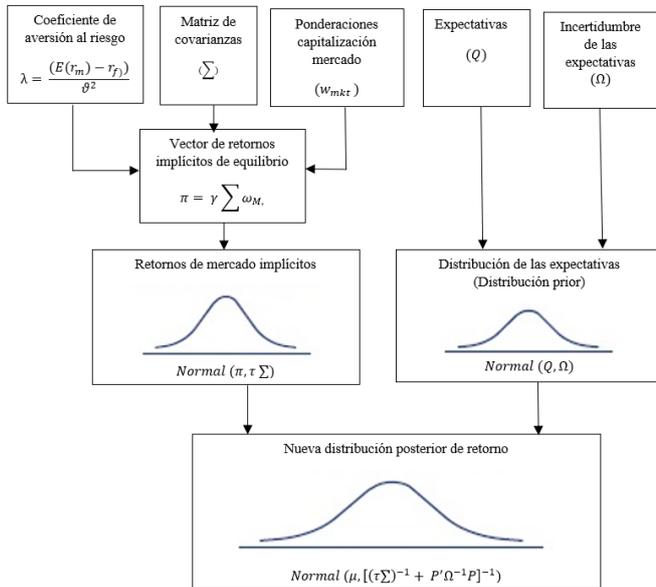
Anexo 1



Fuente: Mora (2004)

Anexo 2

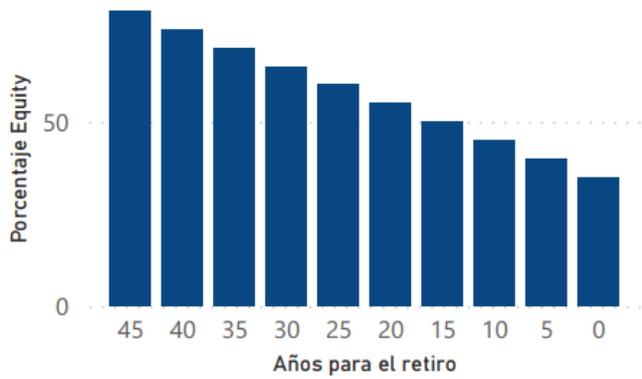
Resumen de la metodología de Black-Litterman



Fuente: Elaboración propia en base a Idzorek (2005)

Anexo 3

Porcentaje invertido en Renta variable según años para el retiro

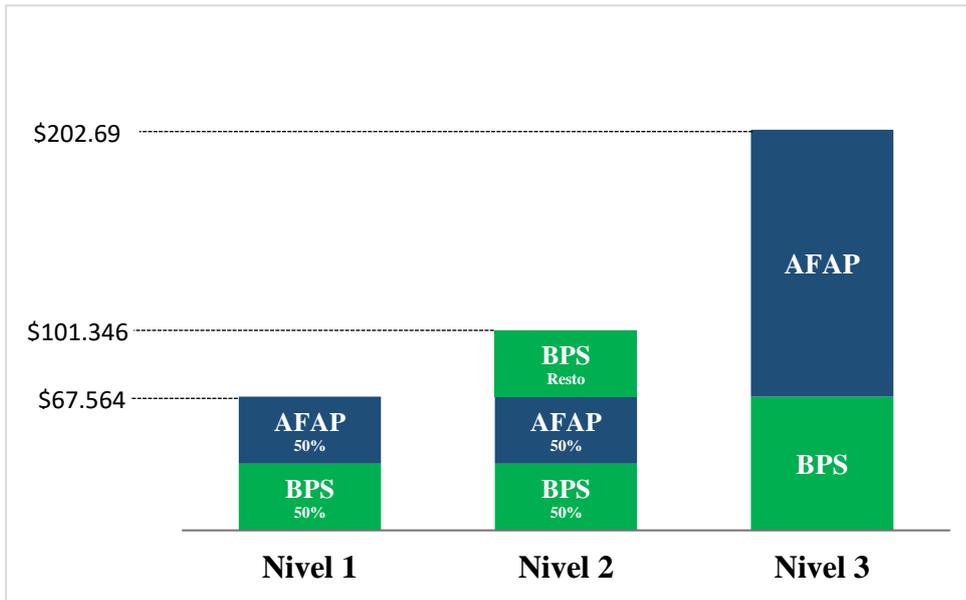


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Blackrock⁵⁴

⁵⁴ Para una revisión más profunda consultar el siguiente enlace
<https://www.blackrock.com/us/individual/investment-ideas/lifepath>

Anexo 4

Distribución de los aportes según nivel de ingresos

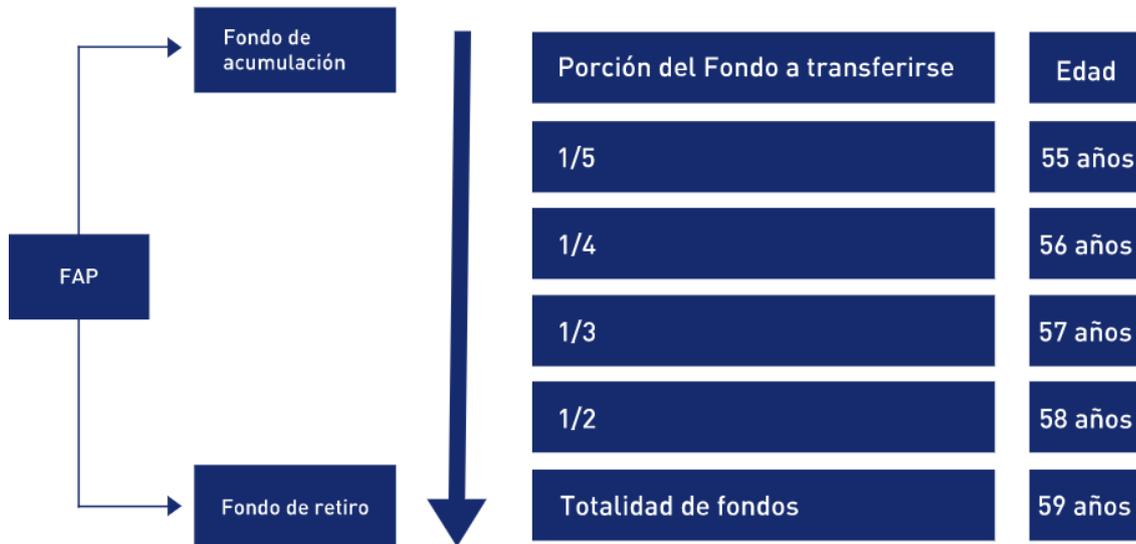


Fuente: Elaboración propia en base a Unión Capital⁵⁵

⁵⁵ Para discusión adicional véase <https://www.unioncapital.com.uy/novedades/como-se-distribuyen-mis-aportes-que-parte-recibe-unioncapital-afap>

Anexo 5

Traspaso gradual entre los subfondos



Fuente: SURA⁵⁶

⁵⁶ La ilustración fue tomada de SURA <https://www.afapsura.com.uy/info/fondo-de-ahorro-previsional> en la descripción de la ley 19.162.

Anexo 6

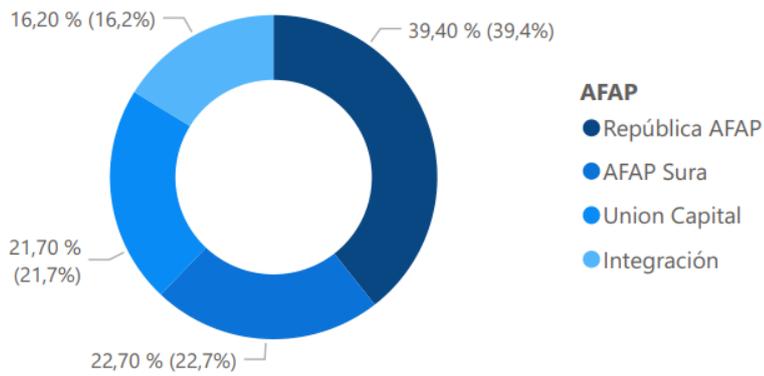
Límites por subfondo de inversión

	Subfondo Acumulación		Subfondo de Retiro	
	Literal	Límite	Literal	Límite
Gobierno y BCU	A	75%	G	90%
Sector Privado	B	50%	-	-
Bancos	C	30%	H	30%
Multilaterales	D	15%	I	20%
Cobertura	E	10%	J	10%
Prést. Consumo	F	15%	K	5%
Moneda Extranjera		35%		15%
Plazo de los títulos		Sin Límite		Hasta 5 años

Fuente: República AFAP

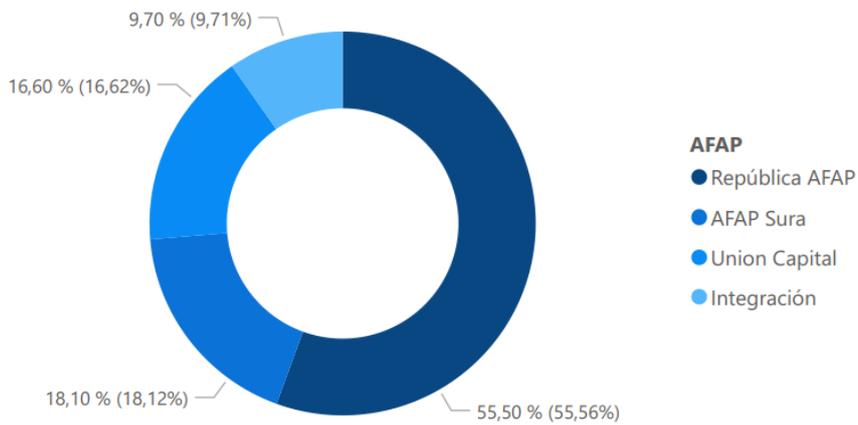
Anexo 7

Afiliados por AFAP



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BCU.

Fondos administrados según AFAP



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BCU.

Anexo 8

Posición por instrumento

Instrumento	Subfondo de Acumulación	Subfondo de Retiro
Valores del Estado y LRM	54.3%	67.1%
Valores empresas privadas	22.7%	0.0%
Notas Multilaterales y Bonos extranjeros	14.5%	14.7%
Disponibilidades transitorias	4.4%	2.2%
Depósitos a plazo	3.2%	12.4%
Préstamos a afiliados	0.9%	3.6%

Fuente: BCU

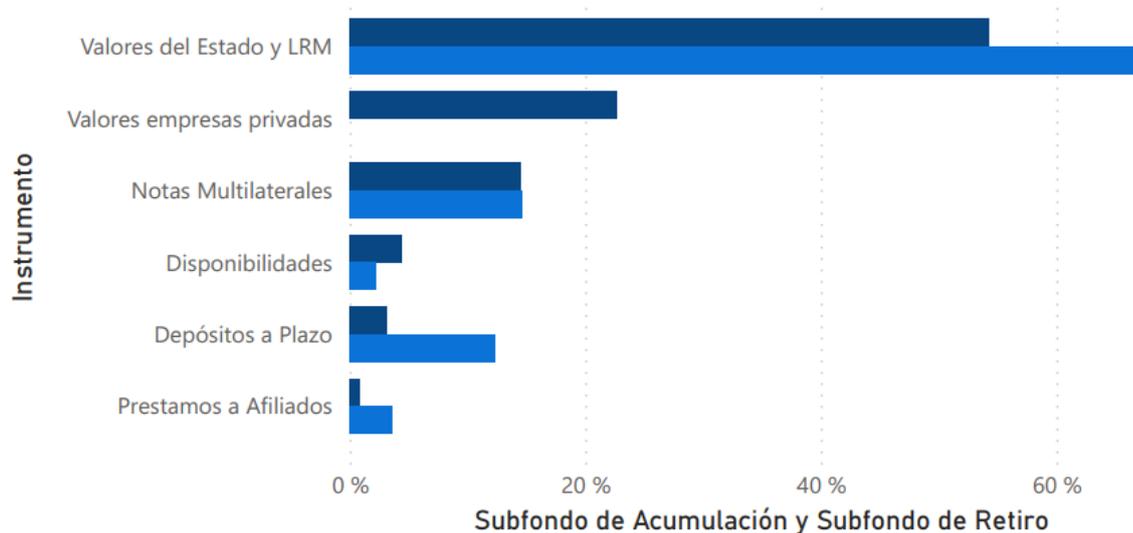
Composición por moneda

Moneda	Subfondo de Acumulación	Subfondo de Retiro
UI	63.00%	48.80%
Moneda extranjera	22.20%	9.70%
Pesos uruguayos nominales	12.70%	41.50%
UR+UP	2.00%	0.00%

Fuente: BCU

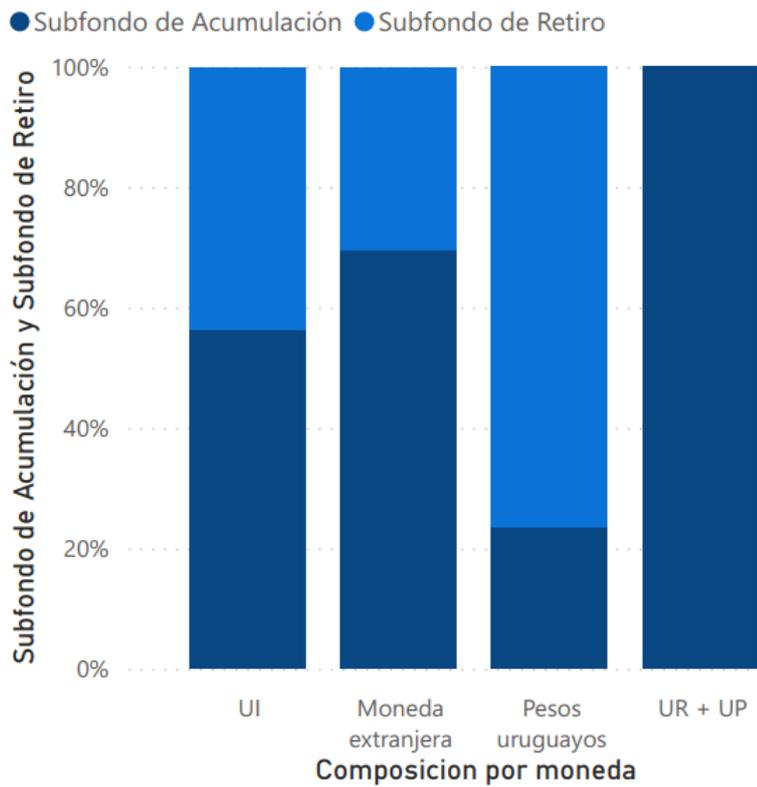
Posicionamiento por instrumento

● Subfondo de Acumulación ● Subfondo de Retiro



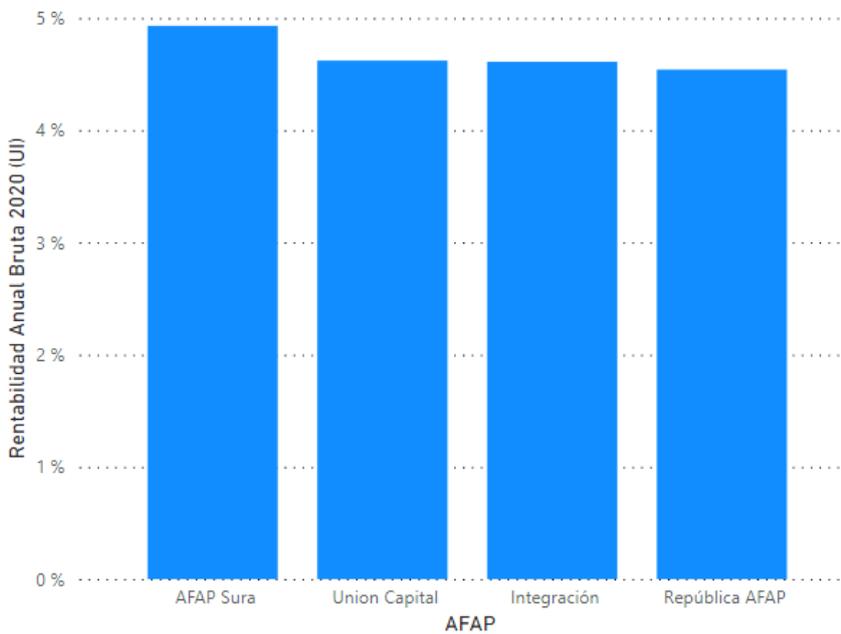
Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por el BCU

Composición por moneda según Subfondo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por el BCU.

Rentabilidad Anual Bruta en UI al 31/12/2020



Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por el Banco Central del Uruguay

Anexo 9

Proyecciones PIB Uruguay 2021

Institución	2021(%)
BCU	2,95
BANCO MUNDIAL	3,40
CEPAL	4,10
FITCH	2,80
GOBIERNO	3,50
ITAU	3,00
BBVA	2,70
PWC	3,75

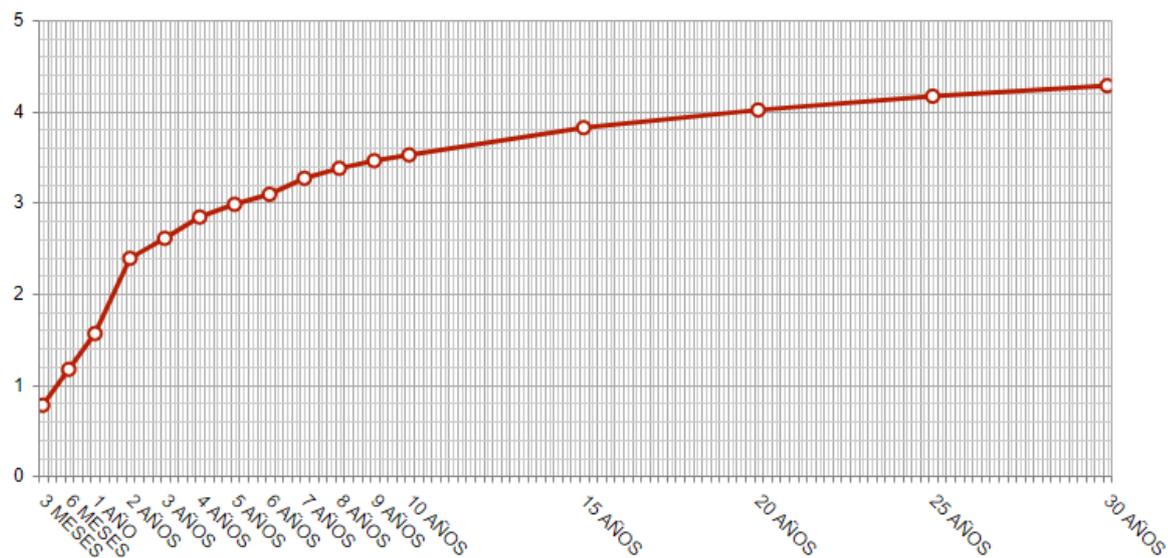
Fuente: Elaboración propia en base a los informes de cada institución

Función ECFC en Bloomberg para Uruguay

País/región/mundo	Contribuidor	Composite de contribuidor	<input checked="" type="radio"/> Anual	<input type="radio"/> Trimestral						
Uruguay	Navegar	Privado	<input checked="" type="radio"/> Oficial							
Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Actividad económica										
PIB real (YoY%)	0.4	1.7	1.6	0.5	0.4	-5.9	3.1	3.5	2.7	
IPC (YoY%)	8.7	9.6	6.2	7.6	7.9	9.8	7.5	7.8	6.7	
Desempleo (%)	7.5	7.9	7.9	8.4	8.9	10.4	10.4			
Balanza externa										
Cta actual (% del PIB)	-0.3	0.7	0.0	-0.5	1.3	-0.7	-1.3	-1.1	-0.2	
Balanza fiscal										
Presupuesto (% de PIB)								-3.3	-2.7	

Fuente: Bloomberg

Curva CUD elaborada por BEVSA



Fuente: BEVSA

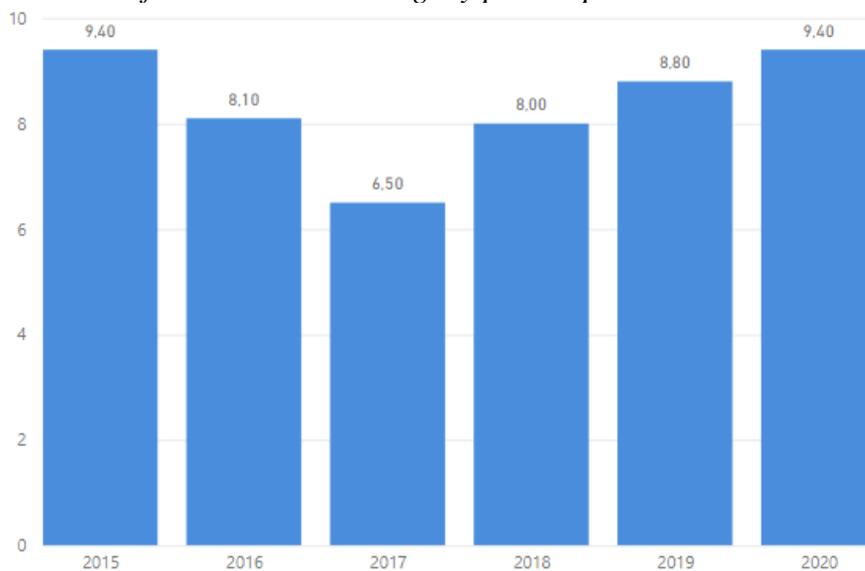
Anexo 10

Tasa de inflación Uruguay para el período 2015-2020

Año	Inflación (%)
2015	9,40
2016	8,10
2017	6,50
2018	8,00
2019	8,80
2020	9,40

Fuente: INE

Tasa de inflación anual en Uruguay para el período 2015-2020



Fuente: INE

Proyecciones de inflación: Uruguay

Institución	2021 (%)
BCU	7,50
FITCH	8,50
GOBIERNO	6,90
BBVA	7,20
ITAU	7,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por cada institución.

Bloomberg:

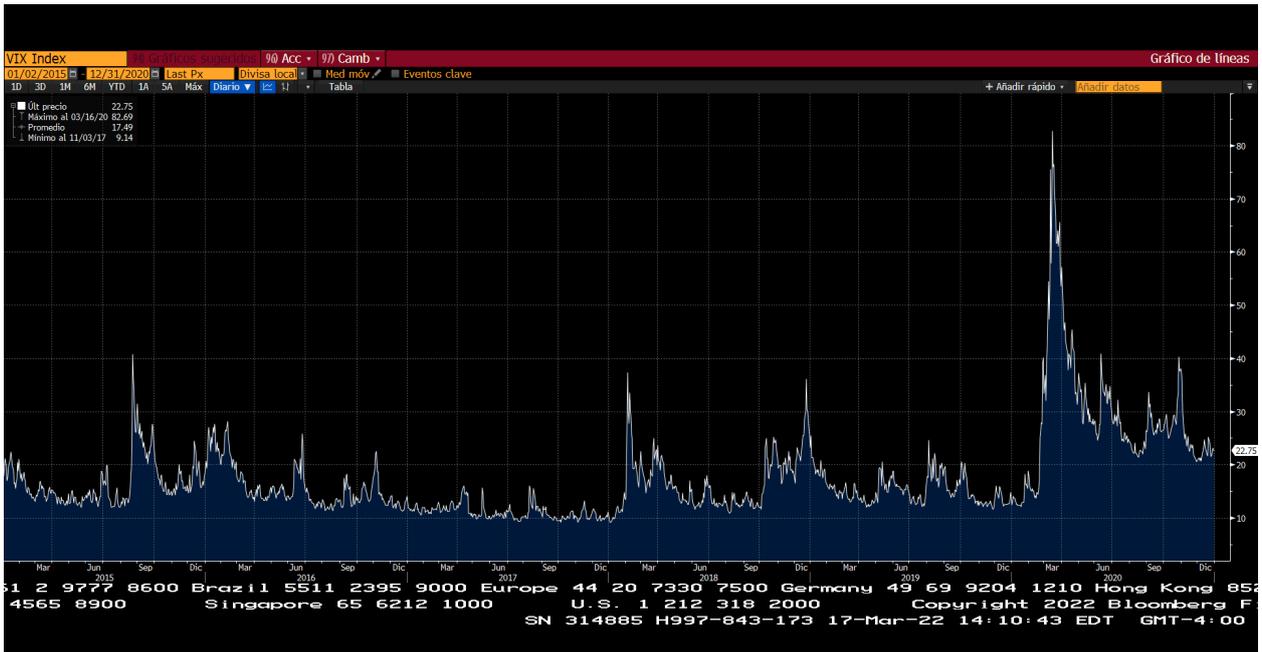
Pronósticos de inflación para Uruguay

Uruguay		Navegar	Precios consumidor (% YoY)	<input checked="" type="radio"/> Anual	<input type="radio"/> Trimestral
2026 Efectivo		4.5	2026 Pronóst		
		2022	2023	2024	
Mediana		7.8	6.7		
Media		7.8	6.8		
Promedio ponderado Bloomberg		7.8	6.8		
Máx		8.5	7.5		
Mín		7.0	6.3		
Respuestas		6	6		
Encuesta ene		7.4	6.8		
Encuesta oct		6.8	6.0		
Contribuidores (6)		Al	2022	2023	2024
Fitch Ratings		03/15/22	7.7	7.1	
Bank of America Merrill Lynch		03/11/22	8.5	6.3	
Julius Baer		03/04/22	7.2	6.6	
Citigroup		02/28/22	7.8	6.8	
Capital Economics		01/28/22	8.5	7.5	
Itau Unibanco		01/28/22	7.0	6.5	

Fuente: Bloomberg

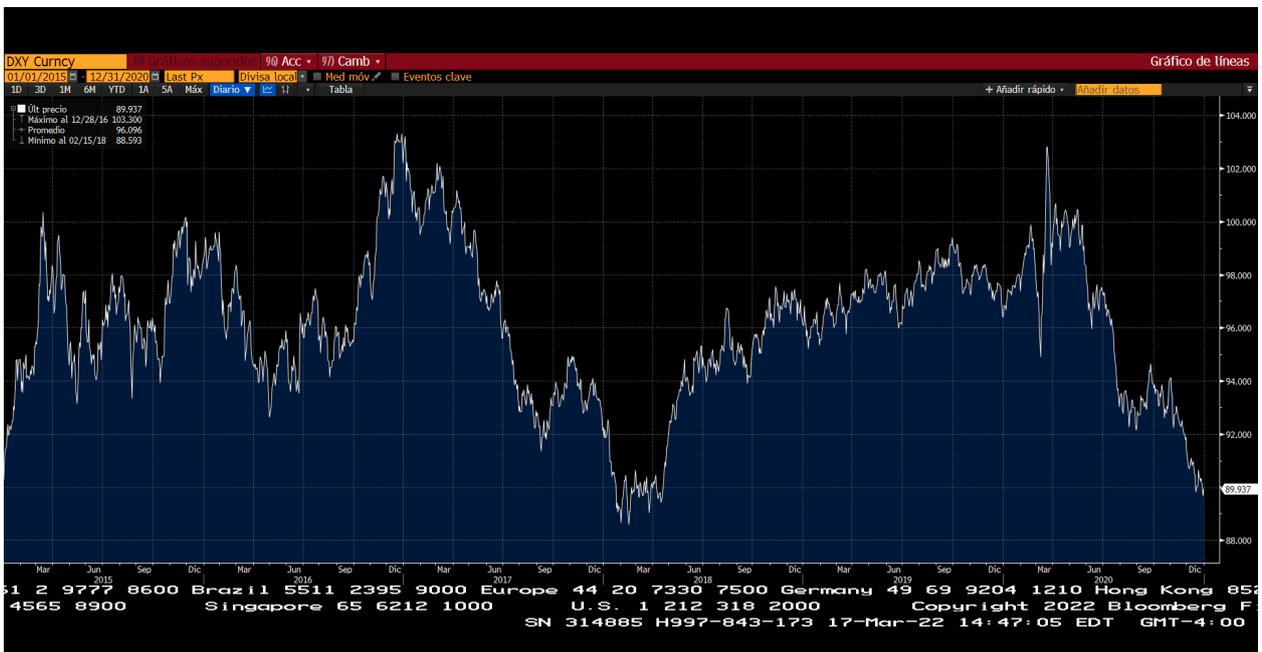
Anexo 11

VIX Index en Bloomberg para el período 2015-2020



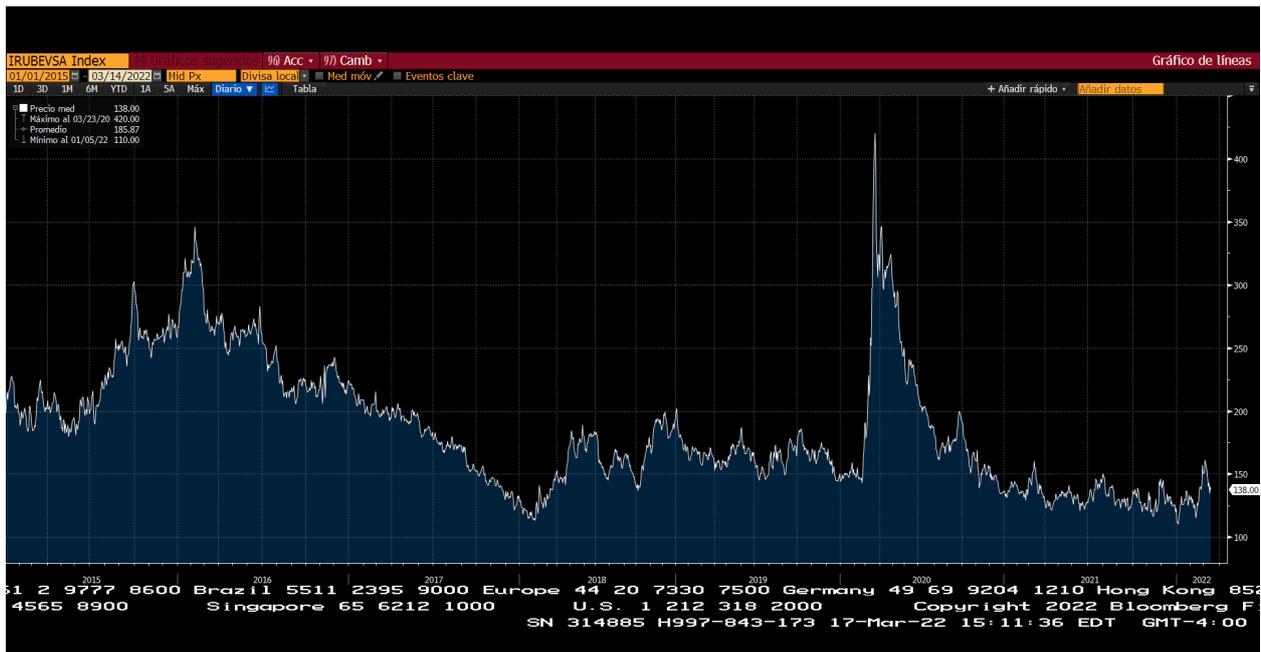
Fuente: Bloomberg

Índice DXY para el período 2015-2020 en Bloomberg



Fuente: Bloomberg

Índice IRUBEVSA para el período 2015-2020 en Bloomberg



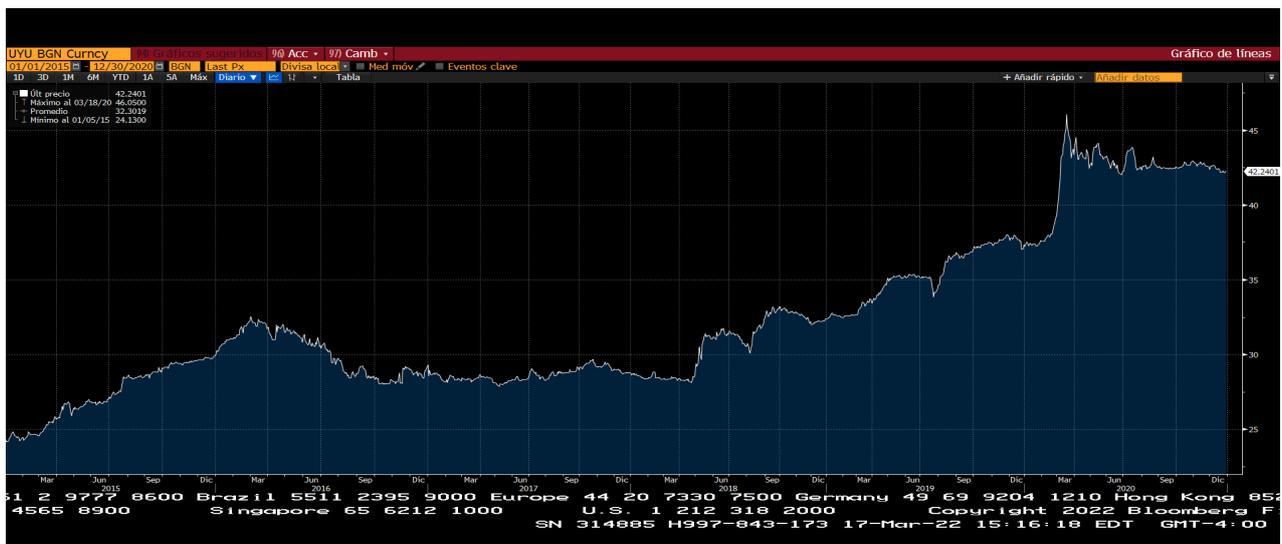
Fuente: Bloomberg con información del índice IRUBEVSA (elaborado por BEVSA)

Proyecciones cotización dólar americano en Uruguay (\$)

Institución	2021
BCU	45,80
FITCH	45,00
BBVA	46,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por cada institución.

Evolución de la cotización del peso frente al dólar en el período 2015-2020



Fuente: Bloomberg

Cotización y tasa de devaluación

Año	Promedio Anual	Tasa de devaluación
2020	42,06	19,19%
2019	35,28	14,79%
2018	30,74	7,28%
2017	28,65	-4,77%
2016	30,09	10,14%
2015	27,32	17,40%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

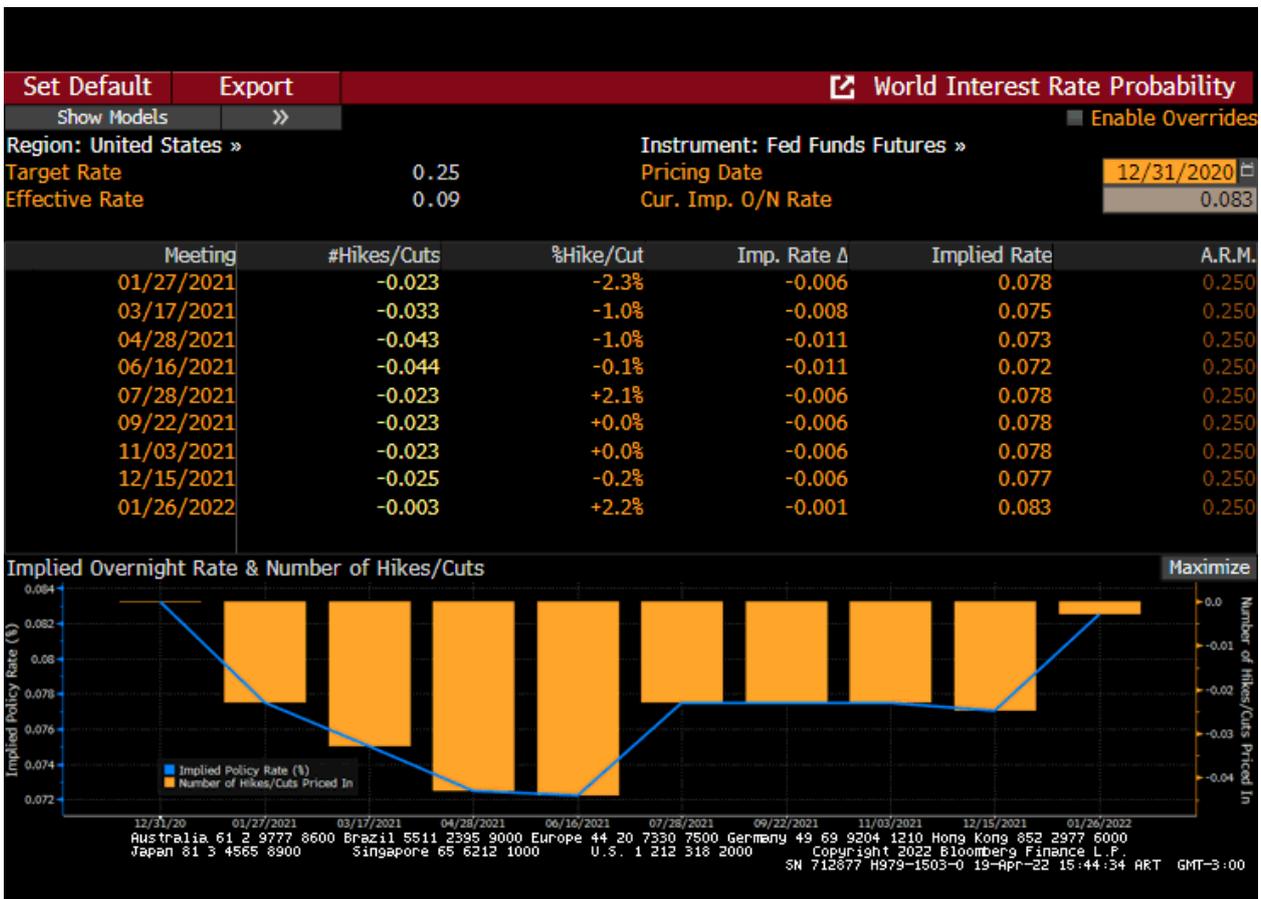
Anexo 12

Tasas de interés de Estados Unidos y Alemania a 10 años



Fuente: Bloomberg

Función WIRP de Bloomberg para Estados Unidos a fecha 31/12/2020



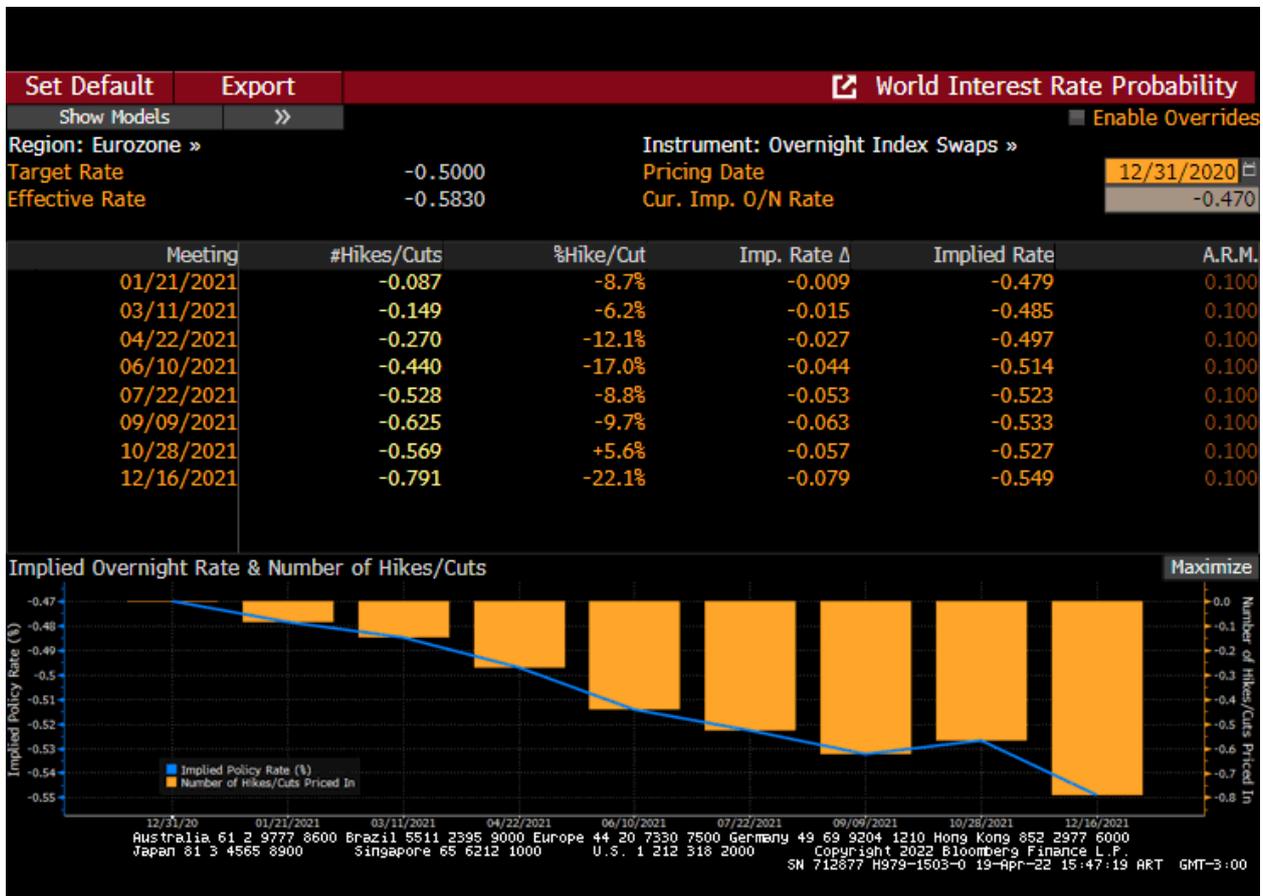
Fuente: Bloomberg

Pronósticos de tasas de interés para la FED

País/región/mundo	Contribuidor		Composite de contribuidor		Anual		Trimestral			
	Estados Unidos	Navegar	Privado	Oficial	Efectivo / Pronóstico	Probabilidad de recesión	20.0%			
Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mercado de viviendas										
Inicios de viviendas (mil.)							1587	1620	1591	1512
Ventas de viviendas nuev...							770	795	826	792
Ventas de viviendas exis...							6.1	6.2	5.9	6.0
Permisos de construcció...							1698	1722	1680	1640
Mercado laboral										
Desempleo (%)	5.3	4.9	4.4	3.9	3.7	8.1	5.4	3.6	3.5	3.5
Nóminas no agrícolas (m...							550	336	169	138
Beneficios promedio por ...	2.5	2.7	2.7	3.4	2.9	5.5	4.9	4.9	4.0	3.6
Balanza externa										
Cta actual (% del PIB)	-2.3	-2.1	-1.9	-2.1	-2.2	-3.0	-3.5	-3.6	-3.3	-3.3
Balanzas financieras										
Presupuesto (% de PIB)	-2.6	-3.1	-3.4	-4.2	-4.7	-15.6	-10.8	-5.7	-4.6	-4.0
Deuda pública (% del PIB)	72.4	76.2	75.9	77.3	79.2	100.1	109.7	99.1	100.5	101.2
Tipos de interés										
Tipo del Banco Central (%)	0.50	0.75	1.50	2.50	1.75	0.25	0.25	1.55	2.20	
Tipos a 3 meses (%)	0.61	1.00	1.69	2.81	1.91	0.24	0.21	1.34	2.06	
Nota a 2 años (%)	1.05	1.19	1.89	2.49	1.57	0.12	0.73	1.92	2.33	
Nota a 10 años (%)	2.27	2.45	2.41	2.69	1.92	0.92	1.51	2.30	2.59	

Fuente: Bloomberg

Función WIRP de Bloomberg para la Zona Euro a fecha 31/12/2020



Fuente: Bloomberg

Pronósticos de tasas de interés para Banco Central Europeo

País/región/mundo	Contribuidor	Composite de contribuidor									
Europa Occidental	Navegar										
Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Efectivo / Pronóstico											
Actividad económica											
PIB real (YoY%)	2.3	1.9	2.5	1.9	1.6	-6.3	5.2	3.6	2.4	1.7	
IPC (YoY%)	0.2	0.4	1.7	1.9	1.3	0.4	2.5	4.6	1.9	1.7	
Desempleo (%)	8.9	8.5	7.8	7.1	6.6	7.2	7.2	6.4	6.1	6.3	
Balanza externa											
Cta actual (% del PIB)	2.3	2.4	2.8	2.0	2.6		3.0	2.6	2.6		
Balanza fiscal											
Presupuesto (% de PIB)	-2.0	-1.4	-0.8	-0.4	-0.5	-7.7	-6.3	-3.5	-2.3	-2.1	
Tipos de interés											
Tipo del Banco Central (%)	0.11	0.01	0.05	0.10	0.13	-0.01	0.01	0.23	0.68		
Tipos a 3 meses (%)	0.01	-0.19	-0.18	-0.07	-0.13	-0.42	-0.37	0.08	0.48		
Nota a 2 años (%)	-0.09	-0.49	-0.37	-0.21	-0.33	-0.57	-0.35	0.56			
Nota a 10 años (%)	1.27	0.91	0.97	0.99	0.34	-0.16	0.39	1.11	1.19		

Fuente: Bloomberg

Anexo 13

Proyecciones PIB Zona Euro

Institución	2021 (%)
FMI	5,00
BANCO MUNDIAL	5,20
FITCH	5,50
PWC	5,20
ITAU	4,50

Fuente: Elaboración propia en base a la información publicada por cada institución.

Proyecciones PIB Estados Unidos

Institución	2021 (%)
FMI	6,00
BANCO MUNDIAL	5,60
FITCH	4,00
BBVA	6,20
ITAU	6,70

Fuente: Elaboración propia en base a la información publicada por cada institución.

Proyecciones PIB Estados Unidos

País/región/mundo	Contribuidor	Composite de contribuidor								
Estados Unidos	Navegar	Privado	Oficial							20.0%
Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Actividad económica										
PIB real (YoY%)	2.7	1.7	2.3	2.9	2.3	-3.4	5.7	3.6	2.4	2.1
Gasto del consumido...	3.3	2.5	2.4	2.9	2.2	-3.8	7.9	3.2	2.4	2.1
Gastos del Estado (Y...	1.8	2.0	0.5	1.4	2.2	2.5	0.5	0.5	1.5	1.5
Inversiones privada...	5.5	-1.0	4.0	5.7	3.4	-5.5	9.6	6.9	3.4	3.6
Exportaciones (YoY%)	0.3	0.4	4.1	2.8	-0.1	-13.6	4.6	6.9	4.8	4.1
Importaciones (YoY%)	5.2	1.5	4.4	4.1	1.2	-8.9	14.0	7.0	3.7	3.4
Producción industrial (Yo...	-1.4	-2.2	1.3	3.2	-0.8	-7.2	5.6	4.1	2.4	2.1

Fuente: Bloomberg

Proyecciones PIB Europa Occidental

País/región/mundo	Contribuidor	Composite de contribuidor								
Europa Occidental	Navegar									
Indicador	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Actividad económica										
PIB real (YoY%)	2.3	1.9	2.5	1.9	1.6	-6.3	5.2	3.6	2.4	1.7
IPC (YoY%)	0.2	0.4	1.7	1.9	1.3	0.4	2.5	4.6	1.9	1.7
Desempleo (%)	8.9	8.5	7.8	7.1	6.6	7.2	7.2	6.4	6.1	6.3
Balanza externa										
Cta actual (% del PIB)	2.3	2.4	2.8	2.0	2.6		3.0	2.6	2.6	
Balanza fiscal										
Presupuesto (% de PIB)	-2.0	-1.4	-0.8	-0.4	-0.5	-7.7	-6.3	-3.5	-2.3	-2.1
Tipos de interés										
Tipo del Banco Central (%)	0.11	0.01	0.05	0.10	0.13	-0.01	0.01	0.23	0.68	
Tipos a 3 meses (%)	0.01	-0.19	-0.18	-0.07	-0.13	-0.42	-0.37	0.08	0.48	
Nota a 2 años (%)	-0.09	-0.49	-0.37	-0.21	-0.33	-0.57	-0.35	0.56		
Nota a 10 años (%)	1.27	0.91	0.97	0.99	0.34	-0.16	0.39	1.11	1.19	

Fuente: Bloomberg

Índices Internacionales de Renta Variable

Índice	País/Región	Moneda
CAC40	Francia	EUR
DAX	Alemania	EUR
IBEX35	España	EUR
EUROSTOXX 50	Zona Euro	EUR
DOW JONES INDUSTRIAL	Estados Unidos	USD
NASDAQ100	Estados Unidos	USD
RUSSELL2000	Estados Unidos	USD
S&P500	Estados Unidos	USD

Índices accionarios estadounidenses



Fuente: Bloomberg

Índices accionarios europeos



Fuente: Bloomberg

Anexo 14

A continuación, se definen las medidas de desempeño que fueron utilizadas.

1) El Sharpe Ratio se define como:

$$SR = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Donde:

$SR =$ Ratio de Sharpe

$R_p =$ Rendimiento del portafolio

$R_f =$ Rendimiento del activo libre de riesgo

$\sigma_p =$ Riesgo del portafolio

2) El coeficiente Beta se define como:

$$\beta = \frac{\text{Covarianza } (R_m, R_a)}{\text{Varianza } R_m}$$

Siendo

$\beta =$ Coeficiente Beta

$R_m =$ Rendimiento mercado (Benchmark)

$R_a =$ Rendimiento activo

3) El índice Alpha de Jensen se define como

$$\alpha = R_p - [R_f + \beta(R_m - R_f)]$$

Donde:

$\alpha =$ Índice Alpha de Jensen

$R_p =$ Rendimiento del portafolio

$R_m =$ Rendimiento del mercado

$R_f =$ Rendimiento del activo libre de riesgo

4) El Tracking Error se define como:

$$TE = \sigma(R_p - R_f)$$

Donde:

$TE =$ *Tracking Error*

$R_p =$ Rendimiento del portafolio

$R_f =$ Rendimiento del activo libre de riesgo

$\sigma_p =$ *Riesgo del portafolio*

5) El Ratio de Información se define como:

$$RI = \frac{(R_p - R_f)}{TE}$$

Donde:

$RI =$ *Ratio de información*

$R_p =$ Rendimiento del portafolio

$R_f =$ Rendimiento del activo libre de riesgo

$TE =$ *Tracking Error*

6) El índice de Treynor se define como:

$$T = \frac{R_p - R_f}{\beta}$$

Donde:

$T =$ *Índice de Treynor*

$R_p =$ *Rendimiento del portafolio*

$R_f =$ *Rendimiento del activo libre de riesgo*

$\beta =$ *Riesgo del portafolio derivado del CAPM*