



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE INVERSIÓN EN ACTIVOS ALTERNATIVOS PARA  
UNA ADMINISTRADORA DE FONDOS DE PENSIÓN: MODELO DE STRATEGIC ASSET  
ALLOCATION Y METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE FONDOS.

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

THOMAS ANDREAS KULENKAMPPF DA FONSECA

PROFESOR GUÍA:

CARLOS PULGAR ARATA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

JAVIER SUAZO SÁEZ

OSCAR SAAVEDRA ALLENDES

SANTIAGO, CHILE

2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial  
**POR:** Thomas Andreas Kulenkampff da Fonseca  
**FECHA:** 19/11/2018  
**PROFESOR GUÍA:** Carlos Pulgar Arata

## **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE INVERSIÓN EN ACTIVOS ALTERNATIVOS PARA UNA ADMINISTRADORA DE FONDOS DE PENSION: MODELO DE STRATEGIC ASSET ALLOCATION Y METODOLOGIA DE SELECCIÓN DE FONDOS**

A fines del 2017, entró en vigor el nuevo régimen de inversiones publicado por la superintendencia de pensiones, el cual autoriza la inversión en los activos llamados alternativos. La inclusión de estos tiene como objetivo mejorar la diversificación y rentabilidad de los fondos de pensiones. Para lograr pasar de asignar un 2,16% de los fondos a los límites actuales, es necesario diseñar un conjunto de herramientas que asimile las dificultades y desafíos que implican los activos alternativos.

El principal objetivo del trabajo presentado a continuación es diseñar un programa de inversión en activos alternativos para una Administradora de Fondos de Pensión, en busca de obtener un portafolio que se ajuste a las necesidades de retorno, riesgo y diversificación de la AFP. El Programa se divide en 2 partes, un modelo de asignación óptima de activos y el diseño del proceso de selección de fondos.

La metodología aplicada consiste en un trabajo dividido en 2 etapas. La primera, presentada como la fase *Top-Down*, desarrolla un modelo de *Asset Allocation* para diversificar sobre 3 de las variables principales de estos activos: Estrategia, Tamaño y Geografía. La segunda etapa del trabajo, la fase *Bottom-Up*, consiste en el diseño del proceso de selección de fondos de inversión catalogados como alternativos. Dadas las características de este proceso, se decidió desarrollar métricas para seleccionar en etapas tempranas del embudo de selección, con el fin de no desperdiciar tiempo de análisis en opciones de inversión que no cumplen ciertos parámetros mínimos.

Para desarrollar el modelo de *Asset Allocation*, fue necesario seleccionar un proveedor de datos. Luego se eligió como subdividir la clase de activo en subclasificaciones. Dadas las características de los activos, es necesario realizar un ajuste por el efecto *Stale Price*, el que afecta a las series de retornos de los índices que representan a las subclasificaciones. Finalmente, se implementó el modelo de Black-Litterman, debido a que este incluye las visiones del inversionista y lo que espera el mercado sobre cada clase de activo.

El diseño del proceso de selección se basó en los procesos de inversión presentados en la bibliografía, adaptándolos a la realidad de una AFP local. Con respecto a las métricas, se implementaron las medidas más utilizadas en la industria, seleccionando las que se adaptan mejor al perfil del inversionista. Las seleccionadas fueron el HH index de concentración, ratios de perdidas, duración del fondo y 3 variantes del PME, la principal métrica utilizada en el mercado.

A modo de conclusión, se recomienda a quien quiera seguir construyendo el programa, desarrollar un modelo que pronostique los flujos de caja asociados a este. No se desarrolló solamente porque no se contaba con la información necesaria para realizar la caracterización de los perfiles de flujos. Hoy en día, cuando las AFP ya están iniciando sus programas de activos alternativos, contar con esta información es más factible.

## Dedicatoria

Para mi familia, en especial para mis padres.

## Agradecimientos

Estos agradecimientos van dedicados a todas las personas que hicieron posible que esta memoria pudiera llevarse a cabo. A mis padres que me inculcaron los valores, me dieron las herramientas e incentivaron a tomar los desafíos que me llevan a donde estoy hoy.

A la Universidad de Chile, en especial a el Departamento de Ingeniería Industrial, por entregarme los conocimientos y herramientas para desarrollarme como profesional. A mis profesores de la comisión y compañeros de sección, por guiarme y acompañarme en el proceso de memoria.

Finalmente, a mis hermanos y amigos, de Los Angeles y los que se fueron sumando durante estos 7 años, por acompañarme y hacer que sea más feliz y mejor persona.

## Tabla de contenido

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Tabla de contenido.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de ilustraciones.....	ix
1. Introducción.....	1
2. Especificaciones del trabajo, objetivos, resultados esperados y alcances.....	3
2.1. Objetivos.....	6
2.2. Alcances.....	6
3. Marco teórico.....	8
3.1. Ajustes a las series de retornos.....	8
3.2. Modelo Black-Littermann.....	9
3.3. Diseño del proceso de selección de fondos.....	12
4. Metodología.....	16
5. Desarrollo del trabajo.....	20
5.1. Selección del proveedor de datos.....	20
5.2. Fase Top-Down.....	20
5.2.1. Selección de clases de activos y caracterización de los datos.....	21
5.2.2. Ajustes a series de retornos.....	25
5.2.3. Modelo Black-Litterman.....	30
5.3. Fase Bottom-Up.....	33
5.3.1. Diseño del proceso de selección fondos.....	33
5.3.2. Métricas para etapa de Screening cuantitativo.....	36
6. Conclusión.....	48
7. Bibliografía.....	50
8. Anexos.....	53
8.1. Anexo I: Correlación entre índices alternativos y sus respectivos indicadores de mercado	53
8.2. Anexo II: Gráficos de Auto correlación parcial para Índices de alternativos (PACF) ...	58
8.3. Anexo III: Ajuste Stale Price.....	59

8.4. Anexo IV: Retornos trimestrales ajustados, observado e índice de mercado correspondiente para cada clase de activo (2 rezagos) .....	63
8.5. Anexo V: Input y resultados de Modelo Black-Litterman .....	67
8.6. Anexo VI Documentos proceso de selección de fondos.....	70

## Índice de tablas

Tabla I: Descripción etapas embudo de selección.....	19
Tabla II: Descripción de principales proveedores de información.....	20
Tabla III: Clases de activos seleccionadas según la dimensión geográfica y el tamaño del Fondo. .....	23
Tabla IV : Correlación entre índices representan las macro clases de activos del mercado líquido. .....	24
Tabla V: Correlación entre índices representativos de las clases de activos alternativos seleccionadas. ....	25
Tabla VI: Correlación entre índices de Private Equity de North-America Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente. ....	26
Tabla VII: Indicador de mercado correspondiente a cada clase de activo para realizar ajuste de Dimson. ....	27
Tabla VIII: Regresión Beta de Dimson 5 rezagos retornos mensuales North-America Mid-Buyout Varianza no robusta. ....	28
Tabla IX: Estadística descriptiva de retornos trimestrales ajustados, observado e índice de mercado correspondiente para cada clase de activo. ....	29
Tabla X: Ejemplo Visiones del inversionista .....	31
Tabla XI: Resultados 4 variantes del modelo Calculando la Matriz Varianza-Covarianza con la metodología RMT. ....	32
Tabla XII: Variables requeridas por inversión de cada fondo anterior .....	37
Tabla XIII: Índice HH por sector industrial .....	38
Tabla XIV: Índice HH por País .....	38
Tabla XV: Loss ratio .....	38
Tabla XVI: Loss ratio IRR 8% .....	38
Tabla XVII: Métricas básicas .....	40
Tabla XVIII: Explicación Duración Inside Private Equity (2009).....	41
Tabla XIX: Fortalezas y debilidades de cada PME.....	42
Tabla XX: Calculo de PME.....	43
Tabla XXI: Índice de Private Debt e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.....	53
Tabla XXIII : Índices de Private Equity de North-America Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente. ....	54
Tabla XXIV: Índices de Private Equity de Europa Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente. ....	55
Tabla XXV: Índice de Private Equity de Asia y el resto del mundo e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.....	56
Tabla XXVI: Índice de Private Equity Global Mega Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.....	57
Tabla XXVII: Regresión Beta de Dimson 8 rezagos retornos mensuales North-America Mid- Buyout Varianza no-robusta.....	59
Tabla XXVIII: Regresión Beta de Dimson 8 rezagos retornos mensuales North America Mid- Buyout Varianza Robusta estimador HAC.....	60

Tabla XXIX: Regresión Beta de Dimson 5 rezagos retornos mensuales North-America Mid-Buyout Varianza robusta estimador HAC .....	61
Tabla XXX: Estadístico Durbin-Watson 5% de significancia .....	62
Tabla XXXI: AUM en Billones de dólares para cada clase de active incluida en el modelo .....	67
Tabla XXXII: Resultados distintas variantes de modelo Black Litterman, usando metodología de Idzorec o Walters, con y sin restricciones, aplicando Optimal Shrinkage para estimar la varianza .....	68
Tabla XXXIII: Resultados distintas variantes de modelo Black Litterman, usando metodología de Idzorec o Walters, con y sin restricciones, aplicando la varianza muestral. ....	69
Tabla XXXIV: Documentos necesarios para invertir en fondos de inversión del mercado privado. ....	70

## Índice de ilustraciones

Figura 1: Ciclo de vida de un fondo de Private Equity .....	5
Figura 2: Estructura de fondos de activos alternativos.....	5
Figura 3: Proceso de inversión en Private Equity.....	7
Figura 4: Explicación modelo de Black-Litterman .....	9
Figura 5 Explicación heurística de los PME analizados.....	13
Figura 6: Embudo de selección de fondos.....	18
Figura 7: Descripción de selección de clases de activos .....	22
Figura 8: Índices de clases de activos alternativos.....	23
Figura 9: Auto correlación parcial (PACF) North-America Mid Buyout.....	27
Figura 10 Representación gráfica ajustes Europe Mid Buyout .....	30
Figura 11: Diagrama de selección de fondos.....	34
Figura 12: Concentración de riqueza de un fondo.....	39
Figura 13: Riqueza que aporta cada inversión a un fondo .....	40
Figura 14: Auto correlación parcial (PACF) para los 6 índices restantes representativos de las clases seleccionadas.....	58
Figura 15: Representación gráfica de ajustes a North-America Large Buyout.....	63
Figura 16: Representación gráfica de ajustes a North-America Mid Buyout.....	63
Figura 17: Representación gráfica de ajustes a Europe Large Buyout.....	64
Figura 18 Representación gráfica de ajustes a Europe Mid Buyout .....	64
Figura 19: Representación gráfica de ajustes a RoW and Asia Buyout .....	65
Figura 20: Representación gráfica de ajustes a Private Debt .....	65
Figura 21 Representación gráfica de ajustes a Global Mega Buyout.....	66

## 1. Introducción

El 1 de noviembre de 2017, entró en vigor el nuevo régimen de inversiones publicado por la superintendencia de pensiones, el cual rige y regula las decisiones de inversión de las administradoras de fondos de pensiones. Dentro de los cambios que se realizaron a este, destacan los generados por el cambio en la ley de productividad, la cual autoriza la inversión en los activos llamados alternativos<sup>1</sup>.

La inclusión de los activos alternativos dentro de las opciones de inversión de las AFP, tiene como objetivo, en palabras del superintendente de pensiones, mejorar la diversificación y rentabilidad de los fondos. Debido a la correlación entre las clases de activos que se incluyen y los que ya eran parte, se desplaza la frontera eficiente de inversión permitiendo a estos fondos acceder a mejores combinaciones riesgo/retorno. En tanto, debido a las características de estos activos, ilíquidos y con un horizonte de inversión de largo plazo, ofrecen un premio en sus retornos que se alinea con el perfil de inversión de los fondos de pensiones<sup>2</sup>.

En la actualidad, las AFP administran activos alternativos por \$USD 4.343,38 millones lo que representa el 2,16% de los fondos. Este monto se encuentra por debajo del límite impuesto por la superintendencia de pensiones de un 5%. Es importante mencionar que existía una restricción trascendental, solamente estaba permitido en invertir a través de fondos *feeder*. Los fondos *feeder* son fondos locales que invierten en fondos de activos alternativos, agregando una capa más de comisiones<sup>3</sup>.

Debido al nuevo escenario al que se enfrentan las AFP, en que los límites de activos alternativos aumentan a un 10%, 8%, 6%, 5% y 5% para los fondos A, B, C, D y E respectivamente. Los fondos de pensiones locales se acercan más a los porcentajes invertidos por los fondos de pensiones internacionales. Según la OCDE el promedio de asignación a activos alternativos paso de ser un 14.3% a 15.3% en los fondos entre los años 2010 y 2015<sup>4</sup>. Cabe mencionar que la ley fija los límites entre un 5% y un 15% a definir por el banco central. La definición de los límites mencionados anteriormente por el banco central fue realizada en función de no afectar negativamente el mercado local de renta fija y renta variable<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Régimen de inversión de los fondos de pensiones. <https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/w3-article-12678.html>

<sup>2</sup> Seminario de superintendente de pensiones 23-11-2017. <http://icare.cl/assets/uploads/2017/11/osvaldo-macias-inversion-en-activos-alternativos.pdf>

<sup>3</sup> Activos de los fondo de pensiones por fondo, y clase de activo al 29-03-2018.

[https://www.spensiones.cl/apps/carteras/genera\\_xsl.php?fecpro=201803&listado=3](https://www.spensiones.cl/apps/carteras/genera_xsl.php?fecpro=201803&listado=3)

<sup>4</sup> Annual Survey of Large Pension Funds and Public Pension Reserve Funds, página 14.

<http://www.oecd.org/daf/fin/private-pensions/2015-Large-Pension-Funds-Survey.pdf>

<sup>5</sup> [http://www.bcentral.cl/documents/20143/924398/IEF2\\_2017\\_rec\\_consideraciones\\_fijacion.pdf/4f16e76f-aa90-5065-c4f9-2acc4c6c057b](http://www.bcentral.cl/documents/20143/924398/IEF2_2017_rec_consideraciones_fijacion.pdf/4f16e76f-aa90-5065-c4f9-2acc4c6c057b)

Para lograr pasar de asignar un 2,16% a los límites mencionados anteriormente, es necesario diseñar un portafolio que asimile las dificultades y desafíos que implican los activos alternativos. La misión de los equipos de inversiones de las AFP es maximizar la rentabilidad de los fondos para límites de riesgo dados. Debido a que la forma de invertir y las cantidades asignadas a esta nueva clase de activos cambió, los procesos utilizados anteriormente necesitan ser actualizados.

Cuando la superintendencia de pensiones apruebe las políticas de inversión de cada AFP, estas podrán invertir en alternativos. Para ello, es necesario decidir cuánto asignar a cada nueva clase de activos. La primera parte del proyecto busca solucionar esta problemática, aplicando un modelo de portafolio eficiente adaptado a las necesidades actuales. Una vez definido cuanto asignar a cada clase, el equipo de inversión requiere seleccionar activos puntuales para conformar la cartera de inversión. Con el objetivo de elegir las mejores opciones de inversión, se diseñará un proceso de selección, buscando escoger los activos que ofrezcan una mejor combinación riesgo/retorno. Con ese fin, se desarrollará un embudo de selección, que tiene como misión elegir las mejores oportunidades de inversión considerando las restricciones en tiempo de análisis que implica analizar cada activo.

A continuación, en el capítulo 2, se mencionarán aspectos específicos del trabajo, como algunas definiciones de conceptos y particularidades de éste, además de los objetivos y alcances del trabajo. En el capítulo 3, corresponde al marco teórico del trabajo, realizando un análisis a la bibliografía existente sobre el tema. El capítulo 4, se desarrollará la metodología con que se implementará el diseño del portafolio. El desarrollo del trabajo se muestra en el capítulo 5. Finalmente, el capítulo 6 termina por plantear las conclusiones y posibles aristas en las que se podría trabajar en el futuro.

## 2. Especificaciones del trabajo, objetivos, resultados esperados y alcances

Primero que todo, es fundamental comprender que clases de activos componen los alternativos. Para ello se describirá la definición de estos dados por el CAIA. Las clases que se especifican como alternativos son: Fondos de capital de riesgo privado, Bienes Raíces, Fondos de cobertura, Commodities, Bienes de infraestructura y Derivados de crédito.

Para los propósitos de este trabajo, se agregarán 2 condiciones para seleccionar las clases de activos. Estos deben tener un horizonte de inversión de largo plazo y que sean ilíquidos, pero no ilíquidos por condiciones de mercado, si no que por su estructura como define Cornelius (2013). Dentro de las categorías mencionadas, las que cumplen estas condiciones son los Fondos de capital privado, Bienes Raíces y Bienes de infraestructura. Dentro de algunas de estas 3 clases se encuentran las aprobadas en el régimen que entró en vigor recientemente. A continuación, se muestran las categorías incluidas en el régimen de inversión:

1. Vehículos para llevar a cabo inversión en activos de capital privado extranjeros, incluyendo activos de capital asociados a los sectores infraestructura e inmobiliario, entre otros. Se incluyen limited partnerships (LP), limited liability companies (LLC) y otros vehículos de funcionamiento equivalente.
2. Vehículos para llevar a cabo inversión en deuda privada extranjera, incluyendo deuda asociada a los sectores infraestructura e inmobiliario, entre otros. Se incluyen limited partnerships (LP), limited liability companies (LLC) y otros vehículos de funcionamiento equivalente.
3. Operaciones de coinversión en capital y deuda privada en el extranjero, incluyendo activos de capital y deuda asociados a los sectores infraestructura e inmobiliario, entre otros.
4. Acciones de sociedades anónimas nacionales cerradas, sociedades por acciones (SpA) nacionales y sociedades en comandita por acciones nacionales.
5. Mutuos hipotecarios endosables, de los señalados en el Título V del DFL N° 251 de 1931, con fines no habitacionales.
6. Bienes raíces nacionales no habitacionales para celebrar contratos de arrendamiento con opción de compra (leasing).
7. Participaciones en convenios de créditos (créditos sindicados), otorgados a personas jurídicas.
8. Bienes raíces nacionales no habitacionales para renta.

De la lista presentada, se seleccionaron los activos más atractivos para el inversionista, en este caso el Gerente de Inversiones de una AFP. Estos fueron las clases 1, 2 y 3, que dentro de la clasificación anterior serian parte de los fondos de capital de riesgo privado. A modo de utilizar el lenguaje técnico del rubro desde ahora las clases seleccionadas se pasarán a llamar *Private Equity* (Fondos

de capital privado), *Private Debt* (Fondos de deuda privada) y Coinversiones. Cabe mencionar que la clase de activo *Private Equity* se incluye dentro del límite de renta variable de cada fondo. Además, se modifica el límite máximo de cuotas de un fondo de inversión que puede mantener un fondo de pensiones a 49%.

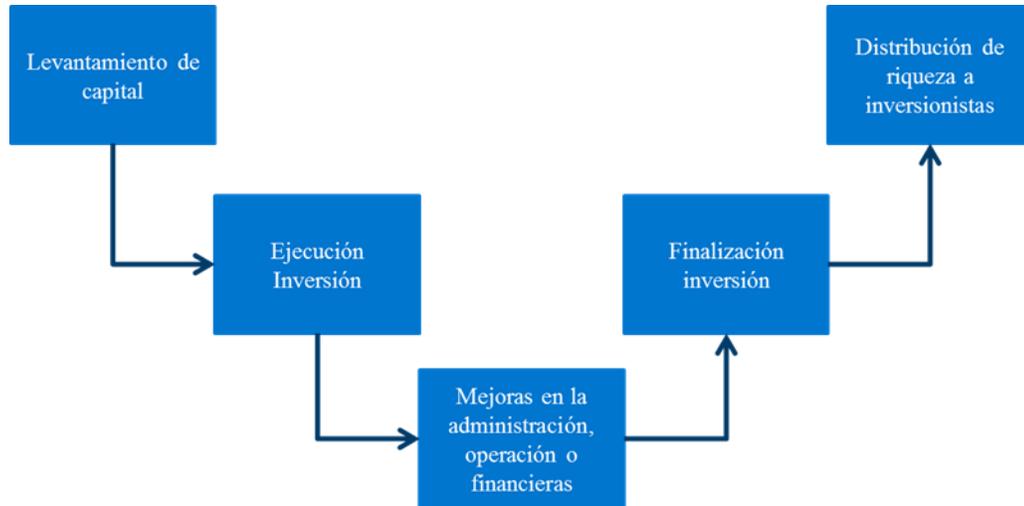
De las 3 clases de activos en las que se enfocara el trabajo 2 pertenecen a la categoría de *Private Equity* en las definiciones del CAIA mencionadas anteriormente. Dentro de *Private Equity* hay 4 subcategorías que diferencian la estrategia de cada activo. Estas son:

- Venture Capital: Fondos de capital de riesgo que invierten en empresas en una etapa temprana de desarrollo.
- Buyout: Fondos de capital que invierten en empresas consolidadas en las que pueden generar rentabilidad a través de mejoras operacionales o financieras.
- Mezzanine Debt: Híbrido entre deuda y financiamiento de capital, ya que consiste en deuda convertible a acciones.
- Distressed Debt: Fondos que compran la deuda de compañías en quiebra o con problemas financieros.

Los Fondos de capital privado se subdividen en las 2 primeras categorías mencionadas. En tanto los Fondos de deuda privada son conformados por las 2 últimas. Las coinversiones corresponden a realizar inversiones directas en empresas que se clasifican de la misma forma que las 2 clases anteriores, pero se realizan de manera directa, no a través de fondos.

Para comprender las dificultades que conlleva invertir en estas clases de activos, es necesario comprender su estructura y funcionamiento. Las inversiones no transan en un mercado abierto como una acción de una empresa en la Bolsa. Forman parte de las inversiones *Over the counter* contratos entre 2 partes privadas. Además, tienen la estructura de un fondo cerrado, esto quiere decir que tiene un periodo de levantamiento de capital en el que no cuenta con activos el fondo y se realiza la promesa de capital. Luego viene el periodo de inversión, en el cual el mánager ejecuta llamados de capital según vayan realizándose las inversiones. Este periodo tiene una duración entre 3 y 6 años. Finalmente viene el periodo de cierre, en el cual se busca liquidar las inversiones y realizar las ganancias, en esta etapa se producen los flujos de caja desde el mánager al inversionista. Debido a este comportamiento, se produce el efecto de la curva J de flujos de caja analizada por Marthonet y Meyer (2007).

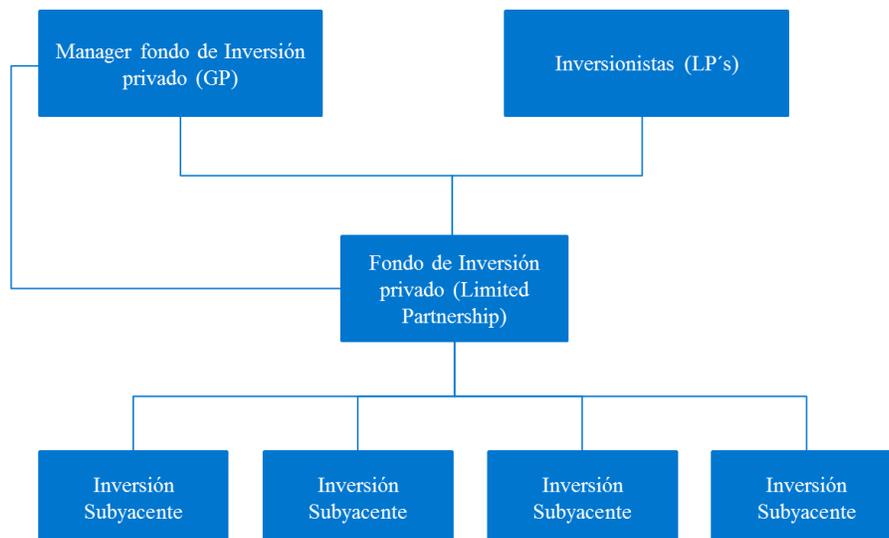
**Figura 1:** Ciclo de vida de un fondo de Private Equity



**Fuente:** Elaboración propia

La estructura legal que utilizan los fondos es la de *Limited liability companies*, dentro de la que conviven 2 actores. Los *Limited partners* (LP), que en este caso representan a los inversionistas, sin poder de decisión y los *General partners* (GP) que representa el Manager del fondo. Por la nueva normativa es necesario que el GP cuente con al menos el 1% del fondo. La siguiente figura muestra como los fondos están conformados:

**Figura 2:** Estructura de fondos de activos alternativos



**Fuente:** Elaboración Propia

## 2.1. Objetivos

Objetivo General:

- Diseñar programa de inversión en activos alternativos para una Administradora de Fondos de Pensión, en busca de obtener un portafolio que se ajuste a las necesidades de retorno riesgo y diversificación de la compañía.

Objetivos Específicos:

- Seleccionar proveedor de datos y clases de activos a incluir en el modelo.
- Ajustar retornos de indicadores representativos de las clases de activos seleccionadas.
- Implementar modelo de *Asset Allocation*.
- Diseñar proceso de selección de fondos.
- Desarrollar métricas para realizar primera instancia de selección (*Screening*).

## 2.2. Alcances

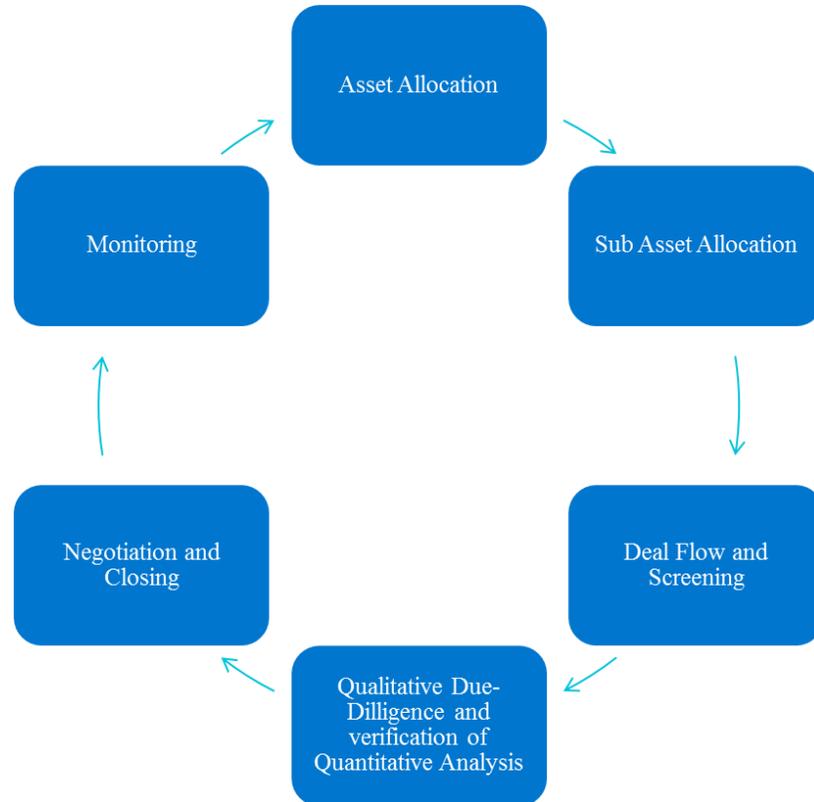
El alcance más importante consiste en la etapa hasta la que se desarrolla el trabajo. Esta no considera el monitoreo de la cartera ni proyecciones de flujos de caja de los fondos. Además, no considera la implementación del proceso. La selección de activos a incluir se llevó a cabo según el foco de la AFP dentro del mediano plazo.

Con respecto a la fase *Bottom-Up*. Debido a la calidad y cantidad de información, la que no contiene el universo completo de activos y tiene sesgos como mencionan Kaplan y Lerner (2016) y Stepstone (2015), no se efectuará una evaluación o backtest de las métricas definidas, si no que se adaptaran practicas utilizadas por actores destacados de la industria.

Como se menciona más adelante, la etapa de *Due Dilligence* tiene un foco más cualitativo y tiene una duración y trabajo bastante mayor por cada fondo que llega a esta. Por ello, se decidió enfocarse en las primeras fases del embudo, definiendo métricas y análisis cuantitativo para filtrar de mejor manera. Debido a esto el desarrollo de la etapa de *Due Dilligence* queda fuera de los alcances del trabajo.

A continuación, se presenta la Figura I que muestra el proceso de inversión en *Private Equity* presentado por Inside Private Equity (2009). Ellos mencionan que este proceso es continuo, pero si se necesita iniciar en un punto este tiene que ser en el *Asset Allocation*, cuya finalidad es definir el monto total a destinar al programa. Este proceso no tiene grandes variantes con lo presentado en el resto de la bibliografía y tiende a ser similar entre los distintos autores.

**Figura 3:** Proceso de inversión en Private Equity.



**Fuente:** Figura presentada en Inside Private Equity (2009)

Se presenta la figura anterior a modo de explicar los alcances del trabajo y que etapas desarrollara este en el proceso anterior. La etapa de *Asset Allocation* depende de la visión del inversionista y el monto que él decida destinar a activos alternativos como macro clase. Por lo anterior esta queda fuera del trabajo. Las etapas que se incluyen en el trabajo completamente son las 2 siguientes, *Sub Asset Allocation* o *Strategic Asset Allocation* como a veces es llamado en la literatura y la de *Deal Flow and Screening*. La siguiente etapa, la de *Due Dilligence* no se incluirá en su totalidad debido a lo mencionado anteriormente, pero se diseñará el proceso y las subetapas que tiene que cumplir un fondo para aprobar su inversión.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Ajustes a las series de retornos

Como base del trabajo se utilizan los textos Cornelius y de Veer (2015) y el capítulo 5 de Cornelius (2011). En ellos, se explica cómo diseñar un portafolio de inversión en *Private Equity*. Para la fase *Top-Down*, especifica que es necesario realizar 2 ajustes, por el efecto *Stale Price* y por diferentes largos de series. Como las series entregadas por el proveedor de datos contienen información de igual periodo de tiempo, no es necesario realizar ese ajuste.

Para solucionar el efecto *Stale Price*, es necesario aplicar un ajuste de Dimson (1979). Dicho ajuste lo aplica a unas series de datos de activos alternativos Lin (2017). Dimson plantea que los retornos observados dependen linealmente de los retornos reales actuales y del pasado como describe la siguiente ecuación.

$$R_t^{obs} = \sum_{k=0}^n \beta_{t-k} R_{t-k}^{true} + \epsilon_t \quad 1)$$

Como no se conocen los retornos reales, se remplazan por la fórmula 2 que proviene del modelo CAPM:

$$R_t^{true} = \alpha + \gamma_t M_t + \epsilon_t \quad 2)$$

Remplazando las fórmulas 1 y 2, se puede encontrar los coeficientes que afectan a los retornos observados llamados beta de Dimson en la bibliografía, mediante el uso del método estadístico de mínimos cuadrados ordinarios. La particularidad que aplico Lin (2017) fue que aplico factores de mercado de intervalos temporales más cortos. Al igual que para el caso del trabajo, se ajustan índices trimestrales y se utilizan factores de mercado mensuales. Finalmente se obtiene una ecuación de la siguiente forma:

$$R_t^{obs} = \alpha + \sum_{k=0}^{3m+2} \delta_k M_{t-k/3} + \mu_t \quad 3)$$

Donde los coeficientes de Dimson corresponde a re escalar los valores del coeficiente para que se cumpla la siguiente ecuación:

$$\beta_k^{dimson} = \frac{\delta_k}{\sum_k^{3m+2} \delta_k} \quad 4)$$

Se aplica la ecuación 4 para mantener la esperanza y variar solamente la varianza de la muestra. Luego se aplica la siguiente fórmula que muestra Anson (2016) para calcular los retornos reales.

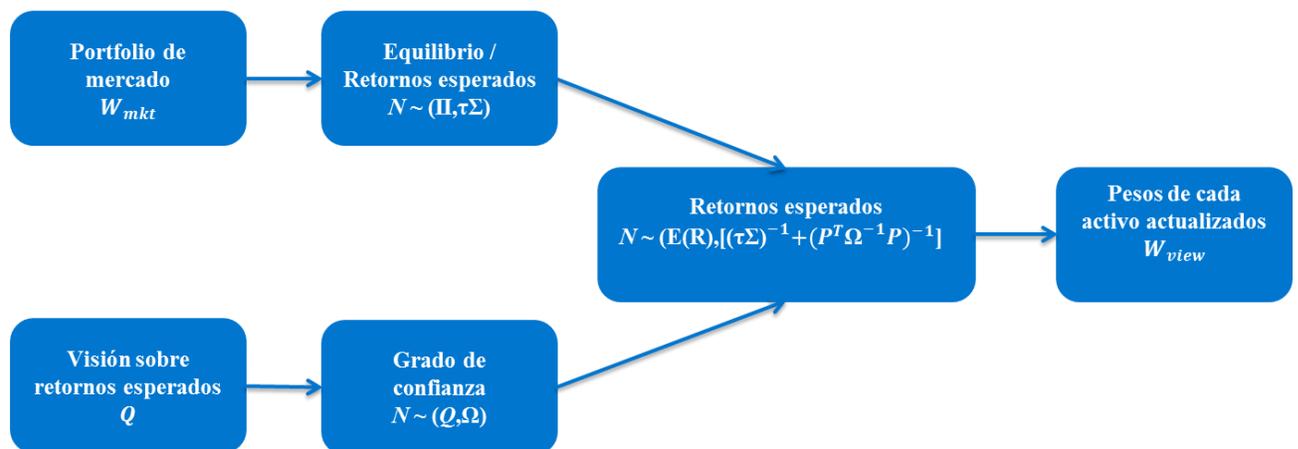
$$R_t^{ajustado} = \frac{(R_t^{obs} - \sum_k^n \alpha_{t-k} R_{t-k}^{obs})}{1 - \sum_{k=1}^n \alpha_{t-k}} \quad 5)$$

Los beta de Dimson se utilizan para estimar los distintos  $\alpha$ 's, Anson (2016) comenta que en la práctica generalmente se usa  $k=1$  y máximo  $k = 2$ . Una manera más simple de estimar los  $\alpha$ 's de la fórmula anterior es utilizando la correlación correspondiente al rezago de los retornos observados. En el trabajo realizado se aplicarán ambas metodologías y se seleccionara la más adecuada.

### 3.2. Modelo Black-Littermann

El modelo Black-Litterman, ha sido ampliamente estudiado y cuenta con distintas formas de metodología y cálculo de sus parámetros. Walters (2014) realizó un estudio de las distintas formas mostrando las fortalezas y debilidades de cada variante. Para el trabajo se escogió implementar la metodología propuesta por Idzorek (2005), la cual es más intuitiva para el inversionista y no necesita estimar el parámetro  $\tau$ . Se destaca que la manera de introducir las visiones del inversionista, utilizando niveles de confianza 0-100%, generan que la utilización de esta herramienta sea más simple. Un esquema que ayuda a entender el modelo es el siguiente:

Figura 4: Explicación modelo de Black-Litterman



Fuente: Traducción de figura presentado en Cornelius (2011)

A continuación, se explica la nomenclatura a utilizar para facilitar al lector:

- $E[R]$  = Vector de retornos esperados del portafolio con visiones del inversionista [  $N \times 1$  ]
- $\tau$  = Constante
- $\Sigma$  = Matriz de covarianza de los excesos de retornos [  $N \times N$  ]
- $P$  = Matriz que especifica las  $K$  visiones del inversionista [  $K \times N$  ]

- $\Omega$  = Matriz diagonal de varianza que representa la incertidumbre de las visiones [ K x K ]
- $\Pi$  = Vector de retornos esperados implícitos del mercado [ N x 1 ]
- $Q$  = Vector que contiene las visiones del inversionista [ K x 1 ]
- $W_{mkt}$  = peso que el mercado entrega a cada clase.
- $\Lambda$  = coeficiente de aversión al riesgo del mercado

De la parte superior del esquema, se toma el portafolio de mercado y se calcula la matriz varianza-covarianza de los retornos. Luego se pueden calcular los retornos implícitos del mercado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Pi = \Lambda \Sigma W_{mkt} \quad (6)$$

Que proviene de la siguiente maximización de portafolio eficiente:

$$\text{Max } W^T \Pi - \left(\frac{\Lambda}{2}\right) W^T \Sigma W \quad (7)$$

La fórmula 6 se obtiene utilizando una optimización reversa de la ecuación 7. Se conoce como optimización reversa porque la teoría de portafolio eficiente usa como parámetro los retornos, y como variables los distintos pesos  $w$ . Después, para calcular los retornos esperados que incluyen las visiones Black y Litterman (1992) utilizan la siguiente fórmula:

$$E[R] = [(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P^T \Omega^{-1} Q] \quad (8)$$

La complejidad de la ecuación anterior recae en la matriz que representa la incertidumbre de las visiones. Para ello, Idzorec (2005) ideó una metodología que simplifica el proceso en 6 pasos, además Walters (2014) aplica una variante analítica a la opción de minimización de Idzorec (2005). A continuación, se explica la primera opción, para ello es necesario contar con los retornos aplicando las visiones del inversionista con 100% de confianza por separado, esto quiere decir que no hay incertidumbre ( $\Omega = 0$ ) y solo se aplica una visión a la vez:

$$E[R_{100\%}] = \Pi + \tau \Sigma P^T (P \tau \Sigma P^T)^{-1} (Q - P \Pi) \quad (9)$$

Utilizando  $E[R_{100\%}]$  de la fórmula 6 y 9 se puede calcular el  $W_{100\%}$ . Desde ahora en adelante se repite los 6 pasos que vienen para cada visión  $k$ . Se utiliza que los elementos de la diagonal de  $\Omega$  derivan de una forma de incluir la confianza que el inversionista tiene en la visión.

$$\text{Tilt}_k = (W_{100\%} - W_{mkt}) C_k \quad (10)$$

Con  $C_k$  la confianza del inversionista en la visión  $k$ . Si se asume que no existe otra Visión se puede calcular  $W_{k\%}$  que corresponde al vector de pesos incluyendo solo la visión  $k$

$$W_{k\%} = W_{mkt} + \text{Tilt}_k \quad (11)$$

Los 6 pasos a seguir son:

1. Para cada View se calcula  $E[R_{k,100\%}]$  usando la fórmula 9
2. Luego se calcula  $W_{k,100\%}$  reemplazando en la fórmula 7

3. Encontrar la máxima desviación como:

$$D_{k,100\%} = W_{k,100\%} - W_{mkt} \quad (12)$$

4. Se calcula la  $Tilt_k$  usando:

$$Tilt_k = D_{k,100\%} C_k \quad (13)$$

5. Aplicar fórmula 11

6. Finalmente obtener  $w_k$  el cual representa el valor Kth de la matriz  $\Omega$  diagonal. Para ello se minimiza la diferencia entre  $W_{k\%}$  y  $W_k$ .

$$\begin{aligned} \text{Min } \sum (W_{k\%} - W_k)^2 \\ \text{Sujeto a } w_k > 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Con

$$W_k = [\Lambda \Sigma]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} + P_k^T w_k^{-1} P_k]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P_k^T w_k^{-1} Q] \quad (15)$$

Finalmente, se repiten los pasos 1 al 6 para formar la matriz  $\Omega$  y se aplica la fórmula 8 obteniendo los retornos esperados del portafolio que incluye las visiones del mercado.

La variante que propone Walters (2016), Proviene de que Idzorec (2005) define la confianza en la visión Kth de la siguiente forma:

$$Confianza = \frac{W_k - W_{mkt}}{W_{100\%} - W_{mkt}} \quad (16)$$

Debido a que el parámetro  $\tau$  es una constante que si cambia de valor no afecta los resultados en el modelo, Walters (2016) propone definir omega de la siguiente forma:

$$\Omega = \alpha P \Sigma P^T \quad (17)$$

Donde  $\alpha$  corresponde a un coeficiente de incertidumbre, valor escalar entre  $[0, \infty]$ . Cuando el valor de  $\alpha$  es 0, no hay incertidumbre. En tanto, cuando no existe certeza,  $\alpha$  es  $\infty$ . Una forma alternativa de ver la ecuación 9 es la siguiente:

$$E[R] = \Pi + \tau \Sigma P^T [(P \tau \Sigma P^T) + \Omega]^{-1} [Q - P \Pi] \quad (18)$$

La transformación de 8 a 18 se puede observar en el apéndice D de Walters (2016). Si se usa la forma más general de 17, la que incluye  $\tau$ , se obtiene una nueva variante de 18.

$$\Omega = \alpha P \tau \Sigma P^T \quad 19)$$

$$E[R] = \Pi + \frac{1}{(1 + \alpha)} [P^{-1}Q - \Pi] \quad 20)$$

$$W = (\Lambda \Sigma)^{-1} [\Pi + \frac{1}{(1 + \alpha)} [P^{-1}Q - \Pi]] \quad 21)$$

La fórmula 21 representa los pesos del portafolio para cada clase de activo que entrega el modelo habiéndose aplicado ya las visiones.

Con respecto al cálculo de la matriz varianza-covarianza, se utilizarán 3 métodos diferentes. Ledoit y Wolf (2004) plantean las posibles problemáticas que puede generar utilizar el cálculo de la matriz utilizando la varianza muestral, por lo que proponen estimar esta mediante el método llamado *Optimal Shrinkage*. Bouchad y Potters (2009) presentan una variante distinta conocida como *Random Matrix Theory*. Ambas metodologías fueron aplicadas en la optimización de portafolios.

### 3.3. Diseño del proceso de selección de fondos

Para diseñar el proceso de selección de fondos, se utilizaron 3 documentos que presentan el embudo de selección de manera similar, pero con algunas variantes. Estos son Nama y Lowe (2013), porque presenta el proceso de una administradora de fondos de alternativos europea destacada, *Inside Private Equity* (2009), porque profundiza en las métricas y detalles cuantitativos de la primera parte del embudo y, Talmor y Vasvari (2011), que especifican en mayor detalle el proceso completo.

Una de las métricas a evaluar en los fondos anteriores corresponde a la concentración de sus inversiones. Para ello se aplicará el Hirschman-Herfindahl (HH) Index. Este índice tiene como objetivo medir la concentración de un fondo por industria. La clasificación de Industria que se utilizara es la de GICS, Desarrollada por MSCI y S&P hoy utilizada por inversionistas en todo el mundo<sup>6</sup>. Las categorías a evaluar serán los 11 sectores que ellos definen para clasificar una inversión. El índice HH se construye de la siguiente manera.  $S_i$  Corresponde a la porción del fondo que está constituido por una industria.

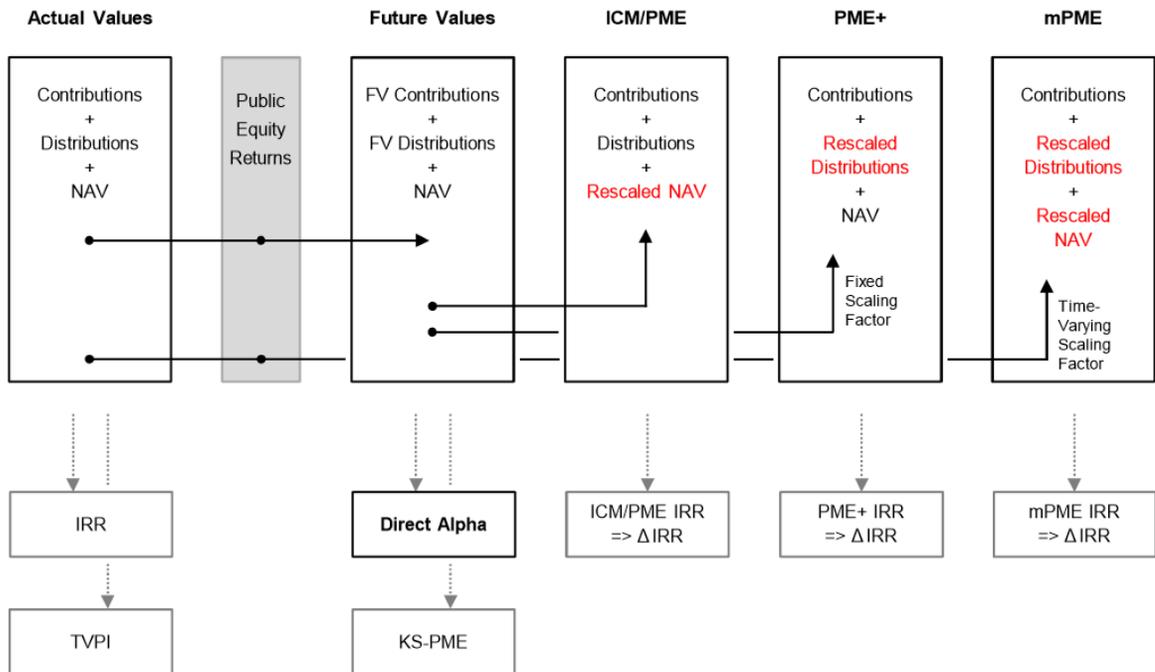
$$HH \text{ index} = \sum S_i^2 \quad 22)$$

La Métrica que más se menciona en la bibliografía y de la cual se han estudiado diferentes variaciones es el PME o *Public Market Equivalent*. Este nace de la necesidad de comparar los flujos generados por un fondo de *Private Equity* con un índice del mercado liquido similar y encontrar una forma de verificar si existe “alfa” en los fondos. El Primer PME lo presentan Long y Nickels (1996) conocido como *Index Comparison Method* (ICM/PME) o más tarde como LN PME por las iniciales de sus autores. Si bien la métrica fue un avance y entrega resultados

<sup>6</sup> <https://www.msci.com/gics>

consistentes, cuando se evalúan fondos con resultados extremos, ya sean buenos o malos, la métrica falla y sus resultados son incongruentes. Por ello, en los siguientes años surgieron distintas variaciones intentando solucionar esta problemática. A continuación, se presenta un cuadro resumen que explica cómo se construyen los PME más utilizados en la industria mostrado en Gredil, Griffiths y Stucke (2014).

Figura 5: Explicación heurística de los PME analizados



Fuente: Figura presentada en Gredil, Griffiths y Stucke (2014)

Para el propósito de este trabajo se desarrollarán 3 de las 5 anteriores. Las escogidas son ICM/PME, KS-PME y Direct Alpha. El ICM/PME Busca encontrar la rentabilidad de haber realizado los flujos de entrada y salida, contribuciones y distribuciones utilizando un índice de mercado para reflejar la rentabilidad de estos. Para realizar lo anterior se re-escala el NAV del fondo a la fecha en que se evalúa, de forma de que este represente la rentabilidad de las contribuciones menos las distribuciones. Para re-escalar el NAV se aplica la siguiente fórmula.

$$NAV_{ICM} = \sum FV(C) - \sum FV(D) \quad (23)$$

$$IRR_{ICM} = IRR(C, D, NAV_{ICM}) \quad (24)$$

Luego se calcula la rentabilidad de los flujos aplicando la fórmula 24. Habiendo obtenido la rentabilidad equivalente del mercado se calcula la diferencia con la rentabilidad del fondo. Esta métrica representa el valor que agrega el fondo con respecto al mercado líquido.

Los otros dos PME seleccionados están relacionados entre sí, el KS-PME es el comparable al múltiplo de la inversión o TVPI y el Direct alfa a la IRR. Primero es necesario definir el TVPI.

$$TVPI = \frac{\sum D + NAV}{\sum C} \quad 25)$$

Este representa el múltiplo entre las contribuciones, distribuciones y el NAV. La gran diferencia con la IRR se encuentra en el que el TVPI no se ve afectado por el periodo en que fueron efectuados los flujos de caja. De forma de comparar el TVPI con un múltiplo generado por flujos en un mercado líquido nace el KS-PME. Para ello hay que traer a valor futuro las contribuciones y distribuciones generadas por el fondo aplicando la rentabilidad de un índice representativo del mercado líquido. La siguiente fórmula muestra cómo se calcula.

$$KS - PME = \frac{\sum FV(D) + NAV}{\sum FV(C)} \quad 26)$$

Si el valor del KS-PME es mayor a 1, significa que el fondo analizado generó más valor que el índice correspondiente, si este fuera menor, el fondo genera una rentabilidad menor que el índice de mercado aplicando los mismos flujos de caja.

La última variante estudiada de PME corresponde al Direct Alfa. Esta nace de la necesidad de cuantificar el “alfa” generado por el fondo analizado. Aplicando los conceptos utilizados en el KS-PME. Finalmente, el Direct Alfa es el similar a la IRR como el KS-PME es al TVPI. La siguiente fórmula muestra cómo se calcula la métrica.

$$Direc Alfa = IRR(FV(C), FV(D), NAV) \quad 26)$$

El valor que se obtenga de Direct alfa representa el alfa generado por el fondo con respecto al mercado líquido. Si el KS-PME es igual a 1, el Direct alfa es 0, similar a lo que sucede con la IRR y el TVPI.

Como la IRR considera el periodo en que se genera el flujo, pero no refleja necesariamente cantidades y en cambio el TVPI especifica la cantidad distribuida y no necesariamente los periodos en que se realizaron, se genera una nueva métrica para relacionar ambas y poder realizar un mejor análisis. La nueva métrica es la Duración del fondo, y esta se calcula como si fuera una duración de un bono Zero-cupón. Las siguientes fórmulas muestran de donde deriva esta y como se calcula.

$$Future Value = Present Value * (1 + Return)^{Time} \quad 27)$$

$$TV = PI * (1 + Return)^{Time} \quad 28)$$

$$TV = PI * (1 + IRR)^{Duracion} \quad 29)$$

$$Duracion = \frac{\log(TVPI)}{\log(1 + IRR)} \quad 30)$$

$$Direct Alfa Duracion = \frac{\log(KS - PME)}{\log(1 + Direct alfa)} \quad 31)$$

Las ecuaciones 30 y 31 presentan la duración del fondo y la del fondo de mercado líquido. Dada las características de los alternativos y la estrategia que siguen, se espera que la duración sea entre 4 y 6 años, en concordancia con el periodo que ellos definen en su estrategia de inversión el cual para *Private Equity* es el recién mencionado.

## 4. Metodología

La metodología que se aplica en el trabajo es la desarrollada por Cornelius y de Veer (2015) y previamente planteada en Cornelius (2011). Se seleccionó esta metodología porque ellos son parte de uno de los actores más destacados del rubro. Alpinvest, es la administradora de fondos de *Private Equity* con mayor AUM (Activos Bajo Administración) asignado por los fondos de pensiones del mundo con \$USD38.233,70 millones<sup>7</sup>. Además, son parte de Carlyle, la compañía de *Private Equity* que más capital ha levantado en los últimos 10 años<sup>8</sup>.

Ellos dividen en 2 secciones el diseño del portafolio. La fase *Top-Down*, desarrolla un modelo para definir el *Strategic Asset Allocation* (SAA). La fase *Bottom-Up*, explica el proceso de selección de fondos.

Para comenzar con la primera parte, la fase *Top-Down*, se seleccionan las clases de activos a incluir en el modelo, dependiendo de las necesidades del inversionista y el nivel de desagregación de los datos que ofrezca el proveedor de datos.

Luego se procede a realizar el primer ajuste, el que busca solucionar el efecto *Stale Price*. Para ello se aplica el ajuste Dimson. Este tiene como objetivo encontrar los retornos reales de un activo, utilizando un indicador de mercado que lo represente y sea más líquido. Con respecto a la selección de indicadores de mercado, se usaron índices de MSCI representativos de los mercados en los que los activos alternativos tienen inversiones. Para los activos de *Private Debt*, se utilizaron índices de Barclays. Estos índices se seleccionaron porque son ampliamente utilizados en la práctica por los actores del mercado y por la AFP.

Los retornos reales se predicen utilizando una regresión de los retornos observados en función de los retornos mensuales del índice de mercado. Para seleccionar la cantidad de rezagos a incluir en el modelo, se calcula un autocorrelograma y se observa hasta que rezago hay correlación relevante. Se incluyen la cantidad de rezagos mensuales igual a  $3t + 2$  veces la cantidad de rezagos de los retornos observados. Eso quiere decir que si hay correlación hasta el rezago  $t = 2$ , se incluyen 8 rezagos mensuales del índice de mercado. En el caso de existir heteroscedasticidad o autocorrelación de los residuos, se recomienda aplicar un estimador HAC, tal como el estimador Newey-West. Obteniendo los betas para cada variable explicativa, se re escalan los beta en función de que la suma de estos sea igual a 1.

Con el procedimiento anterior, se calculan los betas de Dimson. Estos se introducen en la fórmula 5) y se obtienen los retornos reales estimados. Una opción más simple es remplazar los betas de

---

<sup>7</sup> Global alternatives survey Willis Towers Watson 2017 pagina 29. <https://www.willistowerswatson.com/-/media/WTW/PDF/Insights/2017/07/Global-Alternatives-Survey-2017-Final.pdf>

<sup>8</sup> <http://docs.preqin.com/reports/Preqin-Special-Report-The-Private-Equity-Top-100-February-2017.pdf>

Dimson por la correlación con los rezagos del índice de alternativos. En el trabajo se estudiará cuál de los 2 métodos es más apropiado.

Luego se procede a aplicar el modelo de Black-Littermann. El primer paso es calcular la matriz varianza-covarianza de los retornos de mercado. Para este caso se utilizaron 3 opciones: la fórmula clásica de la matriz muestral, el método de Optimal shrinkage y el de Random Matrix Theory. En la descripción del trabajo se evaluará cual método tiene un mejor desempeño.

Utilizando los pesos del portafolio de mercado, se obtienen los retornos implícitos que el mercado asigna a cada clase de activo. Para ello, es necesario fijar un coeficiente de aversión al riesgo. Luego, se sigue aplicando la metodología de Idzorek que se explica en el marco teórico, obteniendo los retornos esperados del portafolio y los pesos que estos implican en cada clase de activo. Con respecto a la elección del coeficiente de aversión al riesgo, se seleccionó de las opciones que se presentan en un trabajo desarrollado para el CQF, certificación en finanzas cuantitativas, en que se desarrolla un modelo de Black Litterman<sup>9</sup>. En el proyecto mencionado muestran 4 distintos coeficientes de aversión al riesgo, de 0,01 a 6. Para este trabajo se seleccionó el que genera una mayor aversión al riesgo, en este caso 6, debido a las características de los fondos que se están invirtiendo.

Con los resultados del modelo Black-Litterman, se cumplen 2 de las 4 dimensiones en las que hay que diversificar un portafolio de *Private Equity*. Estas son según Cornelius (2011) las siguientes: Tamaño del fondo, Geografía, Vintage Year e industria. Con las clases de activos seleccionadas se logra diversificar la cartera por las 2 primeras dimensiones. Para diversificar por Vintage Year, Cornelius y de Veer (2015) plantea que, debido a que no existen indicadores con los que se pueda representar esta dimensión, se destine una cantidad igual de capital para cada año futuro. Como los tamaños de los compromisos son de gran tamaño y no necesariamente se invierten la totalidad de los fondos a lo largo de la vida de este, definir un porcentaje exacto sería poco preciso y a la larga se incumpliría por la variabilidad de los retornos y llamados de capital. Por ello se define un rango límite entre 10% y 20% para cada Vintage Year cuando el portafolio se encuentre en una etapa más madura (5 a 7 años del inicio de este).

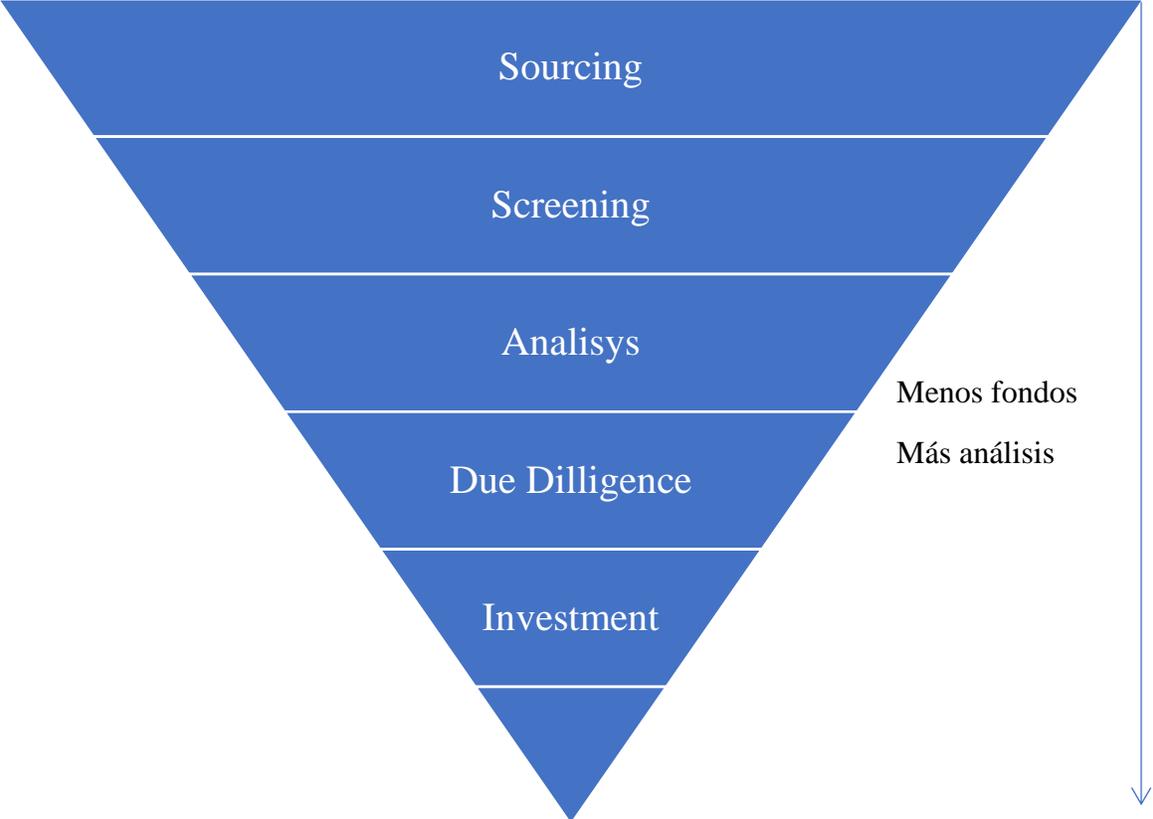
Finalmente, la dimensión de industria cuenta con las mismas dificultades, especialmente porque los fondos no cuentan con ninguna restricción a invertir en un número mínimo de industrias o, por lo contrario, solo en algunas especiales. En algunos casos los administradores tienen mayor foco en una industria, pero eso no los limita a invertir solamente a esta. Por ello, la forma que se decidió de diversificar esta dimensión corresponde a medir el Hirschman-Herfindahl (HH) Index. Este índice tiene como objetivo medir la concentración de un fondo, pero también se puede aplicar a un portafolio completo. Como se explicó anteriormente, para un fondo 1800 es un valor óptimo, pero considerando que un portafolio cuenta con una cantidad de inversiones subyacentes considerablemente mayor, este valor será considerado una cota superior.

---

<sup>9</sup> <https://es.slideshare.net/PaulCoxCQF/paul-cox-cqf-final-project-with-matlab-code>

En la fase *Bottom-Up*, se eligen las etapas del embudo de selección, para ello se escogió el que presentan Talmor y Vasvari (2011) debido a que muestran el proceso en mayor detalle. A continuación, se muestra la Figura 6, adaptación del embudo de selección:

**Figura 6:** Embudo de selección de fondos



**Fuente:** Figura Presentada en Talmor y Vasvari (2011)

En la Tabla I se especifican detalles de cada etapa, tales como el objetivo de cada una de estas y las acciones que se realizan para lograr los objetivos.

**Tabla I:** Descripción etapas embudo de selección

	<b>Sourcing</b>	<b>Screening</b>	<b>Análisis</b>	<b>Due Dilligence</b>
<b>Objetivo</b>	Maximizar oportunidades de inversión	Eliminar oportunidades que no cumplen ciertos requisitos	Filtrar oportunidades con mayor potencial	Identificar oportunidades apropiadas de inversión
<b>Acción</b>	Identificar la mayor cantidad de posibilidades de inversión	Comprender equipo y estrategia	Validar atractivo del fondo y capacidades del manager	Detallada validación de la oportunidad de inversión
<b>Tiempo</b>	Continuo	2-3 horas	2-3 días	30 días
<b>Responsables</b>	Todo el equipo	1 persona	1 persona	2 personas

**Fuente:** Figura Presentada en Talmor y Vasvari (2011)

De las etapas mencionadas en el cuadro anterior, el trabajo se centrará en desarrollar las de *Screening* y *analysis* con un foco en las 4 áreas de análisis que se mencionan en la bibliografía. Estas son *Track Record*, equipo de inversiones, incentivos del equipo y análisis estrategia de inversión exitosa evaluando factibilidad de repetir los resultados anteriores. No se seleccionó la de *Due Dilligence* porque esta es más cualitativa y a la medida de cada fondo.

Con respecto a la etapa de *Sourcing*, se seleccionaron los fondos que están presentes en la plataforma del proveedor de datos, además de los que puedan presentar los distribuidores del mercado. Los criterios de selección de la primera etapa van de la mano con los datos requeridos para las siguientes fases del embudo. Por lo que el primer filtro corresponde a la cantidad de fondos que ha desarrollado el equipo de inversión con la misma estrategia. Es necesario que cuenten con mínimo 2 fondos en los que implementaron la estrategia en los últimos 10 años y que al menos 1 de estos cuente con 8 años de madurez. Considerando esta información se contactará al GP para requerir la información necesaria para las siguientes etapas. La normativa exige que los *managers* deben contar con al menos 10 años de experiencia por lo que esta restricción va de la mano con la normativa vigente. El primer documento necesario es el *Private Placement Memorandum (PPM)*, Este corresponde a la presentación comercial y cuenta con la información necesaria para desarrollar las siguientes 2 etapas del proceso. La información fundamental para desarrollar las siguientes etapas corresponde a los flujos de caja por inversión de los fondos anteriores, con ellos podemos realizar la evaluación y recalculamos las rentabilidades.

## 5. Desarrollo del trabajo

### 5.1. Selección del proveedor de datos

Para desarrollar ambas fases es necesario contar con información sobre los GP's, sus fondos anteriormente levantados e indicadores que representen las clases de activos a incluir en el trabajo. Para ello se realizó un análisis de los principales proveedores de datos y de la bibliografía correspondiente. Kaplan y Lerner (2016) y Stepstone (2015), realizan un análisis profundo de las características, fortalezas y debilidades de cada proveedor de datos. A continuación, se muestra un esquema con los principales proveedores de datos.

**Tabla II:** Descripción de principales proveedores de información.

	Preqin	Burgiss	Cambridge Associates
<b>Datos</b>	FOIA / Reporte GP's	Estados financieros / Flujos de caja LP's	FOIA / Reporte GP's
<b>Aspectos positivos</b>	Muestra grande / Transparencia de datos por fondo	Flexibilidad en los reportes	Foco en US y Venture Capital
<b>Aspectos negativos</b>	Exactitud de datos / Lagunas	Poca transparencia	Exactitud de datos / Pocos datos UE

**Fuente:** Elaboración Propia, basado en lo presentado en Kaplan y Lerner (2016) y Stepstone (2015)

Finalmente se seleccionó Preqin como proveedor de datos. Los argumentos principales fueron: Único proveedor que entrega información de fondos anteriores por GP. Muestra enfocada en *Private Equity* y de cobertura similar a las otras ofertas. Forma de obtener datos. Al recopilar la información pública, obtiene la información de los sistemas de pensiones del mundo e inversionistas con características similares a las AFP.

### 5.2. Fase Top-Down

En la siguiente sección, se mostrará el trabajo que se desarrolló para realizar la fase *Top-Down*. Esta se divide en 3 subetapas, la primera corresponde a la caracterización de los datos y selección de clases de activos. La segunda realiza los ajustes necesarios que se han mencionado anteriormente y muestra los resultados de su aplicación. Finalmente, se aplica el modelo de Black-Litterman con las distintas variantes correspondientes, ya sea en la estimación de matriz Varianza-

Covarianza, método de cálculo de la varianza de las visiones (matriz Omega) y posibles restricciones correspondientes a venta corta y uso completo del capital presupuestado.

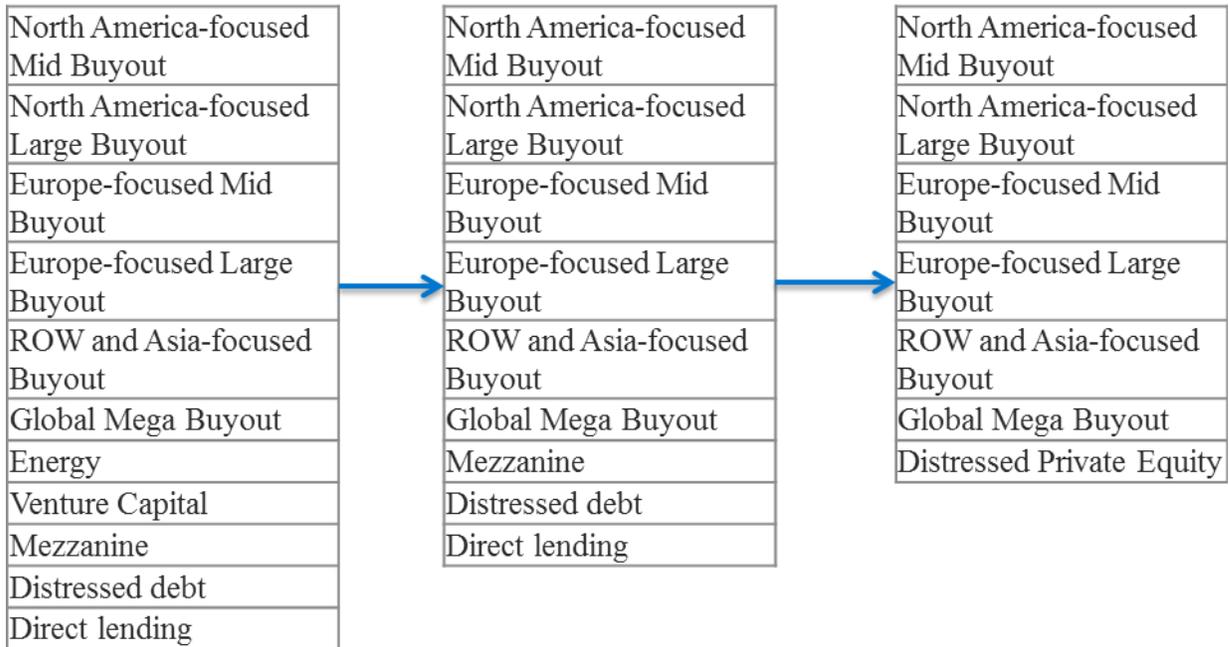
### 5.2.1. Selección de clases de activos y caracterización de los datos

La selección de clases de activos se realizó considerando las clasificaciones de Preqin y las utilizadas por la bibliografía, específicamente Cornelius y de Veer (2015). Considerando ambas clasificaciones, se definen las clases de activos deseables a incluir en el modelo suponiendo que existen indicadores representativos de estas.

Luego, se seleccionan aquellas que cumplen con las características que las AFP pueden incluir en sus carteras y a las que tendrán acceso en el mediano plazo. Además, se decidió no considerar *Venture Capital* dentro de las clases de activos. La razón de esta decisión fue por lo que menciona Fraser-Sampson (2007). El mercado de fondos de *Venture Capital* es el que posee mayor dispersión en los retornos por *Vintage Year*. El motivo de este efecto se debe al alto riesgo de las inversiones subyacentes de los fondos, empresas que están en sus etapas iniciales, sin flujos de cajas seguros ni equipos establecidos. Debido a lo anterior, se produce que los altos retornos de los fondos de *Venture Capital* son influenciados por pocos GP's con excelentes resultados. Estas firmas, llamadas en la bibliografía el "*Golden Circle*", son de difícil acceso para inversionistas que están entrando al mercado porque mantienen relaciones de larga data con los LP's que invirtieron en sus fondos anteriores, dándoles prioridad a la hora de levantar un nuevo fondo. En conclusión, las mejores oportunidades dentro de *Venture Capital* no están al alcance de la AFP en el mediano plazo y debido a la dispersión de los retornos, los riesgos de obtener retornos bajos son muy altos.

Finalmente, el proveedor de datos, en este caso Preqin, no cuenta con indicadores para las clases de activos requeridas de deuda privada. Solo ofrece uno que agrupa las 3 categorías, a causa de la poca cantidad de fondos con los que cuenta para desagregar estas en el pasado. La siguiente figura muestra las distintas selecciones que se aplicaron.

Figura 7: Descripción de selección de clases de activos



Fuente: Elaboración propia

Para comprender la selección, la siguiente tabla muestra el universo de *Private Equity* en función de 2 dimensiones, Geografía y Tamaño del fondo, mostrando como se cubre el universo completo con las clases de activos seleccionadas. *RoW and Asia Buyout* no se separó entre *Mid* y *Large* por la misma razón mencionada anteriormente para *Private Debt*, la limitada información de Fondos para generar los indicadores correspondientes. *Mega Buyout* no se separa por geografía debido a las características de estos fondos, debido a sus tamaños tienden a invertir en empresas en todo el mundo.

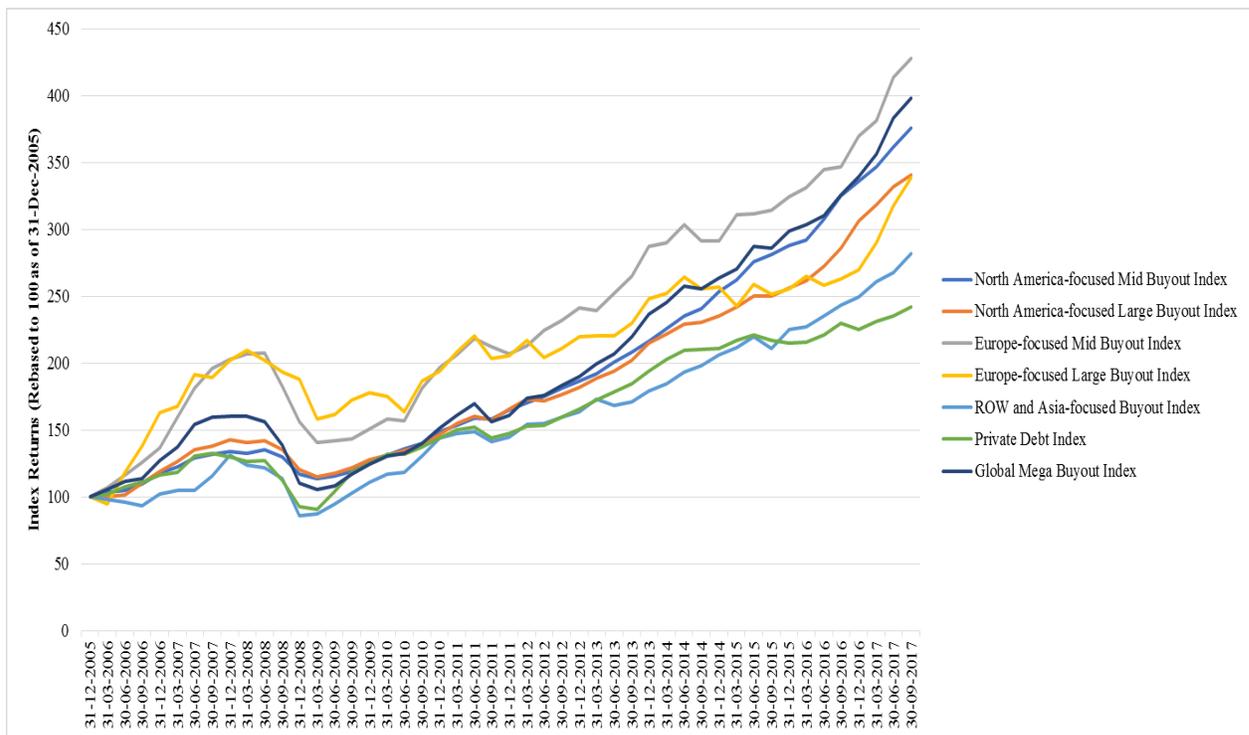
**Tabla III:** Clases de activos seleccionadas según la dimensión geográfica y el tamaño del Fondo.

	Norte America	Europa	RoW y Asia
Mega Buyout	Global Mega Buyout		
Large Buyout	North America Large Buyout	Europe Large Buyout	RoW & Asia Buyout
Mid Buyout	North America Mid Buyout	Europe Mid Buyout	

**Fuente:** Elaboración propia utilizando definiciones de Preqin. Mid \$500Mn - \$1.500Mn, Large \$1.500Mn - \$4.500Mn y Mega > \$4.500Mn.

Preqin entrega sus índices con base al 31/12/2000. Como para este caso se requiere mayor desagregación, como la separación geográfica y de tamaño para Europa y USA, ellos declaran que para estos indicadores solo hay representatividad desde el 31/12/2005. A continuación, en la Figura V se muestran los índices utilizados.

**Figura 8:** Índices de clases de activos alternativos.



**Fuente:** Elaboración propia con Data de Preqin.

A modo de confirmar que la selección de clases activos cumple con la principal labor de esta tarea, la diversificación, se analizan la correlación entre los indicadores seleccionados representantes de las clases y la correlación entre indicadores que representan clases de activos utilizadas actualmente por la AFP.

**Tabla IV :** Correlación entre índices representan las macro clases de activos del mercado líquido.

	MSCI USA	MSCI Europe	MSCI Emerging Markets	Barclays Global High Yield
MSCI USA	1	0,88	0,797	0,762
MSCI Europe	0,88	1	0,892	0,822
MSCI Emerging Markets	0,797	0,892	1	0,872
Barclays Global High Yield	0,762	0,822	0,872	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017 de los indicadores de MSCI de renta variable y Barclays de renta fija utilizados actualmente por la AFP.

Como se puede observar, la correlación entre mercados que ya se separan como clases de activos diferentes, como los son Estados Unidos y Europa, tienen una correlación de 0,88. Incluso si analizamos 2 mercados con características más dispares, como es la renta fija internacional y la renta variable de Europa, se obtiene una correlación de 0,822.

En tanto, si examinamos la correlación entre los índices representativos de las clases de activos seleccionadas, observamos en general valores menores, como los vistos entre *North-America Large Buyout* y *Europe Large Buyout*, con una correlación de 0,578, bastante menor a la presentada en el párrafo anterior. Incluso cuando se observan entre clases de activos del mismo lugar geográfico, como los indicadores *North-America Mid y Large Buyout*, se ve una correlación de 0,885 similar a la que muestran Estados Unidos y Europa en la tabla x. Por lo que se puede concluir que la selección de clases de activos cumple su función principal, la diversificación, comparándola con la selección actual que realizan los inversionistas como las AFP.

**Tabla V:** Correlación entre índices representativos de las clases de activos alternativos seleccionadas.

	North America-focused Mid Buyout Index	North America-focused Large Buyout Index	Europe-focused Mid Buyout Index	Europe-focused Large Buyout Index	ROW and Asia-focused Buyout Index	Private Debt Index	Global Mega Buyout Index
North America-focused Mid Buyout Index	1	0,885	0,68	0,38	0,677	0,718	0,879
North America-focused Large Buyout Index	0,885	1	0,721	0,561	0,656	0,699	0,858
Europe-focused Mid Buyout Index	0,68	0,721	1	0,578	0,483	0,578	0,782
Europe-focused Large Buyout Index	0,38	0,561	0,578	1	0,25	0,416	0,546
ROW and Asia-focused Buyout Index	0,677	0,656	0,483	0,25	1	0,68	0,718
Private Debt Index	0,718	0,699	0,578	0,416	0,68	1	0,817
Global Mega Buyout Index	0,879	0,858	0,782	0,546	0,718	0,817	1

Fuente: Elaboración propia en base a indicadores entregados por Preqin utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

### 5.2.2. Ajustes a series de retornos

Como se explicó en el marco teórico, hay 2 formas de realizar el ajuste por el efecto *Stale Price*, estas varían en la manera de estimar los parámetros de la fórmula 5. La primera, la más simple de aplicar, corresponde a estimar los parámetros utilizando la auto correlación de los retornos para cada índice correspondiente. La segunda es la que utiliza un índice de mercado más líquido para aplicar un ajuste de Dimson. Del ajuste anterior se obtienen los betas de Dimson que se introducen en la fórmula 5.

Debido a que la fórmula 5 y el ajuste de Dimson provienen de distintas variantes del modelo CAPM, en estos modelos no se utilizan los retornos de los indicadores, si no que los excesos de retornos ya sean trimestrales o mensuales, correspondiente a la diferencia con una tasa libre de riesgo. La tasa que se ocupó fue la de un índice representativo de un bono del tesoro estadounidense de duración 3 meses, *Barclays U.S. Treasury Bill*. La razón fue por los intervalos de tiempo que presentan los índices utilizados.

El gráfico de auto correlación parcial de cada índice se puede observar en el Anexo II. Usando estos se puede tomar una primera decisión sobre cuantos rezagos incluir en el ajuste. Analizando los gráficos correspondientes se puede observar que principalmente hay correlación con el primer rezago y en algunos casos con el segundo. Considerar mayores rezagos provocaría incluir rezagos demasiado lejanos considerando que se relacionaran con un indicador más líquido, para este caso excesos de retornos mensuales. Para seleccionar el indicador de mercado a incluir en el ajuste para cada clase, se realizó una matriz de correlaciones entre los excesos de retornos trimestrales del indicador de alternativos y los excesos de retornos trimestrales de indicadores que describen el mercado líquido de cada clase.

A continuación, se muestra la matriz para los indicadores *North America Mid* y *Large Buyout*, marcando los indicadores seleccionados para cada clase. Se seleccionó el indicador que mostraba una mayor correlación con los índices antes mencionados. La razón de aplicar este procedimiento consiste en que el ajuste de Dimson busca revertir el efecto de suavización que caracteriza a los alternativos, buscando obtener la volatilidad “real” del activo. Por lo anterior la correlación es la medida para encontrar el indicador que mejor explica el mercado del índice alternativo.

**Tabla VI:** Correlación entre índices de Private Equity de North-America Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.

	MSCI USA Smid Cap	MSCI USA IMI	MSCI USA Mid Cap	MSCI USA	MSCI USA Small Cap	North America- focused Mid Buyout Index	North America- focused Large Buyout Index
<b>MSCI USA Smid Cap</b>	1	0,978	0,993	0,967	0,99	0,672	0,695
<b>MSCI USA IMI</b>	0,978	1	0,979	0,999	0,96	0,69	0,73
<b>MSCI USA Mid Cap</b>	0,993	0,979	1	0,972	0,969	0,696	0,716
<b>MSCI USA</b>	0,967	0,999	0,972	1	0,944	0,693	0,737
<b>MSCI USA Small Cap</b>	0,99	0,96	0,969	0,944	1	0,634	0,652
<b>North America- focused Mid Buyout Index</b>	0,672	0,69	0,696	0,693	0,634	1	0,885
<b>North America- focused Large Buyout Index</b>	0,695	0,73	0,716	0,737	0,652	0,885	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a índices entregados por Prequin para North-America Mid y Large Buyout e indicadores de MSCI utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

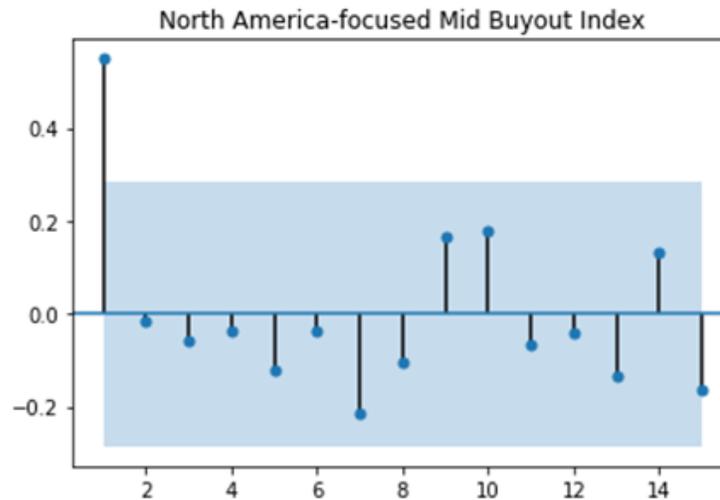
El mismo procedimiento se realizó para encontrar el indicador de mercado más líquido correspondiente a cada clase de activo. En el anexo I se encuentran las correspondientes matrices de correlación. En la siguiente tabla se muestran los resultados de este procedimiento, señalando el indicador correspondiente a cada clase de activo.

**Tabla VII:** Indicador de mercado correspondiente a cada clase de activo para realizar ajuste de Dimson.

<b>Indicador Activo</b>	<b>Indicador Mercado</b>
North America-focused Mid Buyout Index	MSCI USA Mid Cap
North America-focused Large Buyout Index	MSCI USA
Europe-focused Mid Buyout Index	MSCI Europe
Europe-focused Large Buyout Index	MSCI Europe
ROW and Asia-focused Buyout Index	MSCI Emerging Markets
Global Distressed Private Equity Index	Barclays U.S. Corporate High Yield
Global Mega Buyout Index	MSCI World Mid Cap

**Figura:** Elaboración propia, se seleccionó los indicadores correspondientes mediante la correlación con la clase de activo.

**Figura 9:** Auto correlación parcial (PACF) North-America Mid Buyout.



**Fuente:** Elaboración propia usando el exceso de los retornos trimestrales del indicador North-America-focused Mid Buyout entregado por Preqin y como retorno libre de riesgo, el indicador Barclays U.S. Treasury Bills representativo de los U.S. Treasury bill de 3 meses.

Habiendo definido el índice de mercado correspondiente a cada indicador de las clases de activos alternativos, se procede a aplicar el ajuste. Para ello es necesario definir cuantos rezagos incluir en el modelo, más específicamente en la fórmula 5. Como se explica anteriormente, Anson (2016)

que aplicó el modelo, no tiene sentido agregar una cantidad de rezagos mayor a dos. Por eso es necesario definir si se incluirá un rezago o dos. Para ello analizamos Figura VI. En él se puede observar la auto correlación parcial de una clase en particular. Como se puede ver el índice muestra una alta correlación para un rezago, pero para los siguientes esta disminuye. Debido a lo anterior se decide aplicar un lag al modelo. Este procedimiento se aplicó para todos los indicadores, sus gráficos de auto correlación se pueden observar en el anexo II. Los resultados del modelo anterior se presentan a continuación

**Tabla VIII:** Regresión Beta de Dimson 5 rezagos retornos mensuales North-America Mid-Buyout Varianza no robusta.

<b>Dep. Variable</b>	y	<b>R-squared</b>	0,685
<b>Model</b>	OLS	<b>Adj, R-squared</b>	0,638
<b>Method</b>	Least Squares	<b>F-statistic</b>	14,51
<b>Date</b>	Tue, 22 May 2018	<b>Prob (F-statistic)</b>	1,03E-08
<b>Time</b>	15:57:06	<b>Log-Likelihood</b>	126,55
<b>No. Observations</b>	47	<b>AIC</b>	-239,1
<b>Df Residuals</b>	40	<b>BIC</b>	-226,1
<b>Df Model</b>	6		
<b>Covariance Type</b>	nonrobust		

	<b>Coef</b>	<b>Std Error</b>	<b>T</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[0.025</b>	<b>0.975]</b>
<b>const</b>	0,020	0,003	7,616	0,000	0,015	0,026
<b>1</b>	0,124	0,061	2,045	0,047	0,001	0,247
<b>2</b>	0,186	0,072	2,569	0,014	0,040	0,332
<b>3</b>	0,265	0,046	5,771	0,000	0,172	0,358
<b>4</b>	0,180	0,064	2,817	0,007	0,051	0,309
<b>5</b>	0,190	0,069	2,761	0,009	0,051	0,329
<b>6</b>	0,025	0,046	0,541	0,592	-0,068	0,118

<b>Omnibus</b>	7,753	<b>Durbin-Watson</b>	1,371
<b>Prob(Omnibus)</b>	0,021	<b>Jarque-Bera</b>	6,872
<b>Skew</b>	-0,900	<b>Prob(JB)</b>	0,032
<b>Kurtosis</b>	3,518	<b>Cond. No.</b>	31,100

**Fuente:** Elaboración propia, regresión lineal OLS utilizando retornos trimestrales de North America Mid-Buyout como variable independiente y retornos mensuales de MSCI USA Mid Cap con 5 rezagos como variables independientes.

Al evaluar el modelo explicado en la Tabla VIII, observamos que el estadístico Durbin-Watson no es concluyente, es necesario que el valor del estadístico sea mayor a 1,822 o menor a 1,291 para realizar alguna afirmación (Anexo III), por lo que no se puede asegurar que no existe auto correlación en los residuos. Como este es uno de los supuestos de OLS, se aplica un estimador HAC de la varianza, lo que provoca que esta sea robusta con respecto a la heterocedasticidad y auto correlación de los errores. En el anexo III, se observan los resultados de los modelos aplicados para 2 rezagos y para ambos casos utilizando el estimador HAC. Los valores de los coeficientes no varían, cambia la desviación estándar de los coeficientes por lo que cambia la significancia de

estos, pero no de manera considerable. Se decidió aplicar el estimador HAC ya que el modelo final es más robusto.

A continuación, en la Tabla X se presentan los resultados para uno y dos rezagos con ambas opciones de ajuste. Como la finalidad del ajuste no es adaptarse a la curva, si no que adaptarse a la variabilidad del indicador de mercado, se muestra la estadística descriptiva. En el Anexo IV se encuentran gráficos correspondientes a ambos modelos aplicados con 2 rezagos versus la serie observada y de mercado.

**Tabla IX:** Estadística descriptiva de retornos trimestrales ajustados, observado e índice de mercado correspondiente para cada clase de activo.

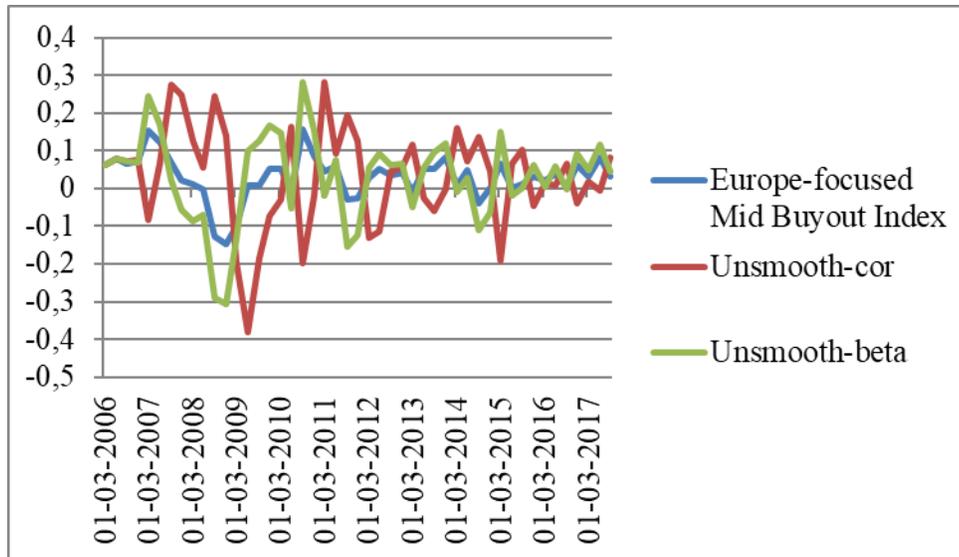
Lag = 1	STDV Betas	STDV Corr	STDV Obs	STDV Mkt	Mean Betas	Mean Corr	Mean Obs
North America-focused Mid Buyout Index	0,0416	0,0544	0,0292	0,0991	0,026	0,0261	0,0259
North America-focused Large Buyout Index	0,0453	0,0617	0,0341	0,0858	0,0243	0,0247	0,0239
Europe-focused Mid Buyout Index	0,0851	0,107	0,0576	0,113	0,0296	0,0292	0,0301
Europe-focused Large Buyout Index	0,0872	0,0811	0,0703	0,112	0,0264	0,0262	0,0264
ROW and Asia-focused Buyout Index	0,0883	0,0776	0,0599	0,136	0,022	0,0217	0,0211
Global Distressed Private Equity Index	0,0577	0,0875	0,0505	0,0679	0,0173	0,0175	0,0172
Global Mega Buyout Index	0,0775	0,0965	0,0548	0,101	0,0281	0,028	0,0283
Lag = 2	STDV Betas	STDV Corr	STDV Obs	STDV Mkt	Mean Betas	Mean Corr	Mean Obs
North America-focused Mid Buyout Index	0,0544	0,0677	0,0292	0,0991	0,0272	0,0232	0,0259
North America-focused Large Buyout Index	0,063	0,0866	0,0341	0,0858	0,0261	0,0206	0,0239
Europe-focused Mid Buyout Index	0,115	0,132	0,0576	0,113	0,0291	0,032	0,0301
Europe-focused Large Buyout Index	0,102	0,565	0,0703	0,112	0,0248	0,0322	0,0257
ROW and Asia-focused Buyout Index	0,095	0,341	0,0599	0,136	0,0222	0,008	0,0211
Global Distressed Private Equity Index	0,0707	0,153	0,0505	0,0679	0,017	0,0178	0,0172
Global Mega Buyout Index	0,09371	0,1439	0,0548	0,101	0,0286	0,0277	0,0283

**Fuente:** Elaboración propia, Aplicación de Fórmula 5 para 1 y 2 rezagos, Utilizando beta de Dimson y auto correlaciones para estimar los parámetros. Índices de alternativas entregados por Preqin, Indicadores de mercado por MSCI y Barclays

Se observa que para el ajuste utilizando beta de Dimson, 2 rezagos siempre es mejor a 1 rezago. Esto se puede corroborar con los modelos de regresión lineal, como en el caso de la clase *North-America Mid Buyout*, en el cual el  $R^2$  ajustado, que soluciona el problema de  $R^2$ , que al aumentar el número de variables independientes aumenta la significancia, tiene un valor de 0,729 para el modelo con 8 rezagos mensuales mayor a 0,638 para el modelo con 5 (ver Anexo III). Esta diferencia se observa en los modelos de las 7 clases de activos seleccionados y utilizados para desarrollar la Tabla IX.

A la vez, se puede apreciar que, en algunos casos, como en los índices *Europe Large Buyout* y *RoW and Asia Buyout*, al estimar los parámetros utilizando la auto correlación, el modelo falla y entrega una variabilidad muy superior a la del índice de mercado, por lo que no cumple el propósito del ajuste. A continuación, se puede observar una representación gráfica que muestra los efectos de los ajustes con 2 rezagos.

Figura 10: Representación gráfica ajustes Europe Mid Buyout



Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, el ajuste utilizando betas de Dimson mantiene el sentido de los movimientos, ya sean estos positivos o negativos, y solamente aumenta su magnitud, no así la otra variante, que cumple el primer objetivo, pero no necesariamente se asemeja en los movimientos al índice original. Por los argumentos presentados en las tablas anteriores se seleccionó para todos los índices aplicar el ajuste Dimson con 2 rezagos. Se seleccionó este porque ajusta la serie de forma que su varianza sea similar a la del indicador de mercado, manteniendo el promedio similar, obteniendo mejores resultados que los modelos utilizando la correlación y beta de Dimson con un rezago.

### 5.2.3. Modelo Black-Litterman

Como se mencionó anteriormente, una de las virtudes del modelo corresponde a incluir la visión del inversionista con respecto a las distintas clases de activos. Para ello, se aplicó la forma de incluir las visiones de la misma manera que lo hace Idzorec (2005). Para ello es necesario entregar 3 variables por cada visión. La primera, corresponde al valor de esta, que en el marco teórico llamamos  $Q$ . La segunda corresponde a un vector  $P$  el cual especifica que activos se ven afectados por la visión. Finalmente, la última variable corresponde a la confianza que el inversionista otorga a la visión respectiva. La Tabla X presenta 3 visiones, cada una correspondiente a una fila. La primera columna, el valor de las visiones, la última la confianza en estas y de la segunda a la penúltima, la matriz  $P$  que especifica los activos involucrados en cada visión.

**Tabla X:** Ejemplo Visiones del inversionista

Q	North America-focused Mid Buyout	North America-focused Large Buyout	Europe-focused Mid Buyout	Europe-focused Large Buyout	ROW and Asia-focused Buyout	Private Debt	Global Mega Buyout	Confianza
0,01	0	0	0	0	0	1	0	0,5
0,005	-1	0	1	0	0	0	0	0,5
0,003	0	0	0	-1	0	0	1	0,5

**Fuente:** Elaboración propia

Hay 2 formas de incluir visiones en el modelo. Estas son de forma absoluta o relativa. Las visiones absolutas corresponden a especificar un exceso de retorno para un activo en particular. De la tabla X, la primera fila muestra un ejemplo. En palabras, esta quiere decir, que el índice de *Private Debt* tiene un exceso de retorno esperado de 0,01 con una confianza de 50%. En tanto, las visiones relativas, corresponden a diferencias entre los excesos de retornos de al menos 2 clases de activos. Las filas 2 y 3 de la tabla anterior muestran 2 visiones relativas. En palabras, la visión 2 corresponde a que la diferencia entre los excesos de retornos de *North-America Mid Buyout* y *Europe Mid Buyout* será de 0,005 con un 50% de probabilidad. Como en este caso al índice europeo se le es asignado el coeficiente positivo y al norteamericano el negativo, quiere decir que el exceso de retorno de Europa superara al de *North-America* por 0,005. Así como el vector P de las visiones absolutas tiene que sumar 1, en el caso de las relativas este tiene que sumar 0.

La forma en que estas visiones afectan los pesos  $w$  en el portafolio depende de los retornos esperados del mercado. Si el mercado, para la visión 1, espera un exceso de retorno mayor a 0,01, el peso  $w$  correspondiente a la clase *Private Debt* será menor al del mercado, o como se diría en la práctica, el inversionista debería tomar una posición corta contra el mercado. Si los excesos de retorno esperado del mercado son menores a 0,01, el peso  $w$  sería mayor y la posición sería larga. Para el caso de la visión 2, si la diferencia de excesos de retornos esperados por el mercado es menor a 0,005, el peso  $w$  correspondiente a la clase *North-America Mid Buyout* será mayor y el de la clase *Europe Mid Buyout* será menor. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados aplicando 4 variantes del modelo Black-Litterman utilizando las visiones presentadas en la Tabla X.

**Tabla XI:** Resultados 4 variantes del modelo Calculando la Matriz Varianza-Covarianza con la metodología RMT.

RMT	wmarket	w-idzo-form	w-idzo-opt	w-walters-form	w-walters-opt	E(r)-Rf
<b>North America-focused Mid Buyout</b>	9,26%	20,30%	28,65%	19,45%	26,31%	2,16%
<b>North America-focused Large Buyout</b>	10,26%	10,26%	18,97%	10,26%	17,76%	2,45%
<b>Europe-focused Mid Buyout</b>	4,08%	-6,96%	0,00%	-6,10%	0,00%	4,13%
<b>Europe-focused Large Buyout</b>	3,96%	6,06%	2,02%	6,13%	3,25%	3,28%
<b>ROW and Asia-focused Buyout</b>	11,12%	11,12%	6,04%	11,12%	6,82%	3,37%
<b>Private Debt</b>	33,95%	7,97%	30,00%	14,24%	30,00%	2,61%
<b>Global Mega Buyout Index</b>	27,36%	25,27%	14,33%	25,20%	15,85%	3,86%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>74,02%</b>	<b>100,00%</b>	<b>80,30%</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede ver que dados los W del mercado presentados en wmarket, la matriz Varianza-Covarianza calculada utilizando los excesos de retornos trimestrales y la metodología RMT, y el índice de aversión al riesgo definido anteriormente, se pueden calcular los excesos de retornos esperados por el mercado para cada clase de activos presentados en la columna final.

Aplicando las distintas variantes del modelo con las visiones mostradas en la Tabla X, se obtienen los resultados presentados. La columna w-idzo-form, aplica la metodología planteada por Idzorec para calcular la matriz Varianza-Covarianza de las visiones omega y no restringe la optimización final. En tanto, la siguiente columna presenta los resultados del mismo modelo, pero aplicando las restricciones de los fondos de pensiones. Las restricciones son: No puede haber venta corta ( $w > 0$ ), la suma del vector w tiene que ser 1, esto quiere decir que se utiliza todo el capital disponible, ni más ni menos y la restricción correspondiente al fondo con respecto al máximo de *Private Equity* en el fondo. Para el caso anterior se aplicó la restricción relativo al fondo A, esto quiere decir que  $Private Debt > 30\%$ .

Las siguientes dos columnas, presentan las variantes sin y con restricciones de la forma planteada por Walters para calcular omega. Se decidió escoger la metodología RMT porque genera exceso de retornos esperados para cada clase de activos acordes a lo pronosticado por los mercados observado en los reportes de proveedores de datos como Preqin. Además, Bouchad y Potters (2009) muestran que entrega mejores resultados que la varianza muestral. En el anexo se pueden revisar los resultados con las otras 2 opciones para calcular la matriz Varianza-Covarianza.

### 5.3. Fase Bottom-Up

A continuación, se presenta el trabajo realizado en la segunda fase mencionada anteriormente, la Fase *Bottom-Up*. Si se observa la figura 3, esta fase incluiría 3 partes del proceso, específicamente *Deal Flow y Screening*, *Quantitative Analisis* y *Due Dilligence*, y finalmente Negociación y cierre. Esta fase considera todo el proceso de selección de fondos, desde buscar nuevas oportunidades de inversión hasta que se cierra el contrato (*Limites Partnership Agreement*).

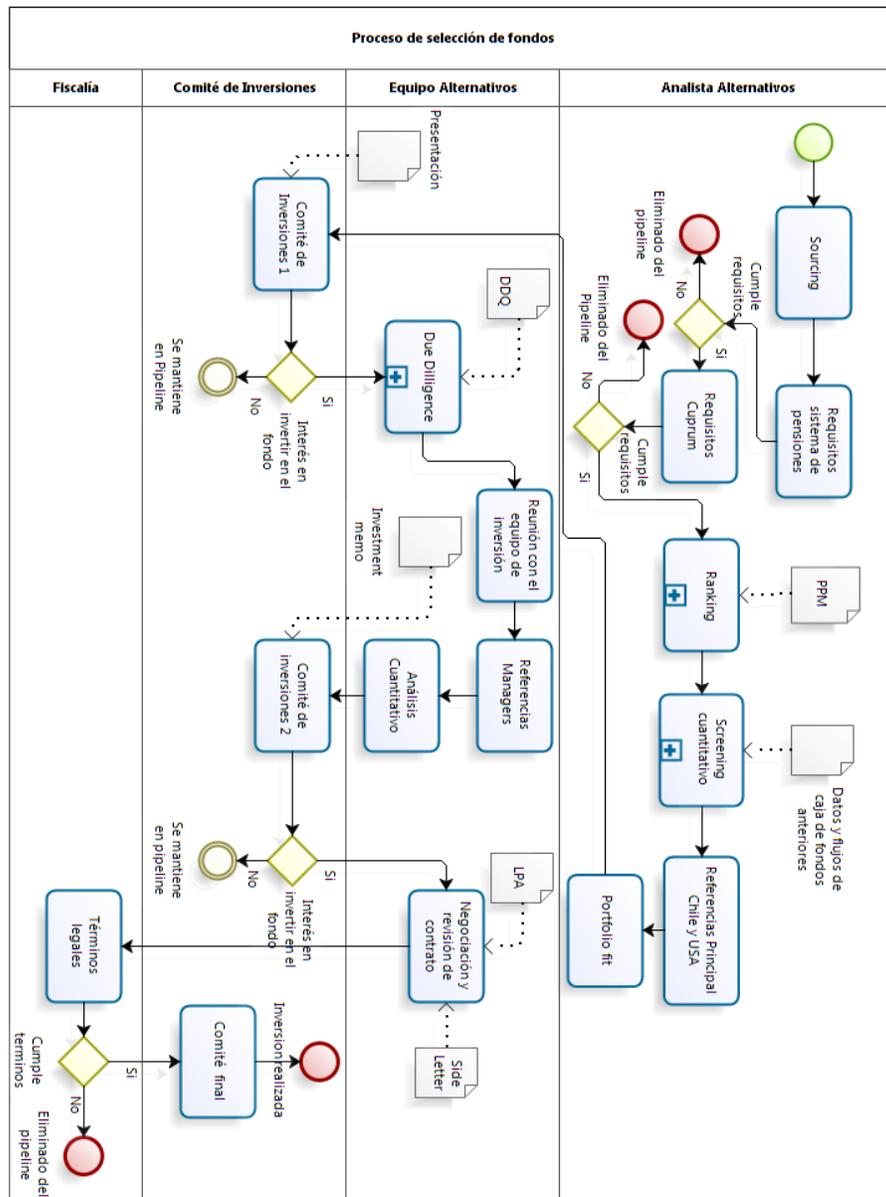
#### 5.3.1. Diseño del proceso de selección fondos

Como no existía un proceso definido de selección, se diseñó este usando como base lo descrito en los procesos de la bibliografía<sup>10</sup>. Los analizados procesos cuentan con especificaciones particulares que no aplican a la AFP y hay otras especificaciones que agregar, por las características del sistema de pensiones por lo que solamente se utilizaron como guía. La siguiente figura muestra el diagrama BPM del proceso de selección de fondos.

---

<sup>10</sup> Proceso de selección de fondos de Alignment capital, Consultora de los Creadores del ICM/PME, Austin Long y Craig Nickels [http://www.alignmentcapital.com/pdfs/charts/process\\_chart.pdf](http://www.alignmentcapital.com/pdfs/charts/process_chart.pdf)

Figura 11: Diagrama de selección de fondos



Descripción subprocesos exhibidos en la figura 11:

- **Sourcing:** Etapa en la cual se busca reconocer y abarcar la mayor cantidad de oportunidades de inversión. Para ello se utilizarán las presentadas por el proveedor de datos, en este caso Preqin y las expuestas por los distribuidores o *Placement Agents* del mercado.
- **Requisitos del sistema de pensiones:** El sistema cuenta con requisitos particulares que tienen que cumplir los fondos de pensiones, los fondos de inversión y los GP. Los requisitos que afectan el proceso de selección son:
  - o GP con 10 años de experiencia mínimo
  - o GP cuenta con al menos 1% del fondo
  - o Capital comprometido no puede superar el 0,5% del valor del fondo

- **Requisitos de AFP:** Los requisitos del sistema de pensiones son una base, pero la administradora cuenta con más requisitos que tienen que cumplir los fondos o GP's para que sean una oportunidad válida de inversión. Se aplican de manera de funcionar como el primer filtro y no dedicar tiempo de análisis a oportunidades que no cumplen condiciones básicas para el inversionista. Estos requisitos son:
  - o Solo se consideraran fondos de al menos \$USD 750 Mn.
  - o No se aceptarán fondos con inversiones en un solo país, a no ser que estos sean Estados Unidos, Inglaterra o Alemania.
  - o No se aceptarán fondos con foco en África y Medio Oriente.
  - o No se aceptarán fondos que desarrollen inversiones en solamente una industria.
  - o El GP debe contar con al menos un fondo realizado (aproximadamente 8 años) y uno invertido (al menos 4 años) con la misma estrategia y/o por el mismo equipo de inversión.
- **Ranking:** Se contactará a los GP para que estos envíen el PPM y la presentación comercial del fondo. En base a la información presentada en estos documentos, experiencia y relevancia del GP, relación con el GP de parte de la AFP y una primera revisión a los resultados (usando Preqin para corroborar la información en caso de que esté disponible) se desarrollará un ranking de las opciones de inversión. El ranking estará subdividido por las clases de activos utilizadas en la fase *Top-Down* y por semestre de cierre del fondo.
- **Screening cuantitativo:** Se solicitará a los GP información de sus inversiones por fondo, de los flujos por fondo, del equipo de inversión a lo largo de los fondos y la estructura de distribución del *Performance Fee*.
- **Referencias del mercado:** Se solicitarán referencias a Managers con los que se tenga una relación de mandato en el mercado privado y con los que se mantenga una relación comercial cercana.
- **Portfolio Fit:** Se realizará un primer análisis sobre cómo afectaría la inclusión en los fondos de la oportunidad de inversión. Se evaluará con respecto a los límites normativos y al *Strategic Asset Allocation*.
- **Comité de Inversiones 1:** En este comité se presentarán las oportunidades recopilando en una primera presentación una descripción general del fondo utilizando los 3 procesos anteriores. Los miembros de este comité serán:
  - o Gerente de Inversiones
  - o Gerente de Activos alternativos
  - o Jefe a cargo del análisis del fondo
- **Due Dilligence:** Evaluación a fondo de la propuesta de inversión basándose en 4 pilares. Los pilares son: Equipo gestor, Track Record, Estrategia de inversión y Términos e incentivos.
- **Reunión con el equipo gestor:** Es necesario que se realice una reunión con el equipo gestor, de preferencia en sus oficinas. Dadas las distancias geográficas, no es excluyente y esta se puede realizar en Chile en una etapa preliminar, cuando los fondos realizan sus presentaciones comerciales. El foco de esta reunión es conocer al equipo y la estrategia de inversión de este.
- **Referencias GP's:** Similar al subproceso anterior de referencias, se solicitarán referencias sobre la oportunidad de inversión a GP's con los que se mantiene una relación más cercana.

- **Análisis cuantitativo:** En este subproceso se realizará un análisis inversión por inversión de los fondos anteriores, analizando como agrega valor el fondo a cada empresa buscando validar el *Screening* cuantitativo anterior.
- **Comité de Inversiones 2:** En este comité se presentarán los fondos que hayan pasado el comité de inversiones 1, Presentando el *Investment Memo*, documento que resume la información de todo el proceso de selección. Los miembros de este comité serán:
  - o Gerente de Inversiones
  - o Gerente de Renta variable
  - o Gerente de Renta fija
  - o Gerente de Activos alternativos
- **Negociación y revisión de contratos:** Se solicitarán los documentos necesarios que no haya entregado el GP en los subprocesos anteriores, se negociarán las condiciones contractuales tales como: estructura de comisiones, cantidad de comisiones y cláusulas en casos particulares. Listado de documentos con los que tiene que contar la AFP para aprobar este subproceso son los presentes en el *checklist* del ILPA. Los documentos necesarios están el anexo VI.
- **Términos legales:** Un equipo legal asesor externo debe revisar y validar los documentos antes presentados
- **Comité de Inversiones final:** Comité encargado de tomar la decisión de cerrar el contrato. Evaluará todas las etapas anteriormente presentadas con foco en la estructura de costos, cláusulas contractuales y evaluación legal del fondo.

Habiendo diseñado el proceso de selección, y dado los alcances del trabajo, se desarrolló la etapa de *Screening* cuantitativo en mayor detalle. La decisión se tomó en base a los requerimientos del sponsor, el cual necesitaba métricas para seleccionar en etapas tempranas de análisis, buscando no desperdiciar tiempo en fondos que terminarían no siendo parte del portafolio.

### 5.3.2. Métricas para etapa de *Screening* cuantitativo.

Por la situación actual de información, y las características de los datos proporcionados por los GP's, primero se decidió generar una plantilla para solicitar la información en un formato particular. Para elegir qué información solicitar y en que formato, se estudiaron los datos de fondos anteriores entregados previamente a la AFP y otros facilitados por GP's con los que ya hay una relación comercial. Con el objetivo de obtener un nivel de granularidad suficiente y mantener la simplicidad de los datos, se decidió requerir las siguientes variables por inversión de cada fondo anterior.

**Tabla XII:** Variables requeridas por inversión de cada fondo anterior

Manager	Unrealized	Initial ownership %	Exit type
Fund	Net IRR	Initial equity invested %	Exit responsible team member
Report date	Investment country	LTM Sales at acquisition MM	LTM Sales Exit/Current date MM
Investment	Sector(GICS)	LTM EBITDA at acquisition MM	LTM EBITDA Exit/Current date MM
Date of investment	Sourcing team member	Net Debt at acquisition MM	Net debt Exit/Current date MM
Investment currency	Source	Enterprise value at acquisition	Enterprise value Exit/Current date MM
Called	Origin of investment	Status of Investment	ESG Policy Y/N
Distributed	N of Board members	Exit/Valuation date	

**Fuente:** Elaboración propia.

Con respecto a los flujos de caja, se pedirá el flujo para cada fondo anterior neto al LP, esto quiere decir descontando todos los costos de administración, legales y de *Carried interest*. La razón de solicitar los flujos con esas características es porque esa es la rentabilidad que percibirán los fondos de pensiones, por lo que es la variable que el inversionista busca maximizar considerando su riesgo.

Como se mencionó en el subproceso de *Due Dilligence*, el análisis se realiza sobre 4 pilares o áreas fundamentales, los datos que se requieren para el *Screening* van de la mano con los mismos focos de análisis. Por ello, además de la información anterior, que va enfocado en la estrategia y el *Track Record*, se solicita información sobre cómo se reparte el *Carried Interest* entre los miembros del equipo de inversión, estructura accionaria del GP e información general del equipo de inversión a lo largo del tiempo, tales como experiencia profesional, cargo actual, cargos anteriores, etc. De manera de generar una línea de tiempo del equipo de inversión y ver los cambios en este.

A continuación, se presentarán las métricas implementadas para que en el futuro se utilicen en el subproceso de *Screening* cuantitativo. Debido a que la AFP no cuenta con una base de datos unificada y considerable como para validar estas métricas mediante un backtest, se aplicaran las presentes en la bibliografía y más utilizadas en la industria.

La primera métrica que presentar consiste en la mostrada en el marco teórico, el índice de Hirschman-Herfindahl (HH). Es presentada por Cornelius (2011) muestra que menor o igual a 1800 en el valor de este índice es un valor positivo de diversificación. Si este supera 2500 ya se considera un fondo muy concentrado por industria por lo que sería negativo. Dadas las características de los fondos observados en general, tienden a invertir en menos países que en industrias por lo que los valores anteriores no cuentan específicamente para países, Cornerlius (2011) solamente aplica la variante a sector. La siguiente tabla muestra la aplicación de la métrica a 3 fondos anteriores suponiendo que se está analizando el fondo VII.

**Tabla XIII:** Índice HH por sector industrial

	<b>Fund I</b>	<b>Fund IV</b>	<b>Fund VI</b>
<b>HH Sector</b>	6262,54	2857,61	3087,80

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla XIV:** Índice HH por País

	<b>Fund I</b>	<b>Fund IV</b>	<b>Fund VI</b>
<b>HH Countries</b>	5075,99	2995,93	1909,49

**Fuente:** Elaboración propia

En Inside Private Equity (2009) mencionan la importancia de analizar las inversiones subyacentes de los fondos que terminan generando pérdidas, por ello proponen calcular un *Loss Ratio* para saber que porcentaje de las inversiones generan pérdidas. Se decidió profundizar en este ámbito de análisis y se generaron más métricas. Estas son conocer exactamente el monto invertido que genero perdidas (medido como  $TVPI < 1$ ) y la cantidad de perdidas, obtenidas como la diferencia necesaria para recuperar la inversión. La siguiente tabla muestra la aplicación a un fondo particular

**Tabla XV:** Loss ratio

<b>Fund X</b>	<b>N° de deals</b>	<b>Monto %</b>	<b>Monto MM</b>	<b>Perdidas</b>
<b>Loss ratio</b>	21,43%	14,91%	\$ 515	\$ 125

**Fuente:** Elaboración propia

Aplicando la métrica y evaluándola se decidió generar una prueba más acida, considerando el nivel alto de riesgo y los retornos esperados generalmente altos, se consideró una métrica muy suave el *Loss Ratio* aplicado en la Tabla XIV. Por lo que de manera complementaria se construyó un *Loss Ratio* para las inversiones que obtienen una IRR menor al 8%, se eligió esa cota porque sobre esta generalmente los fondos empiezan a cobrar el *Performance Fee*.

**Tabla XVI:** Loss ratio IRR 8%

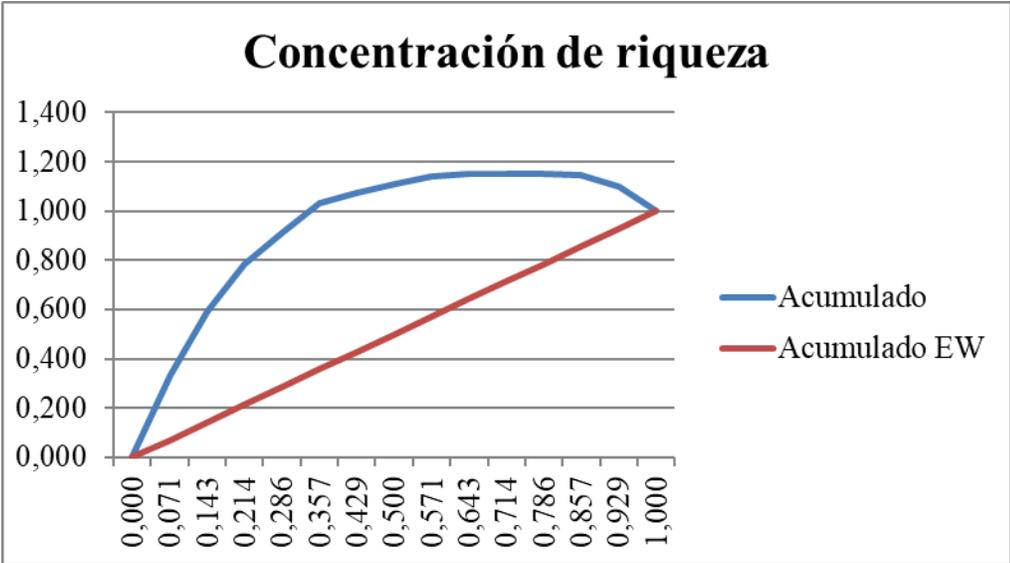
<b>Fund X</b>	<b>N° de deals</b>	<b>Monto</b>	<b>Monto MM</b>
<b>Loss ratio 8%</b>	38,46%	44,02%	\$ 1.521

**Fuente:** Elaboración propia

Siguiendo la misma línea, se busca analizar como crean riqueza los fondos. Para ello, se calculó la riqueza como la diferencia entre lo invertido con la suma de lo distribuido y el NAV de la empresa, obteniendo el valor de riqueza que creó esa inversión. Utilizando este valor para cada inversión

subyacente de cada fondo se generaron 2 gráficos para medir la concentración de riqueza. La figura presentada a continuación muestra como un fondo crea y destruye riqueza, la curva roja representa el escenario ideal en que todas las inversiones generan la misma cantidad de riqueza, ideal desde un punto de vista de concentración. En tanto, la curva azul muestra el comportamiento real del fondo. Para el gráfico presentado se puede observar que el 21% de las inversiones generan el 78% de la riqueza del fondo, mientras un 19% solamente destruye riqueza.

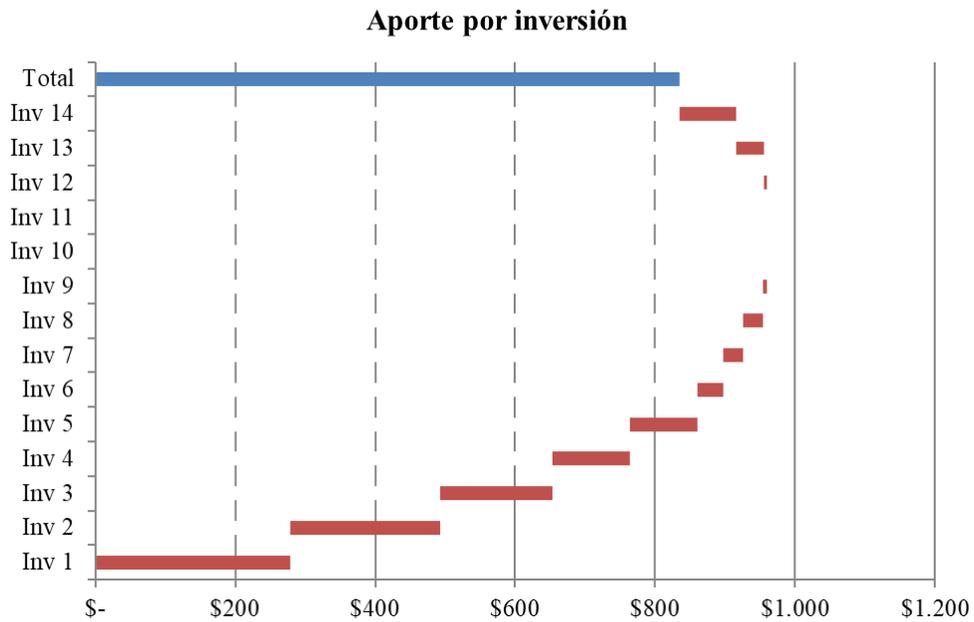
Figura 12: Concentración de riqueza de un fondo



Fuente: Elaboración propia, Basado en propuesta presentada en Inside Private Equity (2009).

Además, se generó otra vista similar que separa por inversión la riqueza total del fondo, especificando que inversiones crean o destruyen riqueza y en que magnitud.

**Figura 13:** Riqueza que aporta cada inversión a un fondo



**Fuente:** Elaboración propia

Las métricas básicas que presentan los fondos cuando buscan capital son las que se presentan a continuación, se recomienda recalculas estas métricas debido a que los fondos tienden a calcularlas de forma de que se vean más atractivas para el inversionista. Por lo anterior se genera la plantilla para recalculas y además se agrega la duración del fondo. Como se explicó en el marco teórico, la duración sirve para relacionar la IRR y el TVPI.

**Tabla XVII:** Métricas básicas

<b>RVPI</b>	0,325
<b>DPI</b>	1,824
<b>IRR</b>	18,65%
<b>Multiplo-TVPI</b>	2,150
<b>Duration</b>	4,475

**Fuente:** Elaboración propia

La diferencia que puede generar medir solo la IRR o el TVPI y la relevancia de la duración para comparar estas, se muestra en la siguiente tabla presentada en Inside Private Equity (2009).

**Tabla XVIII:** Explicación Duración Inside Private Equity (2009)

<b>Año</b>	<b>Fund A</b>	<b>Fund B</b>	<b>Fund C</b>	<b>Fund D</b>
1	-10	-50	-50	-50
2	12	10	0	0
3	-10	10	0	0
4	12	10	0	0
5	-10	10	0	0
6	12	10	0	0
7	-10	10	0	0
8	12	10	0	0
9	-10	10	0	0
10	12	60	258	85
IRR	20%	20%	20%	6%
TVPI	1,2	2,8	5,16	1,7
Duration	1	5,7	9	9

**Fuente:** Inside Private Equity (2009)

Como se puede observar, los fondos A, B y C tienen la misma IRR, pero su TVPI y duración varían considerablemente. De la misma forma, los fondos C y D tienen la misma duración, pero su TVPI y IRR tienen diferencias significativas. Por ello es por lo que es necesario considerar las 3 métricas simultáneamente. Bass, Turetsky y Griffiths calculan la duración agregada para distintas clases de alternativos a través de distintos *Vintage Year*. En su estudio muestran que en promedio la Duración de los fondos de *Buyout* es de 4,34 años, lo que concuerda con el periodo que los GP pronostican mantener las compañías en su poder. Por lo anterior, y comparando a través de los distintos *Vintage Year*, se espera que el valor de la duración sea similar a 4 años y en un rango entre 3 y 5 como máximo.

Finalmente, la métrica más utilizada para comparar entre fondos y especialmente un fondo con el mercado líquido correspondiente, es el PME. En la industria existen 5 variantes del PME que buscan solucionar la misma problemática. Stucke, Griffiths y Charles (2014) presentan una tabla con las ventajas y desventajas de estas, y argumentan de porque el Direct Alpha es el PME que mejor soluciona el problema.

**Tabla XIX:** Fortalezas y debilidades de cada PME

	<b>Autores</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Debilidades</b>
<b>ICM/PME</b>	Long y Nickels	Aproach intuitivo	No siempre definido, sin solución exacta. IRR spread puede estar sesgado, es sensible a la madurez del fondo y a valores terminales
<b>KS-PME</b>	Kaplan y Schoar	Método formalmente correcto, siempre definido	No es una medida anual
<b>PME+</b>	Rouvinez	Liquida portafolio de referencia, valores residuales idénticos	Sensible a errores de precio, sin solución exacta. IRR spreads inflados/desinflados
<b>mPME</b>	Cambridge Associates	Liquida portafolio de referencia	No siempre definido, sin solución exacta. IRR spread puede estar sesgado, es sensible a la madurez del fondo y a valores terminales

**Fuente:** Traducción de Stucke, Griffiths y Charles (2014)

Como se puede observar en la Tabla XVIII, la gran problemática del KS-PME es que no es una medida anual, o un símil a una IRR. Los creadores del Direct Alpha toman como base la formulación del KS-PME y construyen el alfa que genera el fondo, en formato de tasa anual. Por ello es un método formalmente correcto, y no es una aproximación como lo son los IRR spreads generados con los otros PME.

Se estudió una encuesta realizada por eVestments, proveedores de soluciones para realizar análisis del mercado privado. Ellos muestran que, entre los inversionistas institucionales, el 72% utiliza algún PME en su análisis, además un 52% menciona que va a aumentar su uso mientras un 45% lo va a mantener. Por lo que se puede concluir de esta encuesta, es que el uso del PME está creciendo como estándar de mercado. Asimismo, preguntan cuál de las variantes del PME más utilizan, el de mayor uso es el KS-PME con un 48% mientras el Direct Alpha está tercero con un 35%, considerando que este último es el que menos tiempo lleva disponible. Por todos los argumentos presentados en los 2 párrafos anteriores se decidió calcular 3 de las variantes. Las elegidas son las siguientes: LN-PME, KS-PME y Direct Alpha. La elección de las 3 va de la mano con la simpleza de las métricas y de los cálculos en común que tienen, para más detalles ver marco teórico. A continuación, se presenta una tabla con los resultados de la plantilla aplicados a un fondo.

**Tabla XX:** Calculo de PME

<b>Índice</b>	<b>MSCI Europe Small Cap</b>
<b>Direct Alpha</b>	6,62%
<b>KS PME</b>	1,357
<b>Duration</b>	4,764
<b>KS PME DPI</b>	1,174

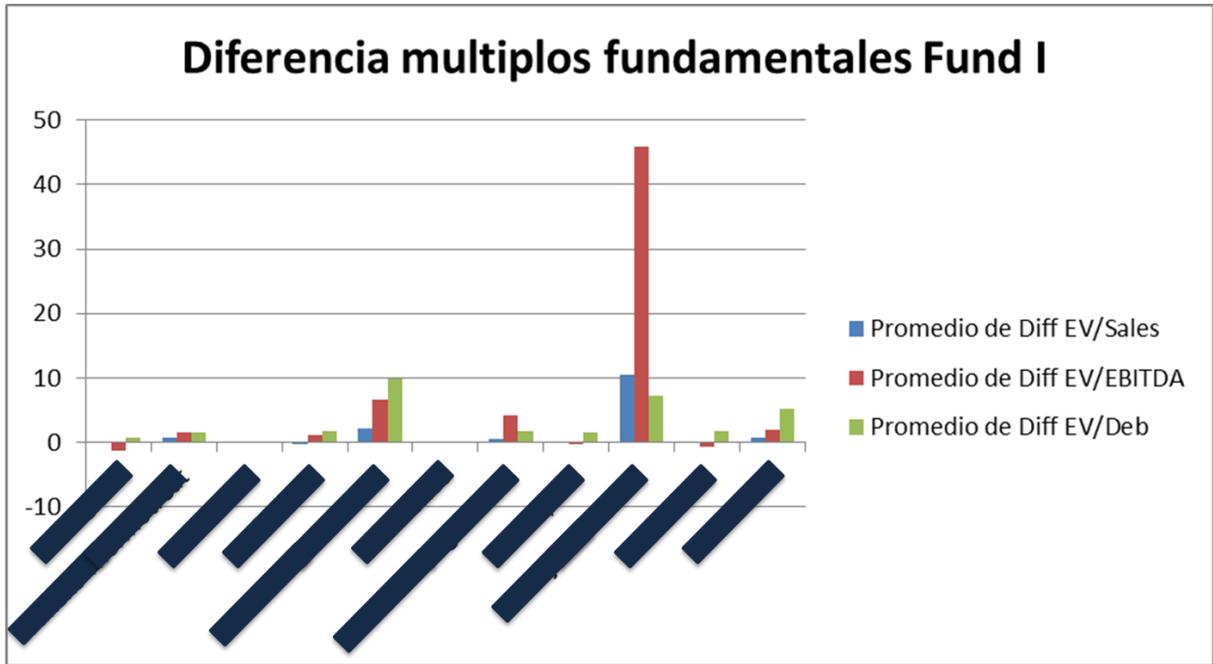
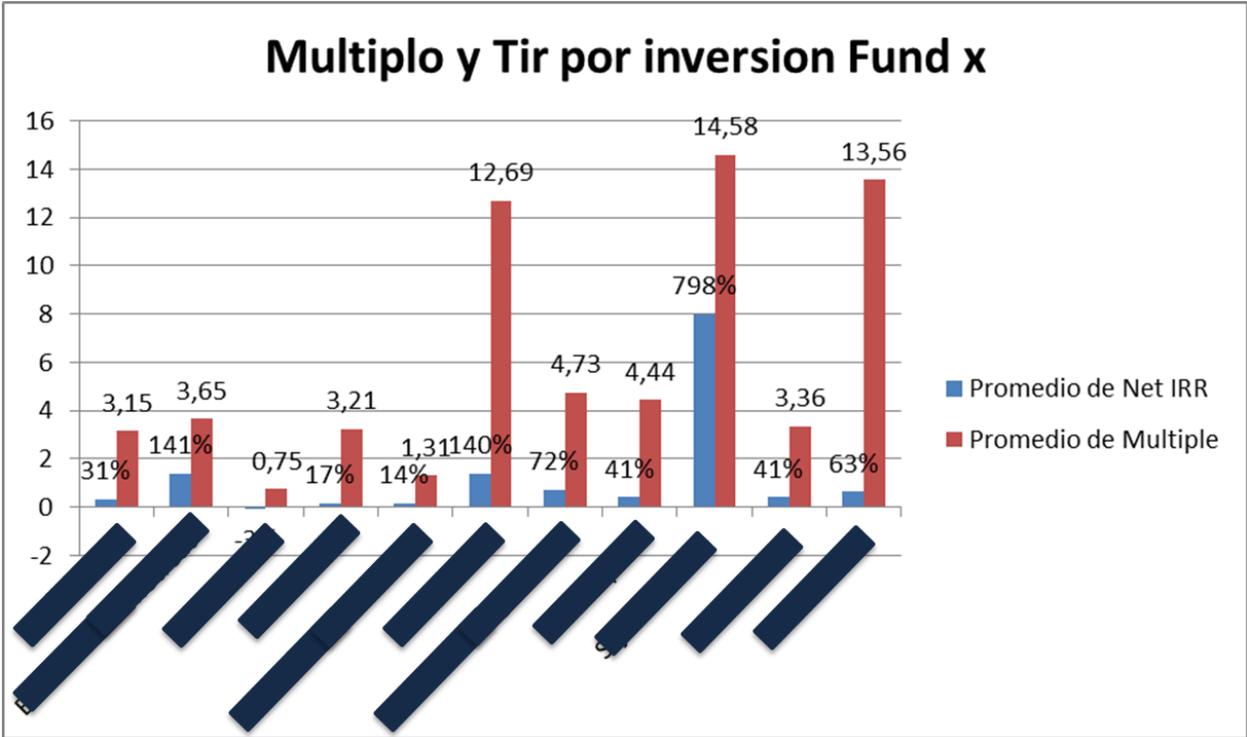
  

<b>LN PME</b>	12,74%
<b>IRR spread</b>	5,92%

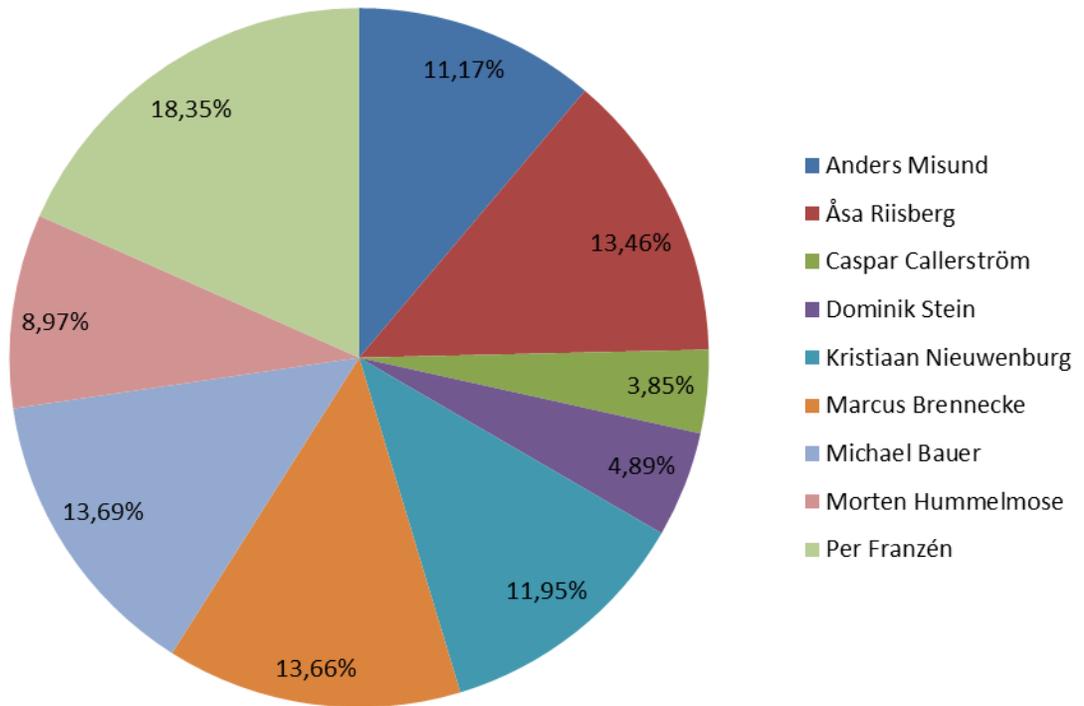
**Fuente:** Elaboración Propia utilizando Índice MSCI Europe Small Cap representativo del mercado líquido del fondo analizado de ejemplo.

Es fundamental escoger un índice representativo del mercado líquido. Por ello se recomienda utilizar los índices de MSCI por zona geográfica del fondo y luego comparar el tamaño de las empresas en los que invierte el vehículo para encontrar dentro de la zona geográfica el índice que más se asemeje.

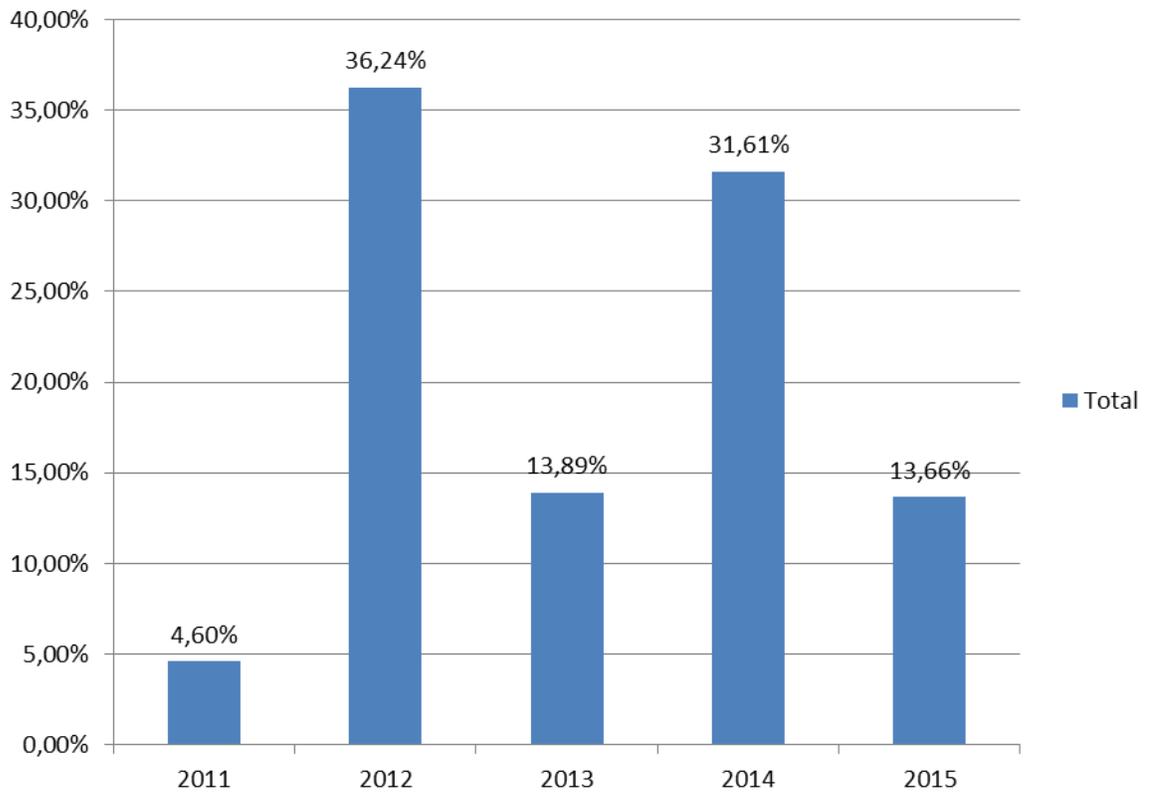
Al inicio de esta sección, se presentó la estructura de los datos que se van a requerir a los fondos para realizar este subproceso. Además de generar las métricas y gráficos antes mencionados, cuando se diseñó su estructura, se buscó que fuera maleable para generar tablas y gráficos dinámicos con los que se pueda caracterizar el fondo y analizarlo en detalles. Evaluar si siguen la Estrategia que presentan y niveles de concentración, ya sea por integrante del Equipo, Industria o País. También se puede analizar como crean valor los fondos en cada inversión. Fraser-Sampson (2007) presenta las distintas prácticas que siguen para generar riqueza. Las principales son: Crecimiento de beneficios, Efecto apalancamiento y Arbitraje de múltiplos. Utilizando la información presentada al inicio se pueden crear gráficos como los presentados a continuación, pero al ser gráficos dinámicos, las combinaciones de variables a estudiar y el nivel de granularidad genera que sean una muestra pequeña de las posibilidades.



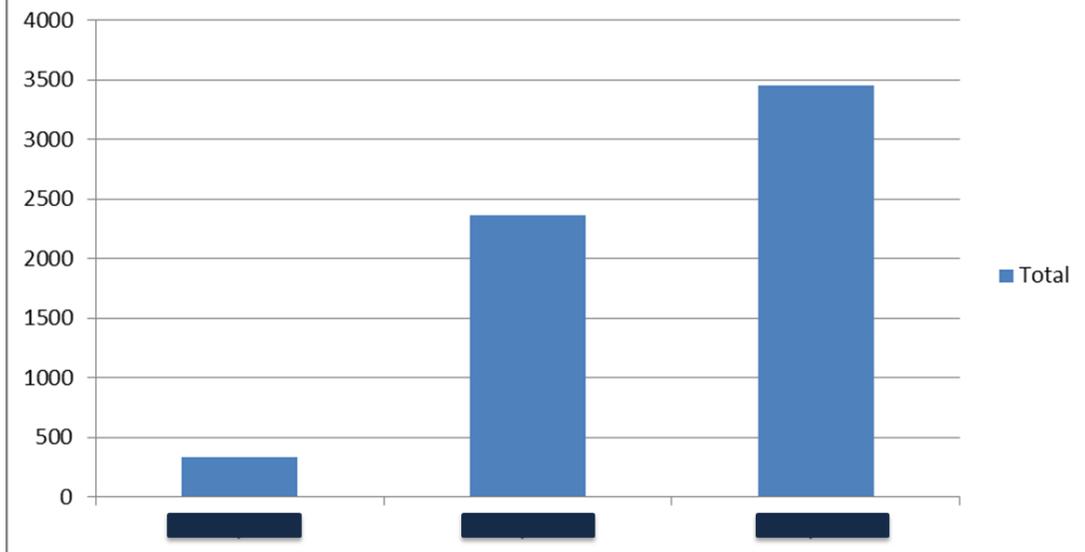
## Exit member Fund X

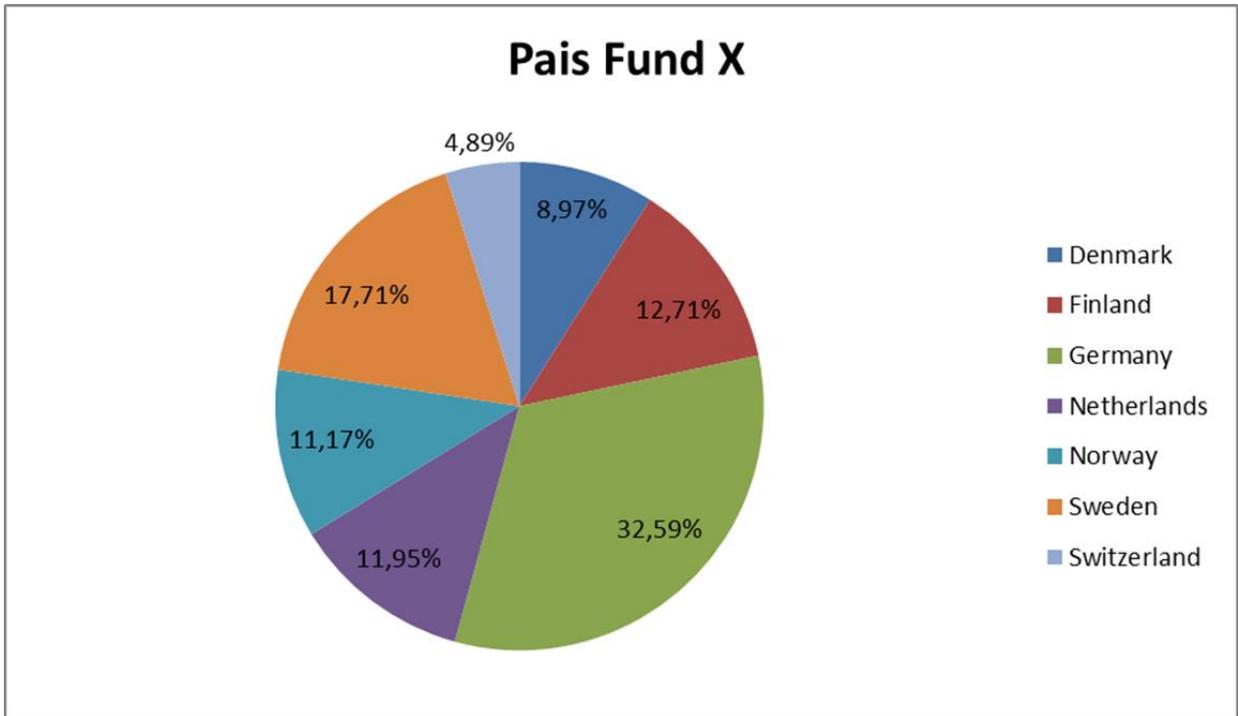
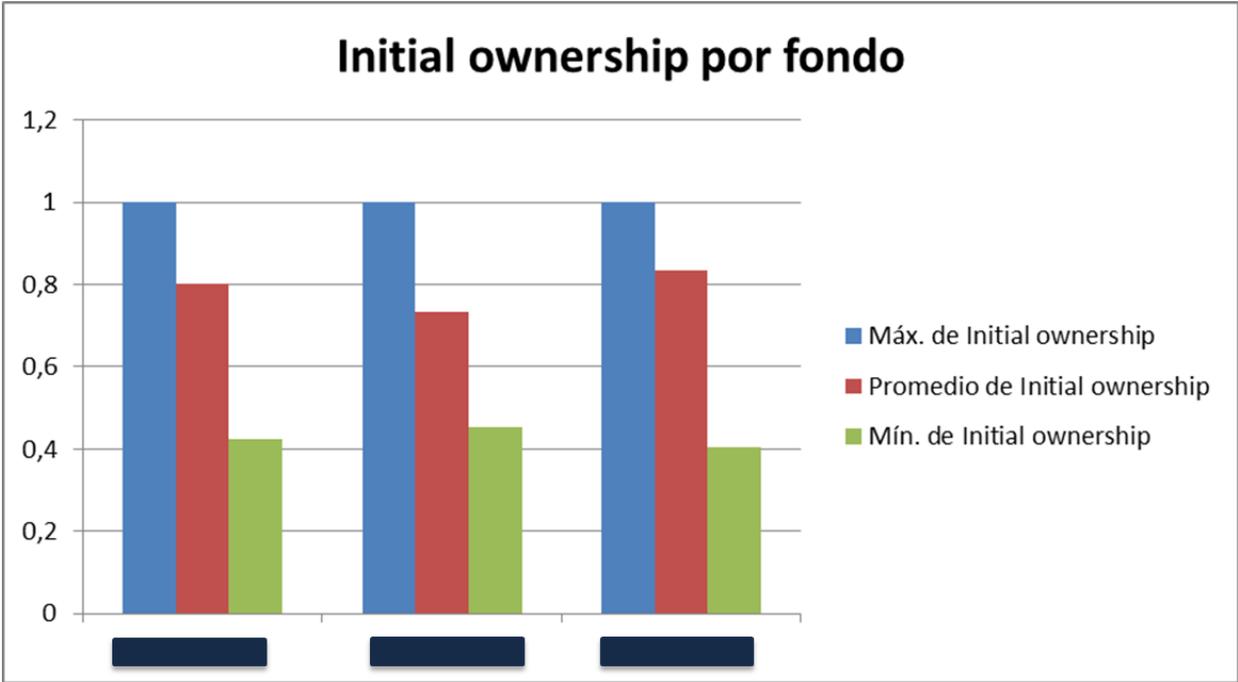


## Porcentaje de inversiones por Vintage year Fund X



## Capital llamado por fondo





## 6. Conclusión

En el presente trabajo se desarrolló el diseño de un programa de inversión en activos alternativos para una Administradora de Fondos de Pensiones, en busca de obtener un portafolio que se ajuste a las necesidades de retorno, riesgo y diversificación de la compañía. Debido a la etapa de desarrollo en que se encontraban las AFP al inicio de este trabajo, el foco se fijó en 2 puntos, desarrollar un modelo de *Asset Allocation* y diseñar el proceso de selección de fondos.

Para lograr los puntos mencionados anteriormente, se aplicó una metodología que abarca cada punto anterior en una fase. La primera, desarrollada con la misión de diversificar según ciertos parámetros de los activos como Estrategia, Geografía, Vintage Year, Industria y Tamaño del fondo. La segunda, busca seleccionar las mejores oportunidades de inversión a través de un embudo de selección. Finalmente, habiendo aplicado la metodología, se concluye que se generaron herramientas satisfactorias para desarrollar un portafolio acorde a las necesidades del inversionista según rentabilidad, diversificación y riesgo.

En primer lugar, se seleccionó las clases de activos a incluir en el modelo. Para ello, se consideró las clases utilizadas por la industria y la información disponible entregada por los proveedores de información. Luego, se aplicó un ajuste a las series de retornos con el objetivo de solucionar el efecto de retraso en los precios, para ello se aplicaron 4 variantes de un modelo y se seleccionó la que entregaba resultados más robustos. Finalmente, siguiendo la metodología, se implementó un modelo de Black-Litterman para realizar el *Asset Allocation*. Se analizaron 2 variantes del modelo y 3 de estimación de la matriz Varianza-Covarianza, escogiendo el modelo de estimación de matriz Varianza-Covarianza RMT y la variante de Idzorec. En conclusión, se aplicó un ajuste a las series para mostrar el riesgo real de la clase de activo, y luego, se implementó un modelo de portafolio eficiente con el fin de maximizar según riesgo/retorno la cartera.

Con respecto a la segunda fase del trabajo, se diseñó el proceso de selección de activos, basándose en los procesos de actores relevantes del mercado, considerando las particularidades del sistema de pensiones chileno y aplicando los estándares internacionales. De la mano con el diseño del proceso, se definieron los documentos legales necesarios para aprobar una inversión, la información necesaria a requerir y las etapas de análisis que tiene que cumplir un activo para que sea aprobado. La principal misión del proceso anterior es mitigar riesgos asociados a la clase de activo y al mercado privado particularmente, seleccionando los mejores prospectos de inversión funcionando como embudo, debido al tiempo de análisis que requiere pasar el proceso completo. Después, se desarrolló un conjunto de métricas con el fin de caracterizar a la futura inversión y seleccionar en etapas tempranas de análisis, para no desperdiciar horas hombres en análisis de oportunidades que no cumplen ciertos estándares. Las métricas que se implementaron buscaban medir la efectividad de los managers, más allá de la rentabilidad y la concentración de sus inversiones, para comprender su nivel de diversificación y efectividad.

En resumen, con las herramientas implementadas, se logra diversificar por las 5 variables principales que afectan a los alternativos, las cuales son Estrategia, Geografía, Vintage Year, Tamaño del fondo y Foco industrial. Además, se muestra el desempeño de los fondos anteriores con respecto a sus comparables líquidos e ilíquidos caracterizando a la oportunidad de inversión desde distintos puntos de vista.

Finalmente, a modo de recomendación para las AFP y para trabajos futuros relacionados al tema, se sugiere enfocarse en herramientas para administrar 2 de sus mayores problemáticas, el manejo de la liquidez y el pronóstico de flujos de caja del programa. Para ello se recomienda iniciar con la base que utiliza la industria, el Endowment Model o Yale Model desarrollado por Takahashi y Alexander (2001). Luego se pueden estudiar modelos más sofisticados como los desarrollados por Buchner, Kaserer y Wagner (2009) o Furenstam y Forsell (2018) los cuales agregan componentes estocásticos y procesos de difusión de tasas. Con respecto al desarrollo de estos, los principales proveedores de soluciones tecnológicas cuentan con sus modelos particulares. Entre los proveedores destacan eVestments, Peracs y Cobalt, además de los evaluados como proveedores de datos. Debido a las características del mercado, los principales *Asset Managers* de fondos secundarios o fondos de fondos cuentan con modelos propios e información única, por lo que se recomienda aprovechar, si existe alguna relación con estos, todos los servicios de este tipo que ofrezcan adheridos a su oferta de valor.

## 7. Bibliografía

- CORNELIUS, P. International Investment in Private Equity. Asset Allocation, Markets and industry structure. 2011, ELSEVIER.
- MARTHONET, P. and MEYER, T. J-curve Exposure, Managing a Portfolio of Venture Capital and Private Equity Funds. 2007. WILEY.
- MASTERING ILIQUIDITY, RISK MANAGMENTE FOR PORTFOLIOS OF LIMITED PARTNERSHIP FUNDS. 2013.By Peter Cornelius “et al”. WILEY
- FRASER-SAMPSON, G. Private Equity as an asset class. 2007. WILEY
- CAIA LEVEL I An Introduction to Core Topics in Alternative Investments. 2da Edicion. 2012, USA.
- CAIA LEVEL II Advanced core topics in Alternative Investments. 2da Edicion. 2012, USA.
- INSIDE PRIVATE EQUITY the Professional Investor’s Handbook. 2009. By Austin M. Long III “et al”. WILEY
- TALMOR, E. and VASVARI, F. International private equity. 2011. WILEY.
- BLACK, F. and. LITTERMAN, R.1992, Global Portfolio Optimization, Financial Analysts Journal 48 (5), 28-43
- IDZOREK, T. A step by step guide to the Black-Litterman model, Incorporating user-specified confidence levels. 2005. Ibbotson Associates
- WALTERS, J. Black-Litterman model in detail. 2014.
- DIMSON, E. 1979. Risk measurement when shares are subject to infrequent trading. Journal of Financial Economics (7) 197-226. London Business School
- LIN, J. Direct Estimation of Factor Exposures from Appraisal Returns. 2017.
- LEDOIT, O and WOLF, M. 2004. A well-conditioned estimator for large-dimensional covariance matrices. Anderson Graduate School of Management, UCLA, USA.
- BOUCHAD, J and POTTERS, M. 2009. Financial Applications of Random Matrix Theory: a short review. Science & Finance, Capital Fund Management, 6 Bd Haussmann, 75009 Paris France.
- MACIAS, O. 2017. Activos alternativos: una nueva opción de inversión para los fondos de pensiones. En: SEMINARIO INVERSIÓN en Activos Alternativos: Oportunidades y Desafíos para los Fondos de Pensiones. Santiago de Chile. Superintendencia de pensiones y Icare. 31 pp.
- ANSON, M. 2016. Asset allocation with private equity. The journal of investment consulting.
- NAMA, Y and LOWE, A. 2013. Due-Dilligence of private equity funds: A practice based view. Aston Business School. 48 pp.
- CORNELIUS, P and DE VEER, R. 2015. White paper: Constructing private equity portfolios.

REGIMEN DE INVERSIÓN de los fondos de pensiones. Superintendencia de pensiones. 1 de noviembre del 2017. [https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/articles-12678\\_recurso\\_1.pdf](https://www.spensiones.cl/portal/institucional/594/articles-12678_recurso_1.pdf) [consulta 10 abril 2018]

ANNUAL SURVEY of Large Pension Funds and Public Pension Reserve Funds: report on pension funds long-term investments. 2015. OECD. < <http://www.oecd.org/daf/fin/private-pensions/2015-Large-Pension-Funds-Survey.pdf> > [consulta 10 abril 2018]

GLOBAL ALTERNATIVES survey. 2017. Willis Towers Watson. < <https://www.willistowerswatson.com/-/media/WTW/PDF/Insights/2017/07/Global-Alternatives-Survey-2017-Final.pdf> > [consulta 10 de abril 2018]

GLOBAL PENSION asset study. 2017. Willis Towers Watson. < <https://www.willistowerswatson.com/-/media/WTW/PDF/Insights/2017/01/global-pensions-asset-study-2017.pdf> > [consulta 10 abril 2018]

CONROY, R and HARRIS, R. 2007. How Good are Private Equity Returns? Journal of applied corporate finance 3 (19) 96-108 pp. Morgan Stanley.

KAPLAN, S and LERNER, J. 2016. Venture Capital Data: Opportunities and Challenges. 27pp.

STEP STONE A Guide to Private Markets Benchmark Providers. 2015.

KAPLAN, S and SCHOAR, A. 2005. Private Equity Performance: Returns, Persistence, and Capital Flows. Journal of Finance 60, 4, 1791-1823

LONG, A and NICKELS, C. 1996. A Private Investment Benchmark, Working Paper.

GREDIL, O, GRIFFITHS, B and STUCKE, R. 2014. Benchmarking Private Equity - Public Market Equivalent & Direct Alpha, Working Paper.

STUCKE, R, GRIFFITHS, B and CHARLES, I. 2014. An ABC of PME, Landmark Partners Private Equity Brief. Working Paper.

BASS, C, TURETSKY, A and GRIFFITHS, B. 2018. It's About Time: Duration Matters, Landmark Partners Private Equity Brief. Working Paper.

TAKAHASHI, D and ALEXANDER, S. 2001. Illiquid Alternative Asset Fund Modeling, Yale International Center for Finance

BUCHNER, A, KASERER, C and WAGNER, N. 2009. Modeling the Cash Flow Dynamics of Private Equity Funds – Theory and Empirical Evidence. Technical University of Munich, Center of Private Equity Research (CEPRES) and Center for Entrepreneurial and Financial Studies (CEFS).

FURENSTAM, E and FORSELL, J. 2018. Cash Flow Simulation in Private Equity An evaluation and comparison of two models. UMEA University Master thesis.



## 8. Anexos

### 8.1. Anexo I: Correlación entre índices alternativos y sus respectivos indicadores de mercado

**Tabla XXI:** Índice de Private Debt e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente

	<b>Barclays Global High Yield</b>	<b>Barclays U.S. Corporate High Yield</b>	<b>Barclays U.S. High Yield - 2% Issuer Cap</b>	<b>Global Distressed Private Equity Index</b>
<b>Barclays Global High Yield</b>	1	0,984	0,983	0,854
<b>Barclays U.S. Corporate High Yield</b>	0,984	1	0,9996	0,858
<b>Barclays U.S. High Yield - 2% Issuer Cap</b>	0,983	0,9996	1	0,852
<b>Global Distressed Private Equity</b>	0,854	0,858	0,852	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicador entregado por Preqin para Private Debt e indicadores de Barclays utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

**Tabla XXII : Índices de Private Equity de North-America Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.**

	MSCI USA Smid Cap	MSCI USA IMI	MSCI USA Mid Cap	MSCI USA	MSCI USA Small Cap	North America- focused Mid Buyout Index	North America- focused Large Buyout Index
<b>MSCI USA Smid Cap</b>	1	0,978	0,993	0,967	0,99	0,672	0,695
<b>MSCI USA IMI</b>	0,978	1	0,979	0,999	0,96	0,69	0,73
<b>MSCI USA Mid Cap</b>	0,993	0,979	1	0,972	0,969	0,696	0,716
<b>MSCI USA</b>	0,967	0,999	0,972	1	0,944	0,693	0,737
<b>MSCI USA Small Cap</b>	0,99	0,96	0,969	0,944	1	0,634	0,652
<b>North America- focused Mid Buyout Index</b>	0,672	0,69	0,696	0,693	0,634	1	0,885
<b>North America- focused Large Buyout Index</b>	0,695	0,73	0,716	0,737	0,652	0,885	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicadores entregados por Preqin para USA Mid y Large Buyout e indicadores de MSCI utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

**Tabla XXIII:** Índices de Private Equity de Europa Mid y Large Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.

	MSCI Europe Small Cap	MSCI Europe Mid Cap	MSCI Europe	MSCI Europe Smid Cap	MSCI Europe IMI	Europe-focused Mid Buyout Index	Europe-focused Large Buyout Index
<b>MSCI Europe Small Cap</b>	1	0,987	0,954	0,995	0,964	0,543	0,454
<b>MSCI Europe Mid Cap</b>	0,987	1	0,981	0,998	0,987	0,588	0,531
<b>MSCI Europe</b>	0,954	0,981	1	0,973	0,999	0,613	0,566
<b>MSCI Europe Smid Cap</b>	0,995	0,998	0,973	1	0,98	0,574	0,504
<b>MSCI Europe IMI</b>	0,964	0,987	0,999	0,98	1	0,609	0,559
<b>Europe-focused Mid Buyout Index</b>	0,543	0,588	0,613	0,574	0,609	1	0,578
<b>Europe-focused Large Buyout Index</b>	0,454	0,531	0,566	0,504	0,559	0,578	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicadores entregados por Preqin para Europe Mid y Large Buyout e indicadores de MSCI utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

**Tabla XXIV:** Índice de Private Equity de Asia y el resto del mundo e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.

	<b>MSCI Emerging Markets</b>	<b>MSCI EM Small Cap</b>	<b>MSCI EM Smid Cap</b>	<b>MSCI EM IMI</b>	<b>MSCI EM Mid Cap</b>	<b>ROW and Asia-focused Buyout Index</b>
<b>MSCI Emerging Markets</b>	1	0,961	0,977	0,999	0,985	0,725
<b>MSCI EM Small Cap</b>	0,961	1	0,996	0,97	0,985	0,667
<b>MSCI EM Smid Cap</b>	0,977	0,996	1	0,983	0,996	0,68
<b>MSCI EM IMI</b>	0,999	0,97	0,983	1	0,989	0,723
<b>MSCI EM Mid Cap</b>	0,985	0,985	0,996	0,989	1	0,688
<b>ROW and Asia-focused Buyout Index</b>	0,725	0,667	0,68	0,723	0,688	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicador entregado por Preqin para Asia y resto del mundo Buyout e indicadores de MSCI utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

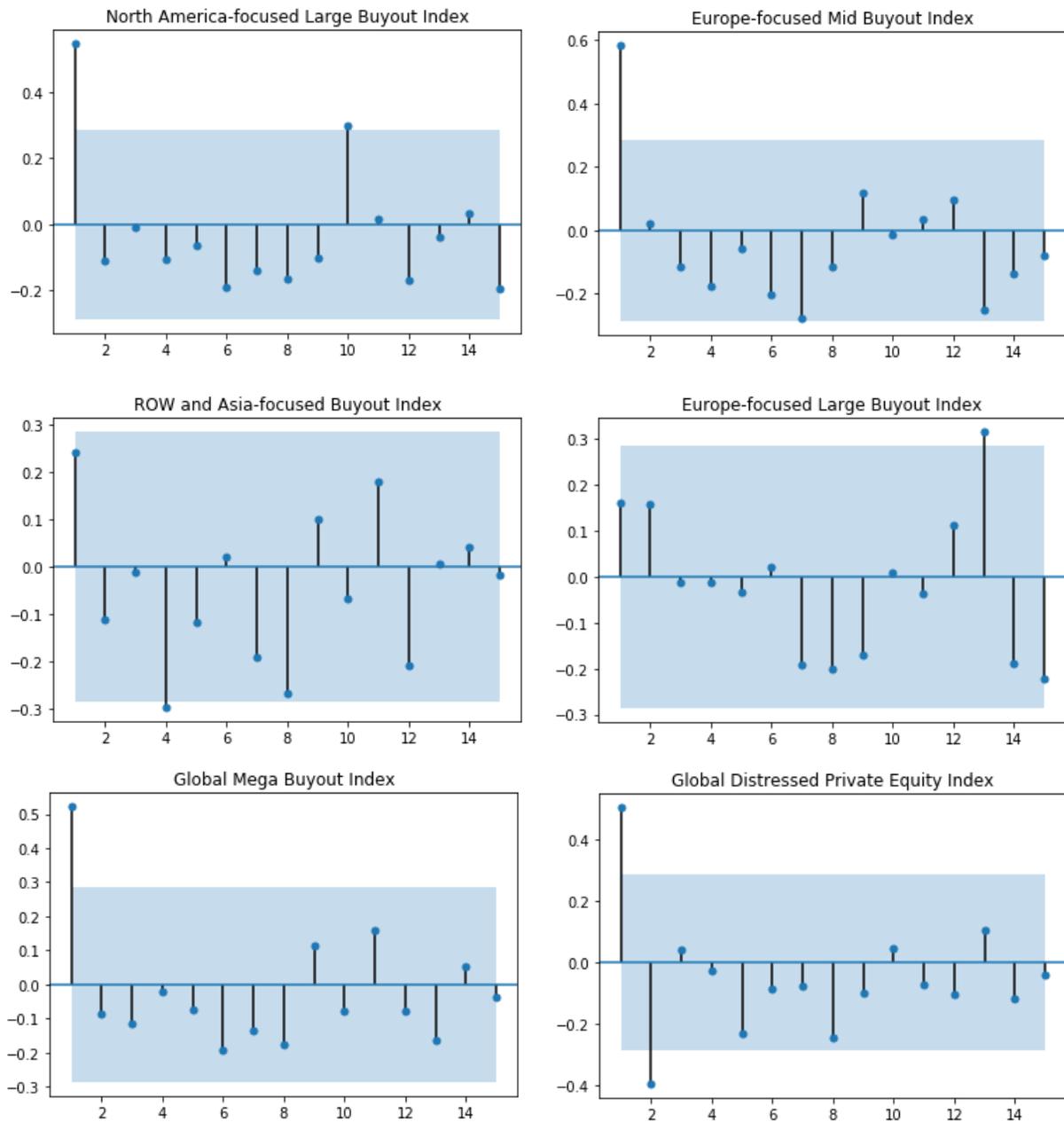
**Tabla XXV:** Índice de Private Equity Global Mega Buyout e indicadores representativos del mercado líquido correspondiente.

	MSCI World Index	MSCI World Mid Cap	MSCI World Small Cap	MSCI World Large Cap	MSCI AC World	MSCI AC World Large Cap	MSCI AC World Mid Cap	MSCI AC World Small Cap	Global Mega Buyout Index
MSCI World Index	1	0,988	0,968	0,999	0,998	0,997	0,987	0,974	0,788
MSCI World Mid Cap	0,988	1	0,986	0,981	0,987	0,982	0,998	0,989	0,788
MSCI World Small Cap	0,968	0,986	1	0,96	0,966	0,959	0,982	0,996	0,75
MSCI World Large Cap	0,999	0,981	0,96	1	0,996	0,998	0,98	0,967	0,784
MSCI AC World	0,998	0,987	0,966	0,996	1	0,999	0,99	0,977	0,788
MSCI AC World Large Cap	0,997	0,982	0,959	0,998	0,999	1	0,985	0,97	0,784
MSCI AC World Mid Cap	0,987	0,998	0,982	0,98	0,99	0,985	1	0,99	0,786
MSCI AC World Small Cap	0,974	0,989	0,996	0,967	0,977	0,97	0,99	1	0,757
Global Mega Buyout Index	0,7877	0,788	0,75	0,784	0,7875	0,784	0,786	0,757	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicador entregado por Preqin para Global Mega Buyout e indicadores de MSCI utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

## 8.2. Anexo II: Gráficos de Auto correlación parcial para Índices de alternativos (PACF)

**Figura 14:** Auto correlación parcial (PACF) para los 6 índices restantes representativos de las clases seleccionadas



**Fuente:** Elaboración propia en base a indicadores entregado por Preqin utilizando retornos trimestrales entre 30/12/2005 y 29/09/2017.

### 8.3. Anexo III: Ajuste Stale Price

**Tabla XXVI:** Regresión Beta de Dimson 8 rezagos retornos mensuales North-America Mid-Buyout Varianza no-robusta

<b>Dep. Variable</b>	y	<b>R-squared</b>	0,782
<b>Model</b>	OLS	<b>Adj, R-squared</b>	0,729
<b>Method</b>	Least Squares	<b>F-statistic</b>	14,74
<b>Date</b>	Wed, 16 May 2018	<b>Prob (F-statistic)</b>	8,97E-10
<b>Time</b>	12:04:57	<b>Log-Likelihood</b>	135,18
<b>No. Observations</b>	47	<b>AIC</b>	-250,4
<b>Df Residuals</b>	37	<b>BIC</b>	-231,8
<b>Df Model</b>	9		
<b>Covariance Type</b>	nonrobust		

	<b>Coef</b>	<b>Std Error</b>	<b>T</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[0,025</b>	<b>0,975]</b>
<b>const</b>	0,0189	0,002	7.988	0	0,014	0,024
<b>1</b>	0,0905	0,055	1.655	0,106	-0,02	0,201
<b>2</b>	0,2357	0,064	3.670	0,001	0,106	0,366
<b>3</b>	0,3085	0,044	6.960	0	0,219	0,398
<b>4</b>	0,1738	0,056	3.115	0,004	0,061	0,287
<b>5</b>	0,1071	0,067	1.598	0,118	-0,029	0,243
<b>6</b>	0,0329	0,041	0,804	0,427	-0,05	0,116
<b>7</b>	-0,0033	0,06	-0,055	0,956	-0,124	0,118
<b>8</b>	0,1495	0,062	2.418	0,021	0,024	0,275
<b>9</b>	0,1204	0,042	2.875	0,007	0,036	0,205

<b>Omnibus</b>	0,434	<b>Durbin-Watson</b>	1,839
<b>Prob(Omnibus)</b>	0,805	<b>Jarque-Bera</b>	0,576
<b>Skew</b>	-0,042	<b>Prob(JB)</b>	0,75
<b>Kurtosis</b>	2	<b>Cond. No.</b>	35,4

**Fuente:** Elaboración propia, regresión lineal OLS utilizando retornos trimestrales de North America Mid-Buyout como variable independiente y retornos mensuales de MSCI USA Mid Cap con 8 rezagos como variables independientes.

**Tabla XXVII:** Regresión Beta de Dimson 8 rezagos retornos mensuales North America Mid-Buyout Varianza Robusta estimador HAC

<b>Dep. Variable</b>	y	<b>R-squared</b>	0,782
<b>Model</b>	OLS	<b>Adj. R-squared</b>	0,729
<b>Method</b>	Least Squares	<b>F-statistic</b>	21,2
<b>Date</b>	Wed, 16 May 2018	<b>Prob (F-statistic)</b>	4,86E-12
<b>Time</b>	11:55:42	<b>Log-Likelihood</b>	135,18
<b>No. Observations</b>	47	<b>AIC</b>	-250,4
<b>Df Residuals</b>	37	<b>BIC</b>	-231,8
<b>Df Model</b>	9		
<b>Covariance Type</b>	HAC		

	<b>Coef</b>	<b>Std Error</b>	<b>Z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>[0,025</b>	<b>0,975]</b>
<b>const</b>	0,0189	0,003	6.790	0	0,013	0,024
<b>1</b>	0,0905	0,053	1.723	0,085	-0,012	0,193
<b>2</b>	0,2357	0,052	4.562	0	0,134	0,337
<b>3</b>	0,3085	0,051	5.991	0	0,208	0,409
<b>4</b>	0,1738	0,053	3.264	0,001	0,069	0,278
<b>5</b>	0,1071	0,052	2.063	0,039	0,005	0,209
<b>6</b>	0,0329	0,031	1.069	0,285	-0,027	0,093
<b>7</b>	-0,0033	0,056	-0,059	0,953	-0,112	0,106
<b>8</b>	0,1495	0,071	2.101	0,036	0,01	0,289
<b>9</b>	0,1204	0,045	2.674	0,007	0,032	0,209

<b>Omnibus</b>	0,434	<b>Durbin-Watson</b>	1.839
<b>Prob(Omnibus)</b>	0,805	<b>Jarque-Bera</b>	0,576
<b>Skew</b>	-0,042	<b>Prob(JB)</b>	0,75
<b>Kurtosis</b>	2	<b>Cond. No.</b>	35,4

**Fuente:** Elaboración propia, regresión lineal OLS utilizando retornos trimestrales de North-America Mid-Buyout como variable independiente y retornos mensuales de MSCI USA Mid Cap con 8 rezagos como variables independientes y varianza robusta estimador HAC (estimador consistente para heterocedasticidad y auto correlación de los residuos)

**Tabla XXVIII:** Regresión Beta de Dimson 5 rezagos retornos mensuales North-America Mid-Buyout Varianza robusta estimador HAC

<b>Dep. Variable</b>	y	<b>R-squared</b>	0,685
<b>Model</b>	OLS	<b>Adj, R-squared</b>	0,638
<b>Method</b>	Least Squares	<b>F-statistic</b>	14,51
<b>Date</b>	Tue, 22 May 2018	<b>Prob (F-statistic)</b>	1,03E-08
<b>Time</b>	15:57:06	<b>Log-Likelihood</b>	126,55
<b>No. Observations</b>	47	<b>AIC</b>	-239,1
<b>Df Residuals</b>	40	<b>BIC</b>	-226,1
<b>Df Model</b>	6		
<b>Covariance Type</b>	nonrobust		

	<b>Coef</b>	<b>Std Error</b>	<b>T</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[0.025</b>	<b>0.975]</b>
<b>const</b>	0,020	0,003	7,616	0,000	0,015	0,026
<b>1</b>	0,124	0,061	2,045	0,047	0,001	0,247
<b>2</b>	0,186	0,072	2,569	0,014	0,040	0,332
<b>3</b>	0,265	0,046	5,771	0,000	0,172	0,358
<b>4</b>	0,180	0,064	2,817	0,007	0,051	0,309
<b>5</b>	0,190	0,069	2,761	0,009	0,051	0,329
<b>6</b>	0,025	0,046	0,541	0,592	-0,068	0,118

<b>Omnibus</b>	7,753	<b>Durbin-Watson</b>	1,371
<b>Prob(Omnibus)</b>	0,021	<b>Jarque-Bera</b>	6,872
<b>Skew</b>	-0,900	<b>Prob(JB)</b>	0,032
<b>Kurtosis</b>	3,518	<b>Cond. No.</b>	31,100

**Fuente:** Elaboración propia, regresión lineal OLS utilizando retornos trimestrales de North-America Mid-Buyout como variable independiente y retornos mensuales de MSCI USA Mid Cap con 5 rezagos como variables independientes.

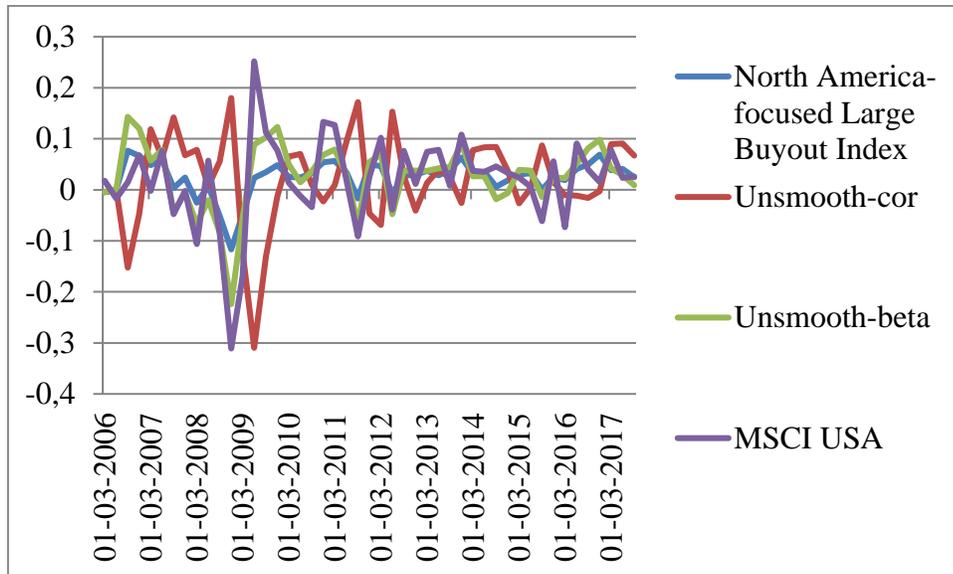
Tabla XXIX: Estadístico Durbin-Watson 5% de significancia

n	k*=1		k*=2		k*=3		k*=4		k*=5		k*=6		k*=7		k*=8		k*=9		k*=10		
	dL	dU																			
6	0.610	1.400	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
7	0.700	1.356	0.467	1.896	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.367	2.287	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	2.588	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
11	0.927	1.324	0.758	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.315	2.645	0.203	3.004	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.380	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	----	----	----	----	----	----	----
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.444	2.390	0.328	2.692	0.230	2.985	0.147	3.266	----	----	----	----	----
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.296	0.389	2.572	0.286	2.848	0.200	3.111	0.127	3.360	----	----	----
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.471	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438	----
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	0.155	3.304	----
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.198	3.184	----
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.258	0.502	2.461	0.407	2.668	0.321	2.873	0.244	3.073	----
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.549	2.396	0.456	2.589	0.369	2.783	0.290	2.974	----
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.691	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	0.336	2.885	----
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.731	2.124	0.637	2.290	0.546	2.461	0.461	2.633	0.380	2.806	----
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	2.735	----
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	2.670	----
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035	0.750	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	2.613	----
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.013	0.784	2.144	0.702	2.280	0.621	2.419	0.544	2.560	----
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.246	0.657	2.379	0.581	2.513	----
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.216	0.691	2.342	0.616	2.470	----
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.959	0.874	2.071	0.798	2.188	0.723	2.309	0.649	2.431	----
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.826	2.164	0.753	2.278	0.681	2.396	----
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	2.363	----
31	1.363	1.496	1.297	1.570	1.229	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920	0.950	2.018	0.879	2.120	0.810	2.226	0.741	2.333	----
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.203	0.769	2.306	----
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.796	2.281	----
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.808	1.079	1.891	1.015	1.978	0.950	2.069	0.885	2.162	0.821	2.257	----
35	1.402	1.519	1.343	1.584	1.283	1.653	1.222	1.726	1.160	1.803	1.097	1.884	1.034	1.967	0.971	2.054	0.908	2.144	0.845	2.236	----
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.236	1.724	1.175	1.799	1.114	1.876	1.053	1.957	0.991	2.041	0.930	2.127	0.868	2.216	----
37	1.419	1.530	1.364	1.590	1.307	1.655	1.249	1.723	1.190	1.795	1.131	1.870	1.071	1.948	1.011	2.029	0.951	2.112	0.891	2.197	----
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.029	2.017	0.970	2.098	0.912	2.180	----
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.658	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.085	0.932	2.164	----
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.008	2.072	0.952	2.149	----
45	1.475	1.566	1.430	1.615	1.383	1.666	1.336	1.720	1.287	1.776	1.238	1.835	1.189	1.895	1.139	1.958	1.089	2.022	1.038	2.088	----
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.986	1.110	2.044	----
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	2.010	----
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.939	1.222	1.984	----
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	1.964	----
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802	1.401	1.838	1.369	1.874	1.337	1.910	1.305	1.948	----

Fuente: Appendix A – Durbin-Watson significance tables [https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin\\_Watson\\_tables.pdf](https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin_Watson_tables.pdf)

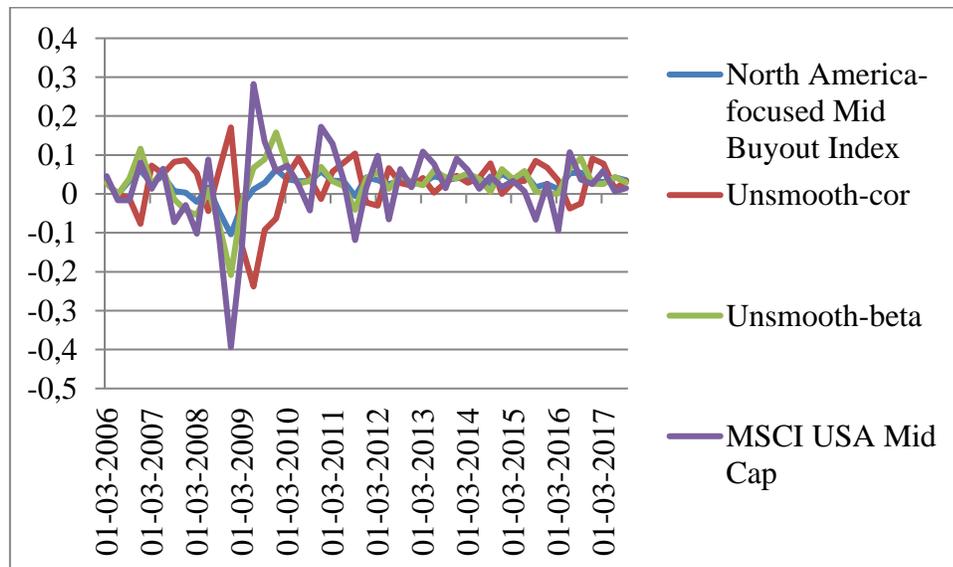
8.4. Anexo IV: Retornos trimestrales ajustados, observado e índice de mercado correspondiente para cada clase de activo (2 rezagos)

Figura 15: Representación gráfica de ajustes a North-America Large Buyout



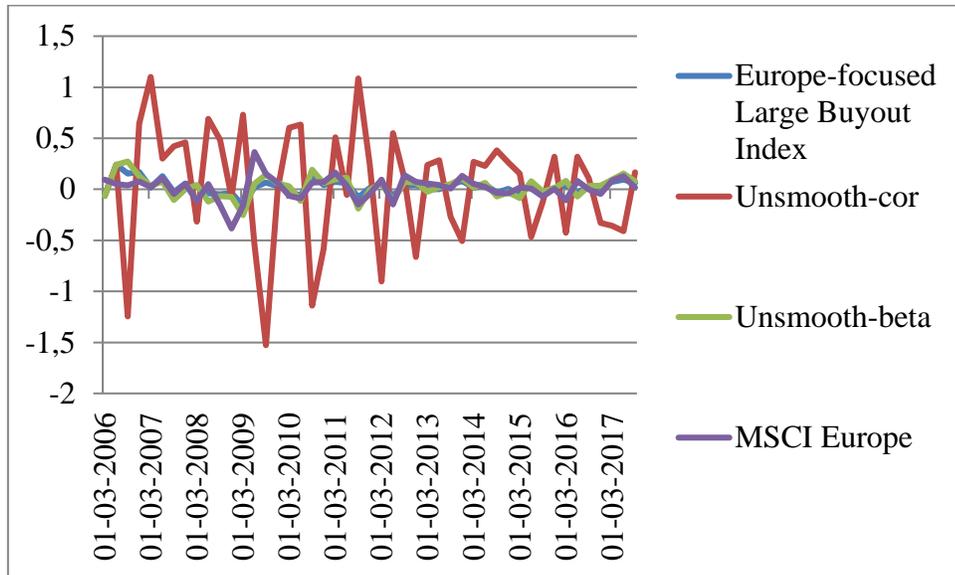
Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Prequin

Figura 16: Representación gráfica de ajustes a North-America Mid Buyout



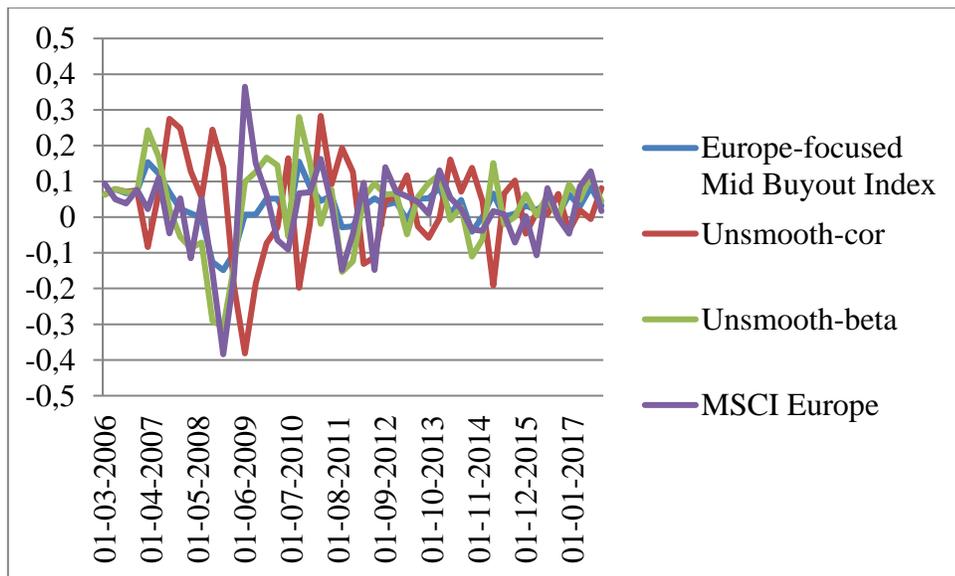
Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Prequin

Figura 17: Representación gráfica de ajustes a Europe Large Buyout



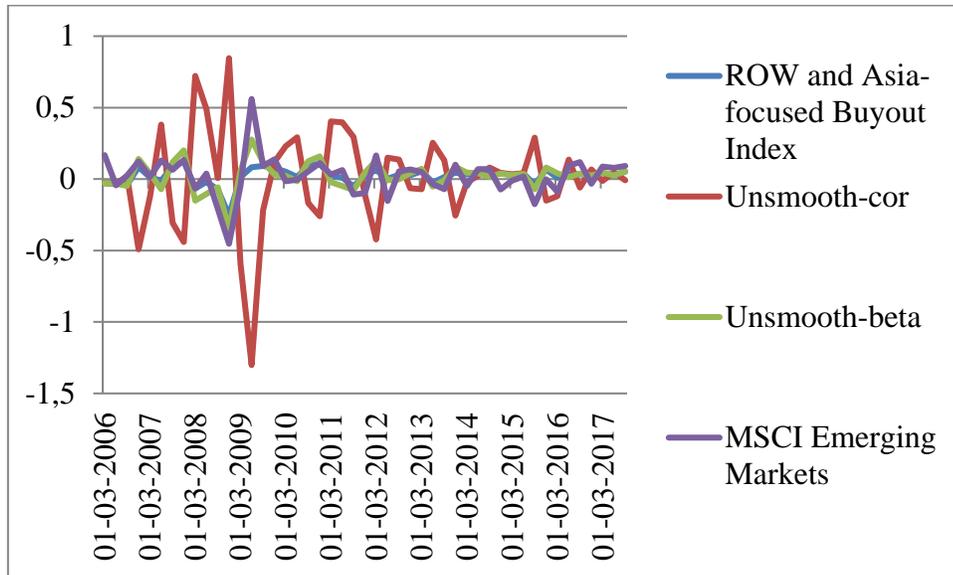
Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Preqin

Figura 18: Representación gráfica de ajustes a Europe Mid Buyout



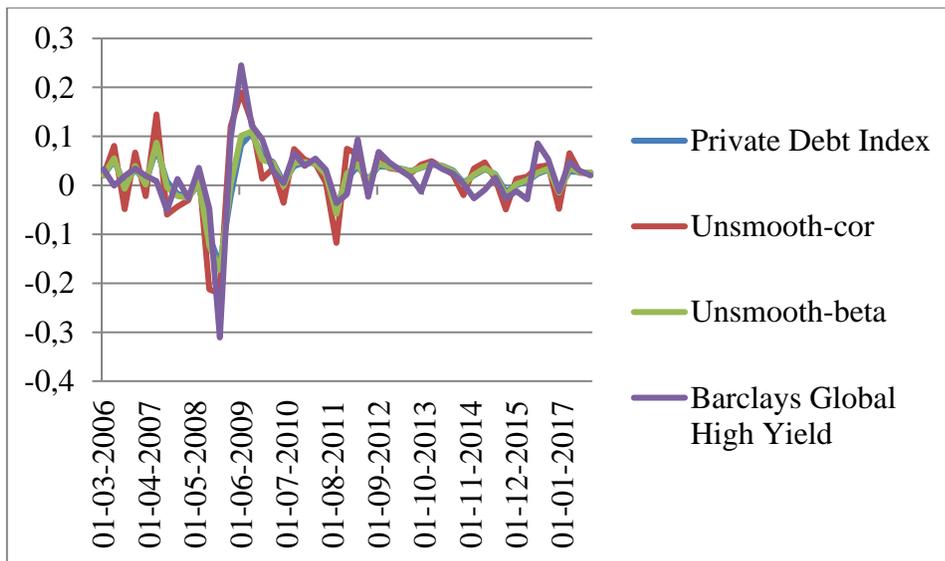
Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Preqin

Figura 19: Representación gráfica de ajustes a RoW and Asia Buyout



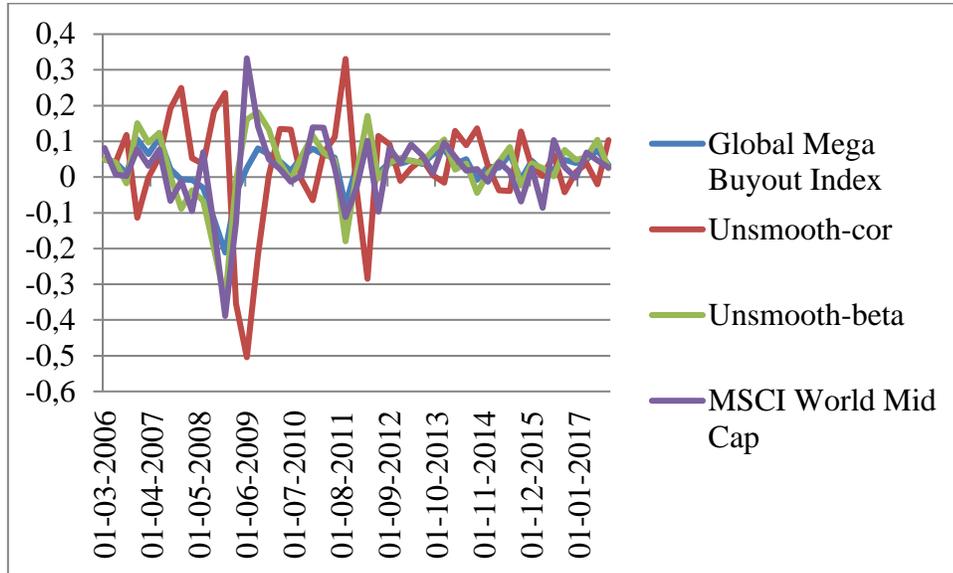
Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Preqin

Figura 20: Representación gráfica de ajustes a Private Debt



Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de Barclays y Preqin

Figura 21: Representación gráfica de ajustes a Global Mega Buyout



Fuente: Elaboración Propia utilizando datos de MSCI y Preqin

## 8.5. Anexo V: Input y resultados de Modelo Black-Litterman

**Tabla XXX:** AUM en Billones de dólares para cada clase de active incluida en el modelo

<b>Category</b>	<b>Dry Powder (\$bn)</b>	<b>Unrealized Value (\$bn)</b>	<b>Total</b>	<b>% Mercado</b>
<b>North America-focused Mid Buyout</b>	36,7	88,8	125,5	6,59%
<b>North America-focused Large Buyout</b>	72,1	131,7	203,8	10,71%
<b>Europe-focused Mid Buyout</b>	17,7	39,2	56,9	2,99%
<b>Europe-focused Large Buyout</b>	29,9	48,8	78,7	4,13%
<b>ROW and Asia-focused Buyout</b>	78,5	142,4	220,9	11,61%
<b>Private Debt</b>	247,0	427,0	674,0	35,42%
<b>Global Mega Buyout</b>	156,3	387,0	543,3	28,55%

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Preqin

**Tabla XXXI:** Resultados distintas variantes de modelo Black Litterman, usando metodología de Idzorec o Walters, con y sin restricciones, aplicando Optimal Shrinkage para estimar la varianza

<b>Opt Shrinkage</b>	<b>wmarket</b>	<b>w-idzo-form</b>	<b>w-idzo-opt</b>	<b>w-walters-form</b>	<b>w-walters-opt</b>	<b>E(r)-Rf</b>
<b>North America-focused Mid Buyout</b>	9,26%	8,04%	7,51%	8,02%	7,46%	-0,06%
<b>North America-focused Large Buyout</b>	10,26%	10,26%	10,50%	10,26%	10,51%	0,24%
<b>Europe-focused Mid Buyout</b>	4,08%	5,30%	4,75%	5,32%	4,73%	0,07%
<b>Europe-focused Large Buyout</b>	3,96%	6,80%	5,43%	7,06%	5,60%	-0,42%
<b>ROW and Asia-focused Buyout</b>	11,12%	11,12%	10,63%	11,12%	10,59%	0,44%
<b>Private Debt</b>	33,95%	42,62%	39,13%	43,21%	39,47%	0,49%
<b>Global Mega Buyout Index</b>	27,36%	24,52%	22,06%	24,26%	21,64%	0,79%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>108,67%</b>	<b>100,00%</b>	<b>109,26%</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla XXXII:** Resultados distintas variantes de modelo Black Litterman, usando metodología de Idzorec o Walters, con y sin restricciones, aplicando la varianza muestral.

<b>Cov</b>	<b>wmarket</b>	<b>w-idzo-form</b>	<b>w-idzo-opt</b>	<b>w-walters-form</b>	<b>w-walters-opt</b>	<b>E(r)-Rf</b>
<b>North America-focused Mid Buyout</b>	9,26%	19,43%	22,84%	19,44%	23,89%	2,07%
<b>North America-focused Large Buyout</b>	10,26%	10,26%	18,75%	10,26%	19,17%	2,36%
<b>Europe-focused Mid Buyout</b>	4,08%	-6,09%	0,00%	-6,10%	0,00%	3,93%
<b>Europe-focused Large Buyout</b>	3,96%	11,38%	12,93%	11,71%	12,53%	2,32%
<b>ROW and Asia-focused Buyout</b>	11,12%	11,12%	12,81%	11,12%	14,40%	2,97%
<b>Private Debt</b>	33,95%	7,55%	32,66%	17,43%	30,01%	2,66%
<b>Global Mega Buyout Index</b>	27,36%	19,95%	0,00%	19,61%	0,00%	3,92%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>73,60%</b>	<b>100,00%</b>	<b>83,49%</b>	<b>100,00%</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

## 8.6. Anexo VI Documentos proceso de selección de fondos

**Tabla XXXIII:** Documentos necesarios para invertir en fondos de inversión del mercado privado.

Final LPA	Management Agreement	Firm Org. Chart / Structure	Sample Reporting
PPM	Side Letter	Fund Structure	Legal Review (Key Terms; Changes to Prior LPAs)
Subscription Agreement	MFN Elections:	Guarantees (Individual; Combined)	Prudent Person Opinion

**Fuente:** Elaboración propia, basado en documentos requeridos por el ILPA.