UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

BLACK LITTERMAN APLICADO A UN MANDATO DE RENTA FIJA GLOBAL

Sebastián Mendoza Gutiérrez

Universidad del Rosario
Facultad de Economía
Maestría en Finanzas Cuantitativas
2018

Resumen

El propósito de este trabajo es desarrollar de manera intuitiva el modelo de asignación de activos Black Litterman, mostrando sus propiedades más importantes mediante ejemplos numéricos utilizando datos de renta fija global. El modelo parte de un portafolio de mercado, el cual el inversionista moldea según su creencia en los retornos de los activos incluidos en el ejercicio. Los resultados muestran que, sin la metodología de Black Litterman, incorporar las creencias del inversionista resulta en portafolios incoherentes con la intención inicial. Cuando las creencias se incorporan mediante Black Litterman, el portafolio óptimo refleja exactamente lo que quería el inversionista. El inversionista puede también ajustar la confianza en su creencia y esto se verá reflejado en el portafolio final. Por último, se utiliza la métrica del *turnover* para mostrar que los portafolios arrojados por Black Litterman son más estables inter temporalmente que aquellos calculados con Markowitz, reduciendo costos operativos y transaccionales.

Contenido

1. Introducción 4
2. Revisión de Literatura 7
3. Marco Teórico 9
4. Ejemplo Numérico 17
Tabla 1 18
Tabla 2 19
Tabla 3 20
Tabla 4 22
Tabla 5 23
Tabla 6 25
Tabla 7 28
Tabla 8 30
5. Conclusiones 32
6. Bibliografía 34

1. Introducción

La razón de ser de un administrador de portafolio es distribuir el capital asignado en los diferentes activos disponibles. ¿Cómo toma esta decisión?, esta pregunta ha sido tema de investigación durante más de medio siglo arrojando resultados muy interesantes. En 1952, Harry Markowitz da un gran paso para encontrar la respuesta a la pregunta planteada, y publica lo que sería el inicio de la teoría moderna de portafolio en su investigación *Portfolio Selection.* El modelo desarrollado por Markowitz fascinó a la academia y le hizo co-ganador (junto con Merton Miller y William Sharpe) del premio Nobel en Ciencias Económicas en el año 1990, pero ¿qué tienen que decir los administradores de portafolio de la aplicación de esta teoría?

La propuesta de Markowitz permite a los administradores de portafolio, de aquí en adelante inversionistas, hallar un portafolio que maximice su retorno esperado dado un nivel de riesgo, este portafolio será el portafolio más eficiente, dentro de un conjunto de portafolios con el mismo nivel de riesgo. Al seleccionar el portafolio más eficiente para distintos niveles de riesgo, se puede construir una frontera de portafolios eficientes dentro del plano riesgo-retorno, esta frontera tiene el nombre de frontera eficiente.

Uno de los puntos más fuertes del modelo es la medición del riesgo. Dado que no sólo tiene en cuenta el riesgo individual de cada activo sino la correlación entre ellos. El precio de dos activos negativamente correlacionados se mueve en dirección contraria ante choques adversos, incluir activos que estén correlacionados negativamente reduce el riesgo del portafolio y se conoce por el término diversificación. Incluir activos de distintos sectores, países o naturaleza ayuda a construir un portafolio más estable en términos de retorno dado que choques macro, noticias positivas o

negativas tendrán impacto diferente sobre el precio de activos poco o negativamente correlacionados.

La propuesta presenta una respuesta al reto que enfrentan los inversionistas, pero hay dudas en cuanto a la estimación de los *inputs*[1] del modelo y de los portafolios resultantes. Son tres los problemas que se presentan con el modelo de Markowitz y que Fischer Black & Robert Litterman presentan en su investigación *Global Portfolio Optimization (1990).* El primer problema es que los portafolios resultantes son poco realistas, poco diversificados y no muy intuitivos. En las palabras de Black & Litterman "*Cuando los inversionistas no imponen restricciones, el modelo*[2] *arroja grandes posiciones cortas en varios activos. Cuando se imponen restricciones que impiden posiciones cortas, el modelo propone soluciones de esquina con peso nulo en varios activos como también pesos irracionalmente grandes en activos con poca capitalización de mercado*".

El segundo problema es una de las causas del primero, y es que la estimación de los retornos esperados no es nada sencilla y tiene un impacto significativo en los portafolios resultantes, en el trabajo *Global portfolio optimization (1990)* Black & Litterman exponen este problema "*Los retornos esperados son muy difíciles de estimar. Los inversionistas tienen expectativas de retorno en solo unos pocos mercados y activos. El problema estándar de optimización les exige proveer retornos esperados para todos los activos y monedas … los supuestos y retornos históricos que usan para este propósito son información muy pobre para predecir retornos futuros".*

[1] Los inputs o entradas del modelo son las variables y parámetros que debe proporcionar el individuo para desarrollar el modelo.
[2] El modelo al que se refiere Black & Litterman es el modelo de Media-Varianza de Markowitz.

El tercer problema es el siguiente, el portafolio resultante es extremadamente sensible a cambios en los retornos esperados que estima el inversionista y cuando este quiere incorporar sus expectativas de retorno, no es claro cómo debe hacerlo, igualmente si logra ajustar los retornos esperados a sus expectativas, el portafolio que va a encontrar como óptimo no va a reflejar sus ajustes como esperaba. En palabras de Black & Litterman "*El modelo estándar no tiene manera de distinguir entre los views del inversionista y los supuestos auxiliares para la formación de retornos esperado, y el portafolio óptimo que genera, dada su sensibilidad a los retornos esperados, no refleja los views que el inversionista quisiera expresar*. Cuando se habla de *views*, se hace referencia a las creencias del inversionista acerca de retornos futuros.

Los problemas no solo surgen en un periodo de tiempo en el portafolio estimado. Si el ejercicio de estimar un portafolio óptimo se hace en varios periodos consecutivos, el portafolio de Markowitz en un periodo ***t*** será significativamente diferente al portafolio en ***t-1.*** Lo que haría que el inversionista incurra en costos transaccionales altísimos, lo que es inaceptable para un inversionista.

Con las ventajas y desventajas del modelo de Markowitz en mente, en 1990 Fischer Black y Robert Litterman desarrollaron el modelo Black-Litterman en su trabajo *Global Portfolio Optimization*. El nuevo modelo proponía, a diferencia de Markowitz, cuál debería ser el input de retornos y adicionalmente, una metodología de incorporación de creencias, o *views*, en estos retornos. Con estos nuevos componentes lograron encontrar portafolios más estables y diversificados con respecto al modelo base de Markowitz, con lo que solucionaban los tres problemas expuestos anteriormente.

Casi 30 años después, el modelo Black-Litterman sigue siendo utilizado por sus resultados confiables e intuitivos. En este trabajo se busca exponer en detalle el modelo de Black-Litterman, desde los supuestos hasta el resultado final, con ejemplos numéricos que demuestren los resultados más importantes y cómo los resultados reflejan que los tres problemas mencionados anteriormente desaparecen. También se compara la estabilidad del modelo Black Litterman a través del tiempo frente al modelo original de Markowitz. El documento se divide en 5 secciones, la primera es esta introducción, donde se contextualiza al lector y se expone la idea del documento. En la sección 2 se hará la revisión de literatura. La sección 3 expondrá el marco teórico, donde se desarrollará el modelo en detalle. Los ejemplos numéricos se expondrán en la sección 4 y las conclusiones cierran el documento en la sección 5.

2. Revisión de Literatura

El modelo de Black Litterman fue desarrollado por Fischer Black & Robert Litterman. (1990) en Goldman Sachs Asset Management como respuesta y mejora al modelo original de Markowitz. La idea del modelo es crear un portafolio que incorpore los *views* de los inversionistas a un set de retornos iniciales, que llamaron retornos de equilibrio. Los resultados de este nuevo modelo fueron portafolios más estables, diversificados y direccionados hacia las creencias del inversionista.

Luego de la publicación original, otros autores y el mismo Litterman, publicaron trabajos donde explican en más detalle el desarrollo y la intuición detrás del modelo. En 2002 Guangliang He &

Robert Litterman desarrollaron el trabajo *The intuition behind Black-Litterman model portfolios,* en el que se desarrolla teóricamente el modelo y se hacen varios ejemplos numéricos. Lo importante de este trabajo es la interpretación de los resultados, con los ejemplos se ve cómo los *views* del inversionista afectan el portafolio final, qué pasa cuando los *views* no añaden información adicional, como impacta la incertidumbre y otros factores importantes.

En el año 2002, Thomas M. Idzorek publica su trabajo *A step by step guide to the Black-Litterman model,* en el que desarrolla el modelo en un paso a paso intuitivo y sencillo de entender. Aclara que en la literatura anterior se habla poco de la estimación de los *inputs* del modelo, de por qué se usa el CAPM como punto de partida y da un panorama más claro de la distribución de los vectores de retorno de equilibrio y retorno ajustado por *views.* En su trabajo, aclara los problemas de estimación de los *inputs* al igual que explica por qué usar el CAPM como punto de partida.

El modelo CAPM de William Sharpe & John Linter (1964) es un modelo de valoración de activos, en el que la idea general es que el retorno de un activo debe reflejar la compensación por el valor del dinero en el tiempo y el riesgo de invertir en este activo. Para compensar el valor del dinero en el tiempo, la valoración del activo se hace en excesos de retorno (exceso sobre el retorno libre de riesgo). La idea de usar exceso de retorno sobre el retorno del activo libre de riesgo es que si el inversionista decide no invertir en un activo riesgoso, puede hacerlo en un activo que con total certeza le rentará la tasa libre de riesgo en un plazo determinado, por lo que este retorno libre de riesgo se puede ver como el valor del dinero en el tiempo.

Para compensar por el riesgo de invertir en el activo, el precio contiene una prima de riesgo, que es el exceso de retorno esperado del mercado sobre la libre de riesgo ajustado por un factor de riesgo β. Este factor de riesgo refleja qué tan riesgoso es el activo frente al riesgo promedio del mercado. En conjunto, estos dos componentes conforman el modelo CAPM que es un buen punto de partida (retornos de equilibrio) para el modelo Black Litterman.

Con la idea más clara de qué es el modelo de Black Litterman, en la siguiente sección se expondrá el marco teórico.

3. Marco Teórico

El modelo Black-Litterman toma como punto de partida los retornos de equilibrio, los cuales posteriormente son combinados con los *views* del inversionista usando estadística Bayesiana para inferir la distribución de probabilidad de los retornos esperados. La inferencia comienza con una creencia previa (retornos de equilibrio) que en este caso es el CAPM e información adicional (views) para inferir la distribución posterior de los retornos esperados.

Supongamos que en el mercado hay *N* activos, los retornos de esos activos se distribuyen normal con media $\boldsymbol{\mu}$ y matriz de covarianza $\boldsymbol{\Sigma}$.

$$r \sim N(\mu, \Sigma) \tag{1}$$

Donde r es el vector de retornos. Estos retornos son la creencia previa del inversionista, ya definidos como los retornos de equilibrio CAPM. Asumiendo que existe un portafolio de mercado con pesos W_{eq}, donde el peso de cada activo es la proporción de su capitalización de mercado sobre el total, y un parámetro de aversión al riesgo δ que es el promedio de aversión al riesgo del mercado, los excesos (sobre la libre de riesgo) de retorno de equilibrio están dados por

$$\Pi = \delta \Sigma w_{eq} \tag{2}$$

$$w_{eq} = \frac{1}{\delta} \Sigma^{-1} \Pi \tag{2.1}$$

A primera vista no es claro que esto represente los retornos de CAPM. Desarrollemos desde la fórmula conocida

$$r = r_f + \beta(r_m - r_f) \tag{3}$$

Donde el vector de betas para cada activo está definido por

$$\beta = \frac{\Sigma w_{eq}}{w'_{eq} \Sigma w_{eq}}$$

Desarrollando y agrupando (3)

$$r - r_f = \frac{(r_m - r_f)}{w'_{eq} \Sigma w_{eq}} * \Sigma w_{eq}$$

Definiendo Π y δ como

$$\Pi = r - r_f$$

$$\delta = \frac{(r_m - r_f)}{w'_{eq} \Sigma w_{eq}}$$

tenemos que (3) se puede expresar igual a la ecuación inicial (2)

$$\Pi = \delta * \Sigma w_{eq}$$

La creencia *previa* para los retornos esperados μ es que están centrados en los valores de equilibrio, lo que significa que se distribuyen normal con media Π.

$$\mu = \Pi + \varepsilon^{(e)} \qquad (4)$$

Donde $\varepsilon^{(e)}$ es un vector de error normalmente distribuido con media cero y matriz de covarianza $\tau\Sigma$, donde τ es un escalar que representa la *incertidumbre* sobre el CAPM como creencia previa.

Para inferir la distribución posterior de los retornos esperados, es necesario tener los *views* del inversionista. Un *view* es una creencia de retorno sobre un portafolio de activos o sobre el retorno

absoluto de un solo activo, el primer tipo de *views* es conocido como relativo, el segundo como absoluto. El *view* expresa que el retorno de un portafolio *p* se distribuye normal con media *q* y desviación ω. Si definimos *K* como el número total de *views,* podemos construir la matriz de pesos de los *views P* de tamaño *K x N,* en la que cada fila representa los pesos del portafolio que constituye el *view.* También podemos definir un vector *Q* de tamaño *K x 1* en el que cada componente corresponde al retorno del portafolio *view.*

$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \cdots & p_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k,1} & \cdots & p_{k,n} \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$Q' = (q_1\ q_2\ q_3 \ldots\ q_k) \tag{6}$$

El *view* del inversionista se puede expresar como

$$P\mu = Q + \varepsilon^{(v)} \tag{7}$$

Donde $e^{(v)}$ es un vector no observable con media cero y matriz diagonal de covarianza Ω. La matriz Ω de tamaño *K x K* representa la incertidumbre sobre los *views* del inversionista y se supone diagonal ya que se presume que los *views* no están correlacionados entre sí. Los términos de los errores $\varepsilon^{(e)}$ y $\varepsilon^{(v)}$ son independientes. La matriz Ω está definida por

$$\Omega = diag(\tau P \Sigma P') \tag{8}$$

Los *views* se combinan con el CAPM previo usando teoría bayesiana, con la cual obtenemos la distribución de los retornos esperados ajustados con media μ* y matriz de varianza M^{-1}. Donde μ* este dado por

$$\mu^* = \left[(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q\right] \quad (9)$$

Con la matriz de covarianza M^{-1} dada por

$$M^{-1} = \left[(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P\right]^{-1} \quad (10)$$

El vector μ* representa los retornos esperados ajustados por los *views* del inversionista, que llamaremos retornos Black-Litterman. Esta fórmula es el resultado más importante del modelo, es el resultado de combinar los retornos de equilibrio y los retornos de los *views* del inversionista, pero a simple vista no es tan evidente cómo se combinan. Podemos derivar una versión más intuitiva.

$$\begin{aligned}
\mu^* &= \left[(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q\right] \\
&= \left[(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}(\tau\Sigma)^{-1}(\tau\Sigma)\left[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q\right] \\
&= \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[\Pi + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}Q\right] \\
&= \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[(I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P)\Pi + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}(Q - P\Pi)\right] \\
&= \Pi + \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[\tau\Sigma P'\Omega^{-1}(Q - P\Pi)\right]
\end{aligned}$$

$$= \Pi + \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[\tau\Sigma P'\Omega^{-1}[(\Omega + P\tau\Sigma P')(\Omega + P\tau\Sigma P')^{-1}](Q - P\Pi)\right]$$

$$= \Pi + \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[(\tau\Sigma P' + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\tau\Sigma P')(\Omega + P\tau\Sigma P')^{-1}\right](Q - P\Pi)$$

$$= \Pi + \left[I + \tau\Sigma P'\Omega^{-1}P\right]^{-1}\left[I + \tau\Sigma\Omega^{-1}P\right]\tau\Sigma P'(\Omega + P\tau\Sigma P')^{-1}(Q - P\Pi)$$

$$= \Pi + \tau\Sigma P'(\Omega + P\tau\Sigma P')^{-1}(Q - P\Pi)$$

$$\mu^* = \Pi + \tau\Sigma P'(\Omega + P\tau\Sigma P')^{-1}(Q - P\Pi) \qquad (11)$$

La ecuación (11) es más fácil e intuitiva de entender, μ* es igual al vector de retorno de equilibrio Π que definimos como punto de partida para el modelo, a este equilibrio le adicionamos el exceso de retorno de los *views* sobre el retorno de equilibrio del portafolio de *views (Q-PΠ)* escalado por un factor de varianza y covarianza. Podemos ver que entre mayor sea la incertidumbre sobre los *views*, menos peso le dará el modelo Black Litterman al retorno de los *views* dentro del vector μ*.

Como los retornos esperados (μ*) son variables aleatorias en el modelo de Black Litterman, la distribución de los retornos *r* es la siguiente.

$$r \sim N(\mu^*, \Sigma^*) \qquad (12)$$

Con $\Sigma^* = \Sigma + M^{-1}$

Teniendo los retornos con media μ^* y matriz de covarianza Σ^*, se puede encontrar el portafolio óptimo usando el método convencional de media varianza. Suponiendo una función de utilidad lineal y el parámetro de aversión al riesgo usado en (2) δ, el problema de optimización se puede expresar como.

$$\max \quad w' \mu^* - \frac{\delta}{2} w' \Sigma^* w \tag{13}$$

La condición de primer orden, despejando para los pesos óptimos es la siguiente.

$$w^* = \frac{1}{\delta} \Sigma^{*-1} \mu^* \tag{14}$$

El vector w^* es el vector de pesos del portafolio óptimo de Black Litterman. Nos interesa ver el efecto que tiene incorporar los *views* en los pesos del portafolio, podemos comparar el portafolio óptimo con un portafolio sin *views* y ver cómo cambian los pesos. Si no imponemos *views*, el retorno del portafolio tendría la siguiente media y matriz de covarianza:

$$\mu^* = \Pi$$

$$\Sigma^* = (1 + \tau)\Sigma$$

El portafolio óptimo sin *views* sería

$$w^{**} = \frac{1}{\delta}((1 + \tau)\Sigma)^{-1}\Pi \tag{15}$$

O equivalente:

$$w^{**} = \frac{1}{(1 + \tau)}\frac{1}{\delta}\Sigma^{-1}\Pi$$

Usando ecuación (2.1) podemos expresar (15) como el portafolio de mercado ajustado por la incertidumbre sobre los retornos iniciales CAPM.

$$w^{**} = \frac{1}{(1 + \tau)}w_{eq} \tag{16}$$

Para probar la estabilidad del modelo Black Litterman frente a la metodología media varianza de Markowitz, usaremos la métrica de *turnover*. El *turnover* mide el porcentaje del portafolio que cambia periodo a periodo, una metodología estable se traduce en un *turnover* bajo.

$$turnover_{t,t-1} = \sum_{i=1}^{N}\left|W_{i,t} - W_{i,t-1}\right| \tag{17}$$

Un ejemplo numérico aterrizará varias ideas y ecuaciones vistas en esta sección.

4. Ejemplo Numérico

En esta sección veremos la aplicación del modelo Black Litterman a una base de datos de retornos y valores de mercado de 18 índices de renta fija global. La muestra va desde enero del año 2000 hasta abril de 2018. Los índices son los siguientes.

Índice
US Treasury Master 1+
US Agency
US 0-1
Mortgage Master
US Corporate Master
Supra National 1-3
Canada Govt
UK Govt 0-1
UK Govt 1+
Japan Govt 0-1
Japan Govt 1+
Danish Govt
Swedish Govt
Swiss Govt
Norweigan Govt
New Zeland Gov
Euro Govt 0-1
Euro Govt 1+

Estos 18 índices comprenden gobiernos, hipotecas y supranacionales con calificación mínima A, lo que hace que el portafolio compuesto de estos índices sea seguro y conservador.

Con la serie histórica de retornos y valores de mercado de los índices, se puede estimar el exceso de retorno de equilibrio mediante el modelo CAPM, lo que arroja los siguientes resultados:

Tabla 1

Índice	π	W_{equ}
US Treasury Master 1+	4.12%	23.8%
US Agency	3.0%	0.8%
US 0-1	4.4%	3.3%
Mortgage Master	2.3%	14.4%
US Corporate Master	4.1%	16.1%
Supra National 1-3	1.0%	0.4%
Canada Govt	3.2%	0.9%
UK Govt 0-1	0.2%	0.3%
UK Govt 1+	5.2%	4.7%
Japan Govt 0-1	0.0%	2.2%
Japan Govt 1+	1.3%	20.2%
Danish Govt	4.1%	0.3%
Swedish Govt	3.1%	0.2%
Swiss Govt	3.3%	0.2%
Norweigan Govt	2.0%	0.1%
New Zeland Gov	2.2%	0.1%
Euro Govt 0-1	0.1%	0.9%
Euro Govt 1+	3.5%	11.0%

Un inversionista sin *views* sobre el mercado y con total confianza sobre los retornos del modelo CAPM (τ=0), invertiría en el portafolio $\boldsymbol{W_{eq}}$. Ahora supongamos que el inversionista tiene una idea de lo que puede pasar con el retorno de 3 de los 18 índices, pero desconoce el modelo Black Litterman, él decide ajustar manualmente los retornos de los índices sobre los cuales tiene información y espera que los pesos del portafolio reflejen su visión.

El *view* que el inversionista tiene sobre el mercado es el siguiente: Un portafolio largo 100% en US Treasury Master 1+ y corto con ponderación de mercado gobierno de Canadá y gobierno UK 1+ rinde 3%. La diferencia en retorno entre gobierno de Canadá y UK 1+ se mantiene igual. Por último, cree que un portafolio ponderado por pesos de mercado de estos 3 índices se mantiene igual. El inversionista debe encontrar los nuevos retornos de los índices que reflejen su *view*, para esto usa un sistema de 3 ecuaciones para encontrar los 3 retornos. La Tabla 2 muestra el retorno original, el retorno ajustado, los pesos del nuevo portafolio y la diferencia frente al portafolio original.

Tabla 2

Índice	Π_{adj}	Π	$\Pi_{adj} - \Pi$	W_{adj}	W_{equ}	$W_{adj} - W_{equ}$
US Treasury Master 1+	4,2%	4,1%	0,1%	55,7%	23,8%	31,9%
US Agency	3,0%	3,0%	0,0%	-12,6%	0,8%	-13,5%
US 0-1	4,4%	4,4%	0,0%	3,5%	3,3%	0,2%
Mortgage Master	2,3%	2,3%	0,0%	7,3%	14,4%	-7,1%
US Corporate Master	4,1%	4,1%	0,0%	17,7%	16,1%	1,6%
Supra National 1-3	1,0%	1,0%	0,0%	-11,4%	0,4%	-11,8%
Canada Govt	2,9%	3,2%	-0,3%	-18,7%	0,9%	-19,7%
UK Govt 0-1	0,2%	0,2%	0,0%	-0,4%	0,3%	-0,6%
UK Govt 1+	4,9%	5,2%	-0,3%	-1,2%	4,7%	-5,9%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	11,2%	2,2%	9,0%
Japan Govt 1+	1,3%	1,3%	0,0%	20,6%	20,2%	0,3%
Danish Govt	4,1%	4,1%	0,0%	1,4%	0,3%	1,1%
Swedish Govt	3,1%	3,1%	0,0%	1,2%	0,2%	1,0%
Swiss Govt	3,3%	3,3%	0,0%	1,6%	0,2%	1,4%
Norweigan Govt	2,0%	2,0%	0,0%	0,7%	0,1%	0,6%
New Zeland Gov	2,2%	2,2%	0,0%	1,8%	0,1%	1,7%
Euro Govt 0-1	0,1%	0,1%	0,0%	5,1%	0,9%	4,3%
Euro Govt 1+	3,5%	3,5%	0,0%	12,6%	11,0%	1,6%

En la tabla se puede ver como los retornos ajustados reflejan el *view* del inversionista, pero el portafolio óptimo ajustado no tiene sentido alguno. Podemos ver que para US Treasury Master 1+, al que solo se le ajusto el retorno en 0.4%, el cambio absoluto en su peso fue de 170.2%. Lo mismo pasa para los pesos de los otros dos activos a los que se les ajusto el retorno. Más extraño todavía es el cambio en el peso de los índices de los cuales no se tenía ninguna información.

Ahora supongamos que el inversionista tiene el mismo *view* del ejemplo anterior, pero conoce el modelo Black Litterman, ajusta los retornos y halla el nuevo portafolio óptimo con esta metodología. La Tabla 3 muestra los resultados de este ejercicio.

Tabla 3

Índice	View1	μ_1	Π	$\frac{W_{equ}}{(1+\tau)}$	W_1	*Dif*
US Treasury Master 1+	100%	4%	4%	23%	53%	31%
US Agency	0%	3%	3%	1%	1%	0%
US 0-1	0%	4%	4%	3%	3%	0%
Mortgage Master	0%	2%	2%	14%	14%	0%
US Corporate Master	0%	4%	4%	15%	15%	0%
Supra National 1-3	0%	1%	1%	0%	0%	0%
Canada Govt	-16%	3%	3%	1%	-4%	-5%
UK Govt 0-1	0%	0%	0%	0%	0%	0%
UK Govt 1+	-84%	3%	5%	5%	-21%	-26%
Japan Govt 0-1	0%	0%	0%	2%	2%	0%
Japan Govt 1+	0%	1%	1%	19%	19%	0%
Danish Govt	0%	3%	4%	0%	0%	0%
Swedish Govt	0%	2%	3%	0%	0%	0%
Swiss Govt	0%	3%	3%	0%	0%	0%
Norweigan Govt	0%	2%	2%	0%	0%	0%
New Zeland Gov	0%	2%	2%	0%	0%	0%
Euro Govt 0-1	0%	0%	0%	1%	1%	0%
Euro Govt 1+	0%	3%	4%	11%	11%	0%

Los resultados en este caso son muy diferentes. El retorno μ_1 muestra los retornos ajustados mediante la metodología Black Litterman. De las ecuaciones (9) y (11) podemos ver que el retorno posterior tiene en cuenta la correlación entre los índices para la estimación, por esta razón, los cambios en los retornos de Π a μ_1 no solo se dan en los índices sobre los que se tiene una creencia, sino en la mayoría gracias a las correlaciones.

Si observamos el portafolio óptimo de Black Litterman W_1, los pesos de este portafolio sólo cambian en los índices a los cuales se les asignó un *view.* Este resultado es coherente e intuitivo, aumenta el peso en el índice sobre el que se espera mayor retorno y disminuye el peso en los índices sobre los que se espera menor retorno, esto sin tocar el peso de los demás índices. Si el

inversionista solo tiene información adicional sobre unos pocos índices, ¿por qué cambiar el resto del portafolio?

Ahora supongamos que el inversionista tiene un *view* adicional sobre un par de índices. Él cree que el Mortgage Master va a rendir 2% más que Japan Govt 1+. Su portafolio se compondrá de dos *views* diferentes. De nuevo esperamos ver que los pesos del portafolio resultante cambien solo en los 4 índices sobre los que se expresan views.

Tabla 4

Índice	View1	View2	μ_2	Π	$\frac{W_{equ}}{(1+\tau)}$	W_2	*Dif*
US Treasury Master 1+	100,0%	0,0%	4,3%	4,1%	22,6%	52,7%	30,1%
US Agency	0,0%	0,0%	3,3%	3,0%	0,8%	0,8%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,0%	4,7%	4,4%	3,2%	3,2%	0,0%
Mortgage Master	0,0%	100,0%	2,6%	2,3%	13,7%	31,3%	17,6%
US Corporate Master	0,0%	0,0%	4,4%	4,1%	15,3%	15,3%	0,0%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	1,2%	1,0%	0,4%	0,4%	0,0%
Canada Govt	-16,4%	0,0%	2,9%	3,2%	0,9%	-4,1%	-4,9%
UK Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%
UK Govt 1+	-83,6%	0,0%	3,5%	5,2%	4,5%	-20,6%	-25,1%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	2,1%	2,1%	0,0%
Japan Govt 1+	0,0%	-100,0%	1,0%	1,3%	19,3%	1,7%	-17,6%
Danish Govt	0,0%	0,0%	3,4%	4,1%	0,3%	0,3%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	2,6%	3,1%	0,2%	0,2%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	3,0%	3,3%	0,2%	0,2%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	1,8%	2,0%	0,1%	0,1%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	2,1%	2,2%	0,1%	0,1%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,9%	0,9%	0,0%
Euro Govt 1+	0,0%	0,0%	3,0%	3,5%	10,5%	10,5%	0,0%

En la Tabla 4 vemos como el nuevo portafolio óptimo $\boldsymbol{W_2}$ recoge las creencias del inversionista sobre los retornos futuros, modificando los pesos de los índices a los que se les asigna un *view* y dejando igual a los que no. Este segundo ejemplo deja ver que la metodología funciona cuando se tiene más de un *view* por portafolio.

Supongamos que el inversionista tiene los mismos *views* que en el ejemplo anterior, pero no tiene una fuerte convicción sobre el *view* 1. ¿Cómo refleja esto en la asignación de su portafolio? Una manera de hacerlo es mediante la matriz Ω que refleja la incertidumbre sobre los *views*. Si la varianza de los *views* es mayor, menos peso le dará a estos en el cálculo de los retornos Black Litterman. Si doblamos la varianza del *view* 1 y dejamos la varianza del *view* 2 igual, tendremos

el mismo *view* que en el ejemplo anterior, pero con el doble de incertidumbre para la primera creencia. En la Tabla 5 se expone el resultado de este ejercicio.

Tabla 5

Índice	View1	View2	μ_3	Π	$\frac{W_{equ}}{(1+\tau)}$	W_3	*Dif*
US Treasury Master 1+	100,0%	0,0%	4,3%	4,1%	22,6%	42,5%	19,9%
US Agency	0,0%	0,0%	3,3%	3,0%	0,8%	0,8%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,0%	4,8%	4,4%	3,2%	3,2%	0,0%
Mortgage Master	0,0%	100,0%	2,6%	2,3%	13,7%	32,1%	18,4%
US Corporate Master	0,0%	0,0%	4,4%	4,1%	15,3%	15,3%	0,0%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	1,1%	1,0%	0,4%	0,4%	0,0%
Canada Govt	-16,4%	0,0%	3,1%	3,2%	0,9%	-2,4%	-3,3%
UK Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%
UK Govt 1+	-83,6%	0,0%	4,1%	5,2%	4,5%	-12,1%	-16,6%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	2,1%	2,1%	0,0%
Japan Govt 1+	0,0%	-100,0%	1,1%	1,3%	19,3%	0,9%	-18,4%
Danish Govt	0,0%	0,0%	3,7%	4,1%	0,3%	0,3%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	2,8%	3,1%	0,2%	0,2%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	3,2%	3,3%	0,2%	0,2%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	1,9%	2,0%	0,1%	0,1%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	2,2%	2,2%	0,1%	0,1%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,9%	0,9%	0,0%
Euro Govt 1+	0,0%	0,0%	3,3%	3,5%	10,5%	10,5%	0,0%

Los resultados son acordes a lo que el inversionista quiso expresar. El portafolio óptimo $\boldsymbol{W_3}$ tiene una posición más pequeña en US Treasury Master 1+ y unos cortos menos pronunciados en Canada Govt y UK Govt en comparación a $\boldsymbol{W_2}$, pero los pesos de Mortgage Master y el corto de Japan Govt 1+ son ligeramente mayores que los del ejercicio anterior.

Otra propiedad del modelo Black Litterman es que, si el inversionista le introduce un *view* que no contenga información nueva, es decir, que sea redundante con otro *view*, los pesos resultantes de esos índices no deben verse afectados. Para ilustrar esta propiedad, se necesita definir los retornos

implícitos del retorno *views.* Al imponer un *view* sobre unos pocos activos, no solo cambia el retorno de esos activos, dada la correlación entre ellos. Esto quiere decir que cada *view* tiene un vector de retornos implícitos para todos los activos en el problema.

Los retornos implícitos de los *views* también harían que, sin necesidad de usar Black Litterman, el portafolio de equilibrio estimado con la matriz de varianza covarianza inicial fuera exactamente el portafolio óptimo de Black Litterman. Para hallar estos retornos, se puede tomar la ecuación (2) que representa los retornos de equilibrio, que dependen de δ,Σ y W_{equ}. Si remplazamos W_{equ} por W^*, tendremos una manera de encontrar los retornos implícitos de los *views.*

$$\Pi = \delta \Sigma w_{eq}$$

$$\Pi_{imp} = \delta \Sigma W^*$$

$$\Pi_{imp} = \delta \Sigma [(\delta \Sigma^*)^{-1} \mu^*]$$

$$\Pi_{imp} = \Sigma \Sigma^{*-1} \mu^* \qquad (18)$$

Para ilustrar esta propiedad, tomamos el mismo ejemplo expuesto en la tabla 5 y encontramos los retornos implícitos de ese *view,* armamos un nuevo *view* con estos retornos, que sea redundante con los 2 *views* originales del problema y vemos como este *view* no tiene impacto en el portafolio óptimo final.

Tabla 6

Índice	View1	View2	View 3	μ_4	Π	$\frac{W_{equ}}{(1+\tau)}$	W_4	W_3	*Dif*	*Dif 4-3*
US Treasury Master 1+	100,0%	0,0%	0,0%	4,3%	4,1%	22,6%	42,5%	42,5%	19,9%	0,0%
US Agency	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	3,0%	0,8%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	4,7%	4,4%	3,2%	3,2%	3,2%	0,0%	0,0%
Mortgage Master	0,0%	100,0%	0,0%	2,6%	2,3%	13,7%	32,1%	32,1%	18,4%	0,0%
US Corporate Master	0,0%	0,0%	-100,0%	4,3%	4,1%	15,3%	15,3%	15,3%	0,0%	0,0%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	100,0%	1,1%	1,0%	0,4%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%
Canada Govt	-16,4%	0,0%	0,0%	3,1%	3,2%	0,9%	-2,4%	-2,4%	-3,3%	0,0%
UK Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%
UK Govt 1+	-83,6%	0,0%	0,0%	4,1%	5,2%	4,5%	-12,1%	-12,1%	-16,6%	0,0%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%	0,0%	0,0%
Japan Govt 1+	0,0%	-100,0%	0,0%	1,0%	1,3%	19,3%	0,9%	0,9%	-18,4%	0,0%
Danish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	4,1%	0,3%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	2,8%	3,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	2,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	2,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,9%	0,9%	0,9%	0,0%	0,0%
Euro Govt 1+	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,5%	10,5%	10,5%	10,5%	0,0%	0,0%

En este ejercicio, el nuevo *view* es un portafolio corto en US Corporate Master y largo Supra National 1-3 que rinde -3,2%, que es lo que dice el retorno implícito de estos dos índices. Vemos que el portafolio óptimo de este ejercicio $\boldsymbol{W_4}$ es idéntico al portafolio óptimo del ejercicio anterior $\boldsymbol{W_3}$. Esto muestra que el modelo Back Litterman es capaz de reconocer información redundante e ignorarla para no afectar el portafolio óptimo resultante.

Hemos visto la aplicación del modelo y algunas de sus propiedades, que sin duda son clave para un inversionista. Los resultados son intuitivos con las intenciones del inversionista y lógicos desde un punto de vista pragmático. Los portafolios óptimos parten de un punto de equilibrio de mercado y toman desviaciones según las creencias del inversionista, desviaciones que son ponderadas teniendo en cuenta la confianza del inversionista en el *view*, la correlación entre el *view* y el mercado, y como mostramos en el último ejemplo, la correlación entre los distintos *views* del ejercicio.

Un aspecto clave en el ejercicio de asignación de activos es qué tan estable es la metodología usada, no solo ante cambios en los inputs, pero a través del tiempo. Un inversionista quiere que la metodología usada para estimar su portafolio óptimo sea estable a través del tiempo, esto es que los portafolios estimados varíen lo menos posible entre estimación y estimación, sin dejar de reflejar las condiciones del mercado y las creencias del inversionista. Los ejemplos mostrados en esta sección exponen propiedades importantes en un solo periodo de tiempo, por lo que el siguiente ejercicio será presentar la metodología Black Litterman inter temporalmente frente a la metodología de Markowitz. Esto se hará usando el *turnover* expuesto en la ecuación (17) de la sección anterior.

Para este ejercicio, se reducirá la muestra hasta diciembre de 2015 para hallar un portafolio óptimo vigente a enero 2016, luego se ampliará la muestra a enero de 2016 para hallar un portafolio óptimo vigente a febrero 2016 y así hasta abarcar la totalidad de la muestra, que culmina con un portafolio óptimo vigente a abril 2018. Este ejercicio arroja 28 portafolio que comprenden 28 meses consecutivos de resultados, luego se calculará el *turnover* mes a mes. La hipótesis es que los portafolios hallados con la metodología Black Litterman serán más estables que aquellos hallados sin ella. Para Black Litterman, suponemos que el inversionista mantiene el mismo *view* 1 de los ejemplos anteriores a lo largo del ejercicio.

En la Tabla 7 se presenta los portafolios óptimos usando la aproximación media varianza sin Black Litterman, con restricción de pesos positivos y la suma de pesos igual a 100%, y el *turnover* mes a mes con esta metodología. En la Tabla 8 se presenta los portafolios Black Litterman para la

misma ventana de tiempo y el *turnover* mes a mes con esta metodología. Los resultados son concluyentes.

Para el caso Markowitz, el *turnover* promedio es de 161.5% mensual con un máximo de 199,2%, por lo que, si el inversionista decide usar esta metodología para calcular su portafolio, tendría que cambiar en promedio, mes a mes, el 161,5% de su portafolio, y en el caso más ácido, 2 veces el total de su portafolio. Esto es inestable, ineficiente y costoso, las transacciones tienen un costo de comisión y en algunos casos, existen impuestos sobre las compras y ventas de activos, cambiar el portafolio en esta magnitud no tendría sentido financiero. El *turnover* elevado aparece aún cuando el ejercicio se restringió a solo pesos positivos y suma total de 100% en el uso de capital, sin estas restricciones, los resultados serían todavía mayores.

Ahora veamos los portafolios Black Litterman. El *turnover* promedio mensual es de solo 3.1% con un máximo de 10.3%. El cambio con respecto a Markowitz es contundente. Un inversionista que decida utilizar la metodología de Black Litterman incurrirá en costos de transacción mucho menores que los que incurriría en el caso anterior. Lo que de nuevo es un punto clave para un inversionista, ya que sus ganancias no serían contrarrestadas por costos operacionales.

Tabla 7

Índice	1-Jan-16	1-Feb-16	1-Mar-16	1-Apr-16	1-May-16	1-Jun-16	1-Jul-16	1-Aug-16	1-Sep-16	1-Oct-16
US Treasury Master 1+	0,40%	31,40%	2,60%	8,00%	0,80%	0,00%	0,40%	0,40%	0,60%	2,40%
US Agency	0,00%	0,80%	0,00%	0,00%	2,60%	0,00%	0,00%	0,20%	0,00%	0,00%
US 0-1	0,00%	0,80%	1,60%	0,60%	8,00%	3,40%	3,00%	6,00%	0,00%	0,20%
Mortgage Master	1,60%	0,00%	0,60%	0,60%	0,00%	0,00%	0,80%	0,40%	0,60%	0,20%
US Corporate Master	0,20%	1,00%	0,00%	7,80%	6,00%	0,00%	13,40%	14,80%	62,20%	0,00%
Supra National 1-3	2,60%	0,60%	22,80%	30,20%	6,80%	24,00%	0,00%	42,40%	3,00%	4,60%
Canada Govt	1,60%	0,00%	24,80%	46,20%	0,00%	0,00%	0,40%	2,00%	0,00%	0,00%
UK Govt 0-1	0,00%	0,80%	0,80%	0,00%	6,00%	14,00%	0,00%	4,20%	0,00%	0,60%
UK Govt 1+	0,00%	0,80%	5,20%	0,40%	10,40%	0,00%	44,80%	3,40%	1,40%	0,00%
Japan Govt 0-1	0,00%	0,60%	1,80%	2,60%	48,00%	0,40%	0,00%	4,00%	0,00%	10,40%
Japan Govt 1+	4,80%	1,20%	0,40%	0,40%	3,60%	0,60%	6,20%	0,00%	0,00%	7,40%
Danish Govt	5,00%	0,00%	5,20%	0,80%	4,20%	1,00%	2,00%	0,00%	25,60%	1,80%
Swedish Govt	0,00%	0,60%	0,00%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	1,40%	6,20%	0,00%
Swiss Govt	0,00%	16,20%	4,80%	0,40%	1,80%	4,20%	1,60%	0,60%	0,00%	18,00%
Norweigan Govt	15,80%	0,00%	3,80%	1,60%	1,00%	3,00%	0,00%	0,00%	0,40%	9,60%
New Zeland Gov	0,00%	7,00%	0,20%	0,00%	0,00%	0,20%	0,00%	2,20%	0,00%	0,00%
Euro Govt 0-1	0,00%	36,40%	25,40%	0,20%	0,00%	48,60%	1,80%	16,60%	0,00%	41,80%
Euro Govt 1+	68,00%	1,80%	0,00%	0,20%	0,40%	0,60%	25,60%	1,40%	0,00%	3,00%

Índice	1-Nov-16	1-Dec-16	1-Jan-17	1-Feb-17	1-Mar-17	1-Apr-17	1-May-17	1-Jun-17	1-Jul-17	1-Aug-17
US Treasury Master 1+	5,00%	7,80%	1,40%	50,00%	1,00%	1,40%	4,00%	0,00%	1,20%	0,00%
US Agency	0,00%	0,00%	1,80%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
US 0-1	0,20%	0,00%	49,60%	0,40%	1,80%	0,40%	0,00%	0,40%	7,80%	0,00%
Mortgage Master	0,00%	0,60%	0,00%	2,00%	6,20%	0,00%	54,80%	1,60%	17,00%	0,60%
US Corporate Master	0,20%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	26,80%
Supra National 1-3	7,40%	0,00%	0,00%	11,40%	0,00%	22,20%	0,00%	0,00%	0,60%	0,00%
Canada Govt	4,80%	4,80%	6,40%	0,00%	0,00%	40,60%	0,40%	11,80%	5,40%	1,80%
UK Govt 0-1	0,00%	33,80%	3,00%	0,00%	0,00%	5,80%	0,20%	61,40%	10,40%	46,60%
UK Govt 1+	8,00%	1,20%	0,60%	0,00%	0,00%	15,80%	3,80%	0,00%	0,20%	0,80%
Japan Govt 0-1	34,60%	0,00%	0,00%	0,00%	8,00%	2,20%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Japan Govt 1+	0,00%	3,60%	1,80%	0,20%	0,00%	8,80%	0,80%	0,00%	0,60%	0,00%
Danish Govt	25,40%	0,00%	0,00%	31,40%	42,20%	0,00%	0,40%	0,00%	12,20%	0,00%
Swedish Govt	4,40%	3,00%	3,60%	0,00%	0,00%	0,00%	2,60%	2,60%	9,40%	0,00%
Swiss Govt	0,00%	0,00%	21,60%	0,00%	0,00%	0,00%	3,80%	16,60%	9,20%	0,00%
Norweigan Govt	10,00%	0,00%	2,80%	2,40%	8,80%	0,00%	0,20%	0,00%	1,20%	0,00%
New Zeland Gov	0,00%	21,60%	0,00%	0,20%	0,00%	2,80%	22,20%	2,80%	24,60%	0,80%
Euro Govt 0-1	0,00%	10,80%	7,00%	0,00%	1,80%	0,00%	1,00%	1,00%	0,00%	22,60%
Euro Govt 1+	0,00%	12,40%	0,40%	0,80%	30,20%	0,00%	1,80%	1,80%	0,20%	0,00%

Índice	1-Sep-17	1-Oct-17	1-Nov-17	1-Dec-17	1-Jan-18	1-Feb-18	1-Mar-18	1-Apr-18
US Treasury Master 1+	8,60%	2,20%	0,00%	0,00%	11,80%	0,00%	0,20%	27,60%
US Agency	0,20%	0,00%	0,00%	44,40%	9,00%	0,00%	0,00%	0,00%
US 0-1	0,00%	0,00%	0,00%	4,40%	0,20%	0,00%	2,20%	0,00%
Mortgage Master	2,00%	5,00%	2,80%	0,00%	4,80%	50,40%	0,00%	21,20%
US Corporate Master	0,00%	0,00%	2,80%	26,80%	0,80%	0,20%	0,00%	0,00%
Supra National 1-3	0,00%	0,00%	35,80%	0,00%	5,20%	8,80%	0,80%	0,00%
Canada Govt	52,60%	1,20%	0,00%	1,00%	10,60%	26,80%	8,20%	0,00%
UK Govt 0-1	23,40%	0,00%	24,00%	0,40%	10,60%	0,00%	0,00%	0,00%
UK Govt 1+	2,60%	0,20%	0,00%	14,80%	12,20%	3,60%	0,00%	1,00%
Japan Govt 0-1	7,00%	2,40%	1,00%	0,20%	0,40%	6,40%	19,80%	0,00%
Japan Govt 1+	0,00%	12,80%	0,40%	0,00%	0,60%	0,00%	4,20%	0,00%
Danish Govt	0,00%	0,60%	0,20%	0,00%	2,80%	0,40%	0,00%	7,40%
Swedish Govt	0,00%	61,40%	0,00%	0,00%	0,60%	0,00%	61,60%	0,20%
Swiss Govt	1,20%	0,20%	0,00%	0,00%	5,40%	2,80%	1,20%	0,00%
Norweigan Govt	0,00%	10,20%	33,00%	6,40%	2,60%	0,00%	0,00%	4,00%
New Zeland Gov	0,00%	3,80%	0,00%	1,60%	19,00%	0,00%	1,80%	0,00%
Euro Govt 0-1	2,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	0,00%	0,00%
Euro Govt 1+	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,40%	0,00%	0,00%	38,60%

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
US Treasury Master 1+	31,0%	28,8%	5,4%	7,2%	0,8%	0,4%	0,0%	0,2%	1,8%
US Agency	0,8%	0,8%	0,0%	2,6%	2,6%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%
US 0-1	0,8%	0,8%	1,0%	7,4%	4,6%	0,4%	3,0%	6,0%	0,2%
Mortgage Master	1,6%	0,6%	0,0%	0,6%	0,0%	0,8%	0,4%	0,2%	0,4%
US Corporate Master	0,8%	1,0%	7,8%	1,8%	6,0%	13,4%	1,4%	47,4%	62,2%
Supra National 1-3	2,0%	22,2%	7,4%	23,4%	17,2%	24,0%	42,4%	39,4%	1,6%
Canada Govt	1,6%	24,8%	21,4%	46,2%	0,0%	0,4%	1,6%	2,0%	0,0%
UK Govt 0-1	0,8%	0,0%	0,8%	6,0%	8,0%	14,0%	4,2%	4,2%	0,6%
UK Govt 1+	0,8%	4,4%	4,8%	10,0%	10,4%	44,8%	41,4%	2,0%	1,4%
Japan Govt 0-1	0,6%	1,2%	0,8%	45,4%	47,6%	0,4%	4,0%	4,0%	10,4%
Japan Govt 1+	3,6%	0,8%	0,0%	3,2%	3,0%	5,6%	6,2%	0,0%	7,4%
Danish Govt	5,0%	5,2%	4,4%	3,4%	3,2%	1,0%	2,0%	25,6%	23,8%
Swedish Govt	0,6%	0,6%	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	1,4%	4,8%	6,2%
Swiss Govt	16,2%	11,4%	4,4%	1,4%	2,4%	2,6%	1,0%	0,6%	18,0%
Norweigan Govt	15,8%	3,8%	2,2%	0,6%	2,0%	3,0%	0,0%	0,4%	9,2%
New Zeland Gov	7,0%	6,8%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	2,2%	2,2%	0,0%
Euro Govt 0-1	36,4%	11,0%	25,2%	0,2%	48,6%	46,8%	14,8%	16,6%	41,8%
Euro Govt 1+	66,2%	1,8%	0,2%	0,2%	0,2%	25,0%	24,2%	1,4%	3,0%
Total	**191,6%**	**126,0%**	**86,0%**	**160,0%**	**157,2%**	**182,8%**	**150,4%**	**157,2%**	**188,0%**

Periodo	10	11	12	13	14	15	16	17	18
US Treasury Master 1+	2,6%	2,8%	6,4%	48,6%	49,0%	0,4%	2,6%	4,0%	1,2%
US Agency	0,0%	0,0%	1,8%	0,6%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,2%	49,6%	49,2%	1,4%	1,4%	0,4%	0,4%	7,4%
Mortgage Master	0,2%	0,6%	0,6%	2,0%	4,2%	6,2%	54,8%	53,2%	15,4%
US Corporate Master	0,2%	0,2%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Supra National 1-3	2,8%	7,4%	0,0%	11,4%	11,4%	22,2%	22,2%	0,0%	0,6%
Canada Govt	4,8%	0,0%	1,6%	6,4%	0,0%	40,6%	40,2%	11,4%	6,4%
UK Govt 0-1	0,6%	33,8%	30,8%	3,0%	0,0%	5,8%	5,6%	61,2%	51,0%
UK Govt 1+	8,0%	6,8%	0,6%	0,6%	0,0%	15,8%	12,0%	3,8%	0,2%
Japan Govt 0-1	24,2%	34,6%	0,0%	0,0%	8,0%	5,8%	1,8%	4,0%	0,0%
Japan Govt 1+	7,4%	3,6%	1,8%	1,6%	0,2%	8,8%	8,0%	0,8%	0,6%
Danish Govt	23,6%	25,4%	0,0%	31,4%	10,8%	42,2%	0,4%	0,4%	12,2%
Swedish Govt	4,4%	1,4%	0,6%	3,6%	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	6,8%
Swiss Govt	18,0%	0,0%	21,6%	21,6%	0,0%	0,0%	3,8%	12,8%	7,4%
Norweigan Govt	0,4%	10,0%	2,8%	0,4%	6,4%	8,8%	0,2%	0,2%	1,2%
New Zeland Gov	0,0%	21,6%	21,6%	0,2%	0,2%	2,8%	19,4%	19,4%	21,8%
Euro Govt 0-1	41,8%	10,8%	3,8%	7,0%	1,8%	1,8%	1,0%	0,0%	1,0%
Euro Govt 1+	3,0%	12,4%	12,0%	0,4%	29,4%	30,2%	1,8%	0,0%	1,6%
Total	**142,0%**	**171,6%**	**156,0%**	**188,0%**	**124,0%**	**192,8%**	**176,8%**	**171,6%**	**134,8%**

Periodo	19	20	21	22	23	24	25	26	27
US Treasury Master 1+	1,2%	8,6%	6,4%	2,2%	0,0%	11,8%	11,8%	0,2%	27,4%
US Agency	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	44,4%	35,4%	9,0%	0,0%	0,0%
US 0-1	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	4,2%	0,2%	2,2%	2,2%
Mortgage Master	16,4%	1,4%	3,0%	2,2%	2,8%	4,8%	45,6%	50,4%	21,2%
US Corporate Master	26,8%	26,8%	0,0%	2,8%	24,0%	26,0%	0,6%	0,2%	0,0%
Supra National 1-3	0,6%	0,0%	0,0%	35,8%	35,8%	5,2%	3,6%	8,0%	0,8%
Canada Govt	3,6%	50,8%	51,4%	1,2%	1,0%	9,6%	16,2%	18,6%	8,2%
UK Govt 0-1	36,2%	23,2%	23,4%	24,0%	23,6%	10,2%	10,6%	0,0%	0,0%
UK Govt 1+	0,6%	1,8%	2,4%	0,2%	14,8%	2,6%	8,6%	3,6%	1,0%
Japan Govt 0-1	0,0%	7,0%	4,6%	1,4%	0,8%	0,2%	6,0%	13,4%	19,8%
Japan Govt 1+	0,6%	0,0%	12,8%	12,4%	0,4%	0,6%	0,6%	4,2%	4,2%
Danish Govt	12,2%	0,0%	0,6%	0,4%	0,2%	2,8%	2,4%	0,4%	7,4%
Swedish Govt	9,4%	0,0%	61,4%	61,4%	0,0%	0,6%	0,6%	61,6%	61,4%
Swiss Govt	9,2%	1,2%	1,0%	0,2%	0,0%	5,4%	2,6%	1,6%	1,2%
Norweigan Govt	1,2%	0,0%	10,2%	22,8%	26,6%	3,8%	2,6%	0,0%	4,0%
New Zeland Gov	23,8%	0,8%	3,8%	3,8%	1,6%	17,4%	19,0%	1,8%	1,8%
Euro Govt 0-1	22,6%	20,2%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,6%	0,0%
Euro Govt 1+	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,4%	3,4%	0,0%	38,6%
Total	**172,4%**	**142,0%**	**183,6%**	**170,8%**	**180,4%**	**144,0%**	**144,0%**	**166,8%**	**199,2%**

Tabla 8

Índice	1-Jan-16	1-Feb-16	1-Mar-16	1-Apr-16	1-May-16	1-Jun-16	1-Jul-16	1-Aug-16	1-Sep-16	1-Oct-16
US Treasury Master 1+	80,66%	80,92%	79,63%	79,81%	77,24%	76,09%	74,42%	73,09%	68,64%	67,28%
US Agency	1,20%	1,18%	1,14%	1,11%	1,08%	1,06%	1,01%	1,01%	1,03%	1,01%
US 0-1	3,21%	3,24%	3,22%	3,15%	3,14%	3,18%	3,09%	3,11%	3,15%	3,17%
Mortgage Master	14,48%	14,43%	14,17%	13,97%	13,72%	13,88%	13,52%	13,43%	13,69%	13,58%
US Corporate Master	14,75%	14,67%	14,36%	14,53%	14,50%	14,70%	14,56%	14,79%	15,01%	14,93%
Supra National 1-3	0,37%	0,37%	0,35%	0,35%	0,33%	0,35%	0,34%	0,34%	0,35%	0,35%
Canada Govt	-8,42%	-8,43%	-8,27%	-8,34%	-7,97%	-7,76%	-7,53%	-7,33%	-6,59%	-6,41%
UK Govt 0-1	0,15%	0,25%	0,24%	0,24%	0,24%	0,24%	0,21%	0,21%	0,13%	0,23%
UK Govt 1+	-42,16%	-42,39%	-41,67%	-42,03%	-40,29%	-39,01%	-37,98%	-36,98%	-33,16%	-32,43%
Japan Govt 0-1	2,06%	2,02%	1,77%	2,08%	2,14%	1,74%	2,16%	2,14%	1,77%	2,16%
Japan Govt 1+	16,99%	17,06%	18,41%	18,17%	19,11%	18,85%	19,73%	19,59%	19,48%	19,55%
Danish Govt	0,26%	0,27%	0,27%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%	0,28%
Swedish Govt	0,20%	0,20%	0,20%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,19%	0,19%
Swiss Govt	0,24%	0,24%	0,25%	0,25%	0,24%	0,24%	0,23%	0,23%	0,22%	0,23%
Norweigan Govt	0,12%	0,12%	0,12%	0,13%	0,13%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,11%
New Zeland Gov	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,13%	0,13%
Euro Govt 0-1	0,99%	0,95%	0,97%	0,87%	1,05%	0,98%	0,85%	0,99%	0,89%	0,87%
Euro Govt 1+	10,03%	10,05%	9,97%	10,33%	9,96%	9,99%	9,93%	9,91%	9,93%	9,99%

Índice	1-Nov-16	1-Dec-16	1-Jan-17	1-Feb-17	1-Mar-17	1-Apr-17	1-May-17	1-Jun-17	1-Jul-17	1-Aug-17
US Treasury Master 1+	67,48%	70,23%	69,44%	68,81%	66,92%	67,10%	66,69%	67,19%	67,55%	67,42%
US Agency	1,02%	1,03%	1,01%	1,00%	0,99%	0,96%	0,95%	0,93%	0,90%	0,89%
US 0-1	3,24%	3,33%	3,34%	3,34%	3,36%	3,26%	3,28%	3,27%	3,23%	3,22%
Mortgage Master	13,82%	14,18%	14,37%	14,15%	14,29%	14,32%	14,24%	14,20%	13,94%	13,84%
US Corporate Master	15,11%	15,32%	15,45%	15,36%	15,43%	15,46%	15,41%	15,43%	15,61%	15,49%
Supra National 1-3	0,38%	0,39%	0,39%	0,40%	0,40%	0,41%	0,40%	0,41%	0,40%	0,38%
Canada Govt	-6,38%	-6,78%	-6,63%	-6,50%	-6,24%	-6,28%	-6,25%	-6,34%	-6,34%	-6,34%
UK Govt 0-1	0,22%	0,24%	0,14%	0,14%	0,14%	0,26%	0,26%	0,26%	0,26%	0,34%
UK Govt 1+	-32,67%	-34,54%	-33,75%	-33,27%	-31,71%	-31,94%	-31,64%	-32,10%	-32,26%	-32,45%
Japan Govt 0-1	2,12%	1,65%	1,93%	1,96%	1,63%	2,05%	2,02%	1,68%	2,03%	2,03%
Japan Govt 1+	19,35%	18,65%	18,08%	18,53%	18,77%	18,51%	18,55%	18,63%	18,15%	18,36%
Danish Govt	0,28%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,26%	0,27%	0,27%
Swedish Govt	0,18%	0,18%	0,19%	0,19%	0,19%	0,19%	0,19%	0,19%	0,20%	0,20%
Swiss Govt	0,23%	0,23%	0,23%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%
Norweigan Govt	0,11%	0,11%	0,11%	0,11%	0,12%	0,11%	0,11%	0,11%	0,12%	0,12%
New Zeland Gov	0,12%	0,13%	0,11%	0,11%	0,11%	0,11%	0,10%	0,11%	0,11%	0,11%
Euro Govt 0-1	0,98%	0,95%	0,85%	0,86%	0,87%	0,76%	0,94%	0,95%	0,89%	1,01%
Euro Govt 1+	9,65%	9,69%	9,73%	9,58%	9,52%	9,51%	9,53%	9,83%	9,96%	10,11%

Índice	1-Sep-17	1-Oct-17	1-Nov-17	1-Dec-17	1-Jan-18	1-Feb-18	1-Mar-18	1-Apr-18
US Treasury Master 1+	67,68%	68,02%	67,68%	67,94%	67,70%	69,65%	68,99%	68,93%
US Agency	0,89%	0,87%	0,86%	0,86%	0,84%	0,81%	0,81%	0,79%
US 0-1	3,27%	3,26%	3,29%	3,31%	3,29%	3,29%	3,30%	3,19%
Mortgage Master	13,87%	13,96%	13,93%	13,87%	13,92%	13,61%	13,70%	13,70%
US Corporate Master	15,65%	15,76%	15,84%	15,74%	15,82%	15,50%	15,36%	15,30%
Supra National 1-3	0,38%	0,37%	0,35%	0,36%	0,36%	0,36%	0,37%	0,38%
Canada Govt	-6,38%	-6,46%	-6,39%	-6,48%	-6,43%	-6,76%	-6,71%	-6,73%
UK Govt 0-1	0,22%	0,23%	0,23%	0,23%	0,23%	0,24%	0,12%	0,24%
UK Govt 1+	-32,71%	-33,03%	-32,68%	-33,08%	-32,85%	-34,57%	-34,19%	-34,18%
Japan Govt 0-1	1,68%	2,06%	2,02%	1,74%	2,05%	2,04%	1,70%	2,11%
Japan Govt 1+	18,56%	18,17%	18,14%	18,55%	18,21%	18,74%	19,59%	19,28%
Danish Govt	0,28%	0,28%	0,28%	0,27%	0,27%	0,26%	0,26%	0,26%
Swedish Govt	0,21%	0,21%	0,20%	0,20%	0,21%	0,21%	0,20%	0,17%
Swiss Govt	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%	0,22%	0,21%	0,21%
Norweigan Govt	0,13%	0,12%	0,12%	0,12%	0,12%	0,13%	0,13%	0,13%
New Zeland Gov	0,11%	0,11%	0,10%	0,10%	0,11%	0,11%	0,11%	0,09%
Euro Govt 0-1	0,89%	0,79%	0,92%	0,95%	0,86%	0,91%	0,92%	0,85%
Euro Govt 1+	10,29%	10,30%	10,11%	10,35%	10,33%	10,47%	10,37%	10,51%

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
US Treasury Master 1+	0,3%	1,3%	0,2%	2,6%	1,2%	1,7%	1,3%	4,5%	1,4%
US Agency	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Mortgage Master	0,1%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%
US Corporate Master	0,1%	0,3%	0,2%	0,0%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Canada Govt	0,0%	0,2%	0,1%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%	0,7%	0,2%
UK Govt 0-1	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
UK Govt 1+	0,2%	0,7%	0,4%	1,7%	1,3%	1,0%	1,0%	3,8%	0,7%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,2%	0,3%	0,1%	0,4%	0,4%	0,0%	0,4%	0,4%
Japan Govt 1+	0,1%	1,3%	0,2%	0,9%	0,3%	0,9%	0,1%	0,1%	0,1%
Danish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%
Euro Govt 1+	0,0%	0,1%	0,4%	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
Total	**1,0%**	**4,5%**	**2,1%**	**6,6%**	**3,9%**	**5,1%**	**3,2%**	**10,3%**	**3,2%**

Periodo	10	11	12	13	14	15	16	17	18
US Treasury Master 1+	0,2%	2,8%	0,8%	0,6%	1,9%	0,2%	0,4%	0,5%	0,4%
US Agency	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
US 0-1	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Mortgage Master	0,2%	0,4%	0,2%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,3%
US Corporate Master	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Canada Govt	0,0%	0,4%	0,2%	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
UK Govt 0-1	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
UK Govt 1+	0,2%	1,9%	0,8%	0,5%	1,6%	0,2%	0,3%	0,5%	0,2%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,5%	0,3%	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%	0,3%	0,4%
Japan Govt 1+	0,2%	0,7%	0,6%	0,5%	0,2%	0,3%	0,0%	0,1%	0,5%
Danish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%
Euro Govt 1+	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%
Total	**1,7%**	**7,0%**	**3,2%**	**2,2%**	**4,6%**	**1,6%**	**1,2%**	**1,9%**	**2,1%**

Periodo	19	20	21	22	23	24	25	26	27
US Treasury Master 1+	0,1%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	2,0%	0,7%	0,1%
US Agency	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
US 0-1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Mortgage Master	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,0%
US Corporate Master	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%
Supra National 1-3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Canada Govt	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,0%
UK Govt 0-1	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
UK Govt 1+	0,2%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,2%	1,7%	0,4%	0,0%
Japan Govt 0-1	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,3%	0,4%
Japan Govt 1+	0,2%	0,2%	0,4%	0,0%	0,4%	0,3%	0,5%	0,8%	0,3%
Danish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swedish Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Swiss Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Norweigan Govt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
New Zeland Gov	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Euro Govt 0-1	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
Euro Govt 1+	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Total	**1,2%**	**1,8%**	**1,9%**	**1,4%**	**1,9%**	**1,5%**	**5,4%**	**2,8%**	**1,4%**

5. Conclusiones

Cuando se deben tomar decisiones de asignación de activos, los inversionistas buscan un modelo flexible, en el que puedan incorporar la información de la que disponen, el cual arroje resultados aplicables e intuitivos y que su implementación no represente costos operativos o computacionales elevados. Black Litterman se presenta como una solución a los problemas de los inversionistas, aplicándose en el sector real desde su publicación en 1992 hasta la fecha.

Usando Black Litterman, un inversionista sin un *view* particular invertiría en el portafolio de mercado ajustado por el nivel de confianza. Cuando él tiene una creencia de retornos futuros, Black Litterman le permite direccionar el portafolio óptimo para que sus pesos reflejen su creencia.

Debido a la naturaleza del problema y a la metodología aplicada, los portafolios óptimos del modelo de Black Litterman son diversificados, sin soluciones de esquina y sin pesos extremos que pueden parecer poco intuitivos. El tener un punto de partida como el portafolio de mercado y unos *views* que solo generen pequeñas desviaciones de este portafolio, hace que los resultados sean fáciles de interpretar y de implementar.

En los ejemplos de la sección anterior, se mostró como los pesos del portafolio final solo se ven alterados, con respecto al portafolio de mercado ajustado, en los activos a los que se les asigna *views.* Lo que tiene sentido, puesto que si no tengo una creencia particular sobre otros activos no es imperativo cambiar su peso. El inversionista también puede usar la matriz Ω para

expresar su incertidumbre sobre los *views*, el portafolio que resulte de ese ejercicio va a reflejar esa incertidumbre.

En el último ejemplo, se presentó una característica importante para el inversionista y es la estabilidad del modelo en diferentes periodos de tiempo, los resultados fueron positivos y reafirman por qué Black Litterman es más usado en la práctica que su predecesor Markowitz, por su alta volatilidad y los costos transaccionales que generaría aplicarlo.

Desde su publicación original, investigaciones y distintas aplicaciones del modelo se han seguido desarrollando, desde documentos detallando cada uno de los parámetros, hasta aproximaciones totalmente distintas al problema. No cabe duda de que es un modelo que sigue siendo explorado desde diferentes puntos de vista y que se mantiene vigente.

6. Bibliografía

Harry Markowitz. Portfolio Selection. *The Journal of Finance,Vol 7,* March 1952

Fischer Black & Robert Litterman. Global portfolio optimization. *Financial Analyst Journal,* September – October 1992.

Guangliang He & Robert Litterman. The intuition behind Black-Litterman model portfolios. October 2002

Thomas M. Idzorek, CFA. A step-by-step guide to the Black-Litterman model, incorporating user-specified confidence levels. Abril 2005

Dimitris Bertsimas, Vishal Gupta & Ioannis CH. Paschalids. Inverse Optimization: A new perspective on the Black Litterman model. November 2012