

# Modelos multifactores macroeconómicos desde la perspectiva del *Arbitrage Pricing Theory* (APT)\*

(Recibido: 12/junio/2014–Aceptado: 03/julio/2014)

*Elitania Leyva Rayón*\*\*

## Resumen

El planteamiento de un modelo multifactor macroeconómico desde la perspectiva del APT requiere de una adecuada selección de los factores de riesgo, éstos deben tener fácil interpretación, ser robustos en el tiempo y explicar tanto como sea posible la variación de los precios de los activos. Con ello, se busca modelar las rentabilidades de los activos como funciones de innovaciones macroeconómicas. Por lo anterior, este trabajo presenta los fundamentos teóricos que sustentan a un modelo macroeconómico enmarcado en una estructura APT, contrastando las bondades de su uso frente a otros modelos multifactores y destacando los riesgos que son representados por las innovaciones macroeconómicas. El objetivo es establecer las bases de un modelo multifactor que permita determinar la influencia que los factores de riesgo macroeconómico tienen sobre las rentabilidades de los activos.

**Palabras clave:** modelos multiplicadores, factores de riesgo macroeconómico, innovaciones macroeconómicas.

**Clasificación JEL:** B41, C51, E44, G12.

\* Este trabajo forma parte de mi Tesis Doctoral con Premio Extraordinario realizada bajo la tutela del Dr. Prosper Lamothe Fernández en la Universidad Autónoma de Madrid, España.

\*\* Profesora de Tiempo Completo, Departamento de Economía, Escuela de Negocios. Fundación Universidad de las Américas Puebla. e-mail: (elitania.leyva@udlap.mx).

## Introducción

Desde el influyente trabajo de Chan, Chen y Hsieh (1985) sobre el análisis de factores de riesgo macroeconómico que afectan a las rentabilidades de las diferentes clases de activos quedó asentada la importancia de los modelos multifactores macroeconómicos desde la perspectiva del *Arbitrage Pricing Theory* (APT). A partir de su trabajo, diversos investigadores comenzaron a modelar las rentabilidades de los activos como funciones de innovaciones macroeconómicas construidas a partir de conjuntos de variables macroeconómicas consideradas fuerzas exógenas.

No obstante, es muy importante seleccionar un apropiado conjunto de factores macroeconómicos para el planteamiento de un modelo multifactor macroeconómico desde la perspectiva del APT, ya que se requieren factores que tengan fácil interpretación, que sean robustos en el tiempo y que expliquen tanto como sea posible la variación de los precios de los activos, y por tanto, sus rentabilidades. La importancia de los modelos macroeconómicos es superior a la de los modelos estadísticos y fundamentales debido a que los factores de riesgo macroeconómico son definidos por la teoría económica y son observados independientemente de los precios de los activos.

Por lo anterior, el propósito de este trabajo es presentar los fundamentos teóricos a considerar para el adecuado planteamiento de un modelo multifactor macroeconómico enmarcado dentro de una estructura APT, destacando las bondades de su uso frente a los otros dos tipos de modelos que existen, así como señalar las principales características de los riesgos que son representados por las innovaciones macroeconómicas. Lo anterior con el objetivo de establecer las bases de un modelo que permita determinar la dirección y significancia de la influencia que los factores de riesgo macroeconómico tienen sobre las rentabilidades de las diferentes clases de activos.

El resto del trabajo se desarrolla de la siguiente manera. En la sección 1 se presenta una visión general del APT. En la sección 2 se exponen los tipos de modelos multifactores desde la perspectiva del APT empleados en el análisis de las rentabilidades de las diferentes clases de activos. En la sección 3 se exponen los fundamentos teóricos del poder explicativo superior de los modelos multifactores macroeconómicos enmarcados en una estructura APT. En la sección 4 se presentan las principales características a considerar en el proceso de selección del conjunto de factores de riesgo macroeconómico. En la sección 5 se describe la construcción de las innovaciones macroeconómicas. Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

## 1. Arbitrage Princig Theory: una visión general

En la actualidad existen únicamente dos teorías que proveen de un fundamento riguroso para calcular el equilibrio entre el riesgo y la rentabilidad de los activos: el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) de William Sharpe (1964) y el modelo alternativo APT introducido por Stephen A. Ross (1976). El CAPM señala que existe un solo riesgo no diversificable que influye sobre las rentabilidades de los activos: el riesgo de mercado.<sup>1</sup> Mientras que el APT es más general que el CAPM, ya que acepta una variedad de diferentes fuentes de riesgo llamados riesgos sistemáticos o generalizados. El CAPM y el APT coinciden en que existen muchas y diferentes fuerzas económicas comunes que pueden influir en la rentabilidad de cualquier activo. Aunque estos efectos idiosincrásicos tienden a compensarse en los grandes y bien diversificados portafolios, existen riesgos que no se eliminan con la diversificación<sup>2</sup> (Burmeister, Roll y Ross, 2003).

Por otra parte, el reducido número de restricciones del APT en relación con el CAPM, hace que el primero sea más atractivo para los investigadores empíricos (Burmeister, Roll y Ross, 2003). Para el CAPM, el riesgo sistemático está representado por la rentabilidad del portafolio de mercado, mientras que para el APT, con una visión más amplia, este riesgo es explicado por otros factores de riesgo además de la rentabilidad de un portafolio de mercado. De manera que, el CAPM podría ser visto como un caso especial del modelo alternativo y más general APT (Rubio, 1987).

Por lo anterior, el APT es comúnmente presentado como una alternativa al CAPM, ya que entre las alegaciones del CAPM se encuentran sus hipótesis poco realistas y sus deficiencias empíricas.<sup>3</sup> En su crítica al CAPM, Roll (1977) argumentó que el portafolio del mercado no es observable y aunque suele ser aproximado por índices de mercado, éstos no tienen una media-varianza eficiente, y por tanto, en las implementaciones usuales del CAPM en las que se utilizan estos índices las betas no explican con exactitud las rentabilidades, y sólo se evalúa la eficiencia del índice de mercado empleado. Groenewold y Fraser (1997) mencionan que esto le da fuerza y debilidad al moldeo APT, fuerza en los trabajos empíricos dado que permite al investigador seleccionar cualquier factor que provea la mejor explicación para una muestra particular, y debilidad en la práctica porque, en contraste con el CAPM, no

<sup>1</sup> El riesgo de mercado o riesgo sistemático depende sólo de la exposición al mercado (medido por beta).

<sup>2</sup> El riesgo sistemático constituye la base teórica para desarrollar los modelos de valoración de activos. Sin embargo, lo que diferencia a un modelo de otro es como representan y cuantifican este riesgo (Rubio, 1987).

<sup>3</sup> No obstante, el APT está muy lejos de sustituir al CAPM, debido a que el APT por sí mismo no identifica los factores relevantes para la valoración de activos (Fuentes, Gregoire y Zurita, 2005).

puede explicar la variación de las rentabilidades de los activos en términos de un limitado número de factores fácilmente identificables.

Burmeister, Roll y Ross (2003) señalan que el APT posee un poder explicativo superior al del CAPM debido a que incluye múltiples factores para explicar las rentabilidades, los cuales utilizan primas de riesgo para la explicación de las rentabilidades esperadas. Además, el APT es completamente general y no especifica cuáles son esos riesgos sistemáticos, o cuántos son, ya que existen muchas fuentes de riesgo que impactan en las rentabilidades de los activos. Estos riesgos se derivan de cambios no anticipados en las variables económicas (como confianza del inversor, tipos de interés, índice de mercado, inflación y actividad real) y cualquier activo está expuesto a ellos.

Sin embargo, lo anterior también es una desventaja del APT frente al CAPM, ya que no define ni el número ni el tipo de los factores de riesgo sistemático que determinan los precios de los activos. En respuesta, Berry, Burmeister y McElroy (1988) argumentan que las variables económicas que son candidatas legítimas de ser factores de riesgo en un contexto APT deben poseer tres importantes características: 1) Al inicio de cualquier periodo, el factor debe ser completamente no predecible por el mercado;<sup>4</sup> 2) Cada factor debe tener una influencia generalizada sobre las rentabilidades de los activos, es decir, los eventos de una empresa específica no pueden constituir un factor legítimo; y 3) Los factores relevantes deben influenciar las rentabilidades esperadas (precios diferentes de cero).

El APT divide al riesgo de un activo en dos partes: sistemático y no sistemático. Mientras que el segundo riesgo puede disminuir mediante una adecuada diversificación, el primero no, ya que es inherente al propio mercado. Bajo esta presunción, el APT propone una relación lineal entre las rentabilidades esperadas y un número indefinido de factores comunes, asumiendo la hipótesis de expectativas homogéneas entre los inversores, la maximización de la utilidad de los inversores con aversión al riesgo y un mercado de capitales perfectamente competitivo sin oportunidades de arbitraje (Erdinç, 2003).

Por tanto, el APT asume que las oportunidades de obtener beneficios del arbitraje son rápidamente eliminadas a través de las fuerzas competitivas de los mercados, es decir, un inversor no puede ganar una rentabilidad esperada positiva sobre cualquier combinación de activos sin incurrir en algunos riesgos y sin hacer algunas inversiones netas.<sup>5</sup> El APT modela la discrepancia entre la rentabilidad rea-

<sup>4</sup> No obstante, señalan que no siempre se puede afirmar la no predicción de alguno de los factores del conjunto de factores de riesgo elegido, sobre todo si están medidos en una base diaria o semanal, y es posible que alguno de esos factores también pueda ser pronosticado sobre una base mensual.

<sup>5</sup> Esta idea es una condición de equilibrio para los mercados de capitales análoga a “oferta igual a demanda”.

lizada de cualquier activo y su rentabilidad esperada como una función lineal de las realizaciones de los factores de riesgo relevantes más las rentabilidades resultantes de los eventos específicos del activo<sup>6</sup> (Berry, Burmeister y McElroy, 1988).

Aunque algunas formulaciones teóricas del APT pueden ser intelectualmente más demandantes que el CAPM, los fundamentos intuitivos básicos detrás del APT son fáciles de comprender. Además, es importante mencionar que el APT proporciona a la gestión de un portafolio una gran variedad de nuevas herramientas para controlar los riesgos y mejorar el desempeño del portafolio (Burmeister, Roll y Ross, 2003).

Finalmente, dado que el APT no especifica cuáles son los factores de riesgo a los que se exponen las rentabilidades de los activos, se han desarrollado 3 métodos para determinarlos. El primero se refiere a las variables macroeconómicas, las cuales son seleccionadas para estimar la sensibilidad de los activos a estas variables y verificar si explican la rentabilidad de los activos en corte transversal. El segundo es el análisis factorial, que consiste en extraer los factores de un conjunto de activos. Y el tercer método se refiere a las características de las empresas o variables fundamentales, que utiliza anomalías presentes en las rentabilidades, como el efecto tamaño. La ventaja principal del primer método sobre los otros dos, es que permite la interpretación económica de los factores (Fuentes, Gregoire y Zurita, 2005).

Una vez presentada la visión general del APT, en la siguiente sección se exponen los tipos de modelos multifactores dentro de un contexto APT empleados en el estudio de los factores de riesgo que influyen sobre las rentabilidades de los activos, destacando las ventajas de los modelos macroeconómicos.

## **2. Modelos multifactores: macroeconómicos, estadísticos y fundamentales**

Los modelos multifactores enmarcados dentro de una estructura APT que se emplean en el estudio de las rentabilidades de los activos que se negocian en diversos mercados pueden ser divididos en tres tipos: macroeconómicos, estadísticos y fundamentales. Por un lado, los modelos multifactores macroeconómicos utilizan series de tiempo de variables económicas observables tales como la inflación y los tipos de interés, como medidas de crisis generalizadas en las rentabilidades de los activos.<sup>7</sup> Por otro lado, los modelos multifactores estadísticos<sup>8</sup> derivan sus factores

<sup>6</sup> En otras palabras, el APT predice que la tasa de rentabilidad esperada sobre un activo es igual a la tasa de rentabilidad libre de riesgo más la suma de las cantidades de los diferentes tipos de riesgo inherentes a dicho activo y el término de error específico del activo.

<sup>7</sup> A lo largo de este trabajo se describe el adecuado planteamiento de los modelos multifactores macroeconómicos de acuerdo con diversos autores.

<sup>8</sup> Referencias a este tipo de modelos se encuentran en Chen (1983), Connor y Korajczyk (1988), Roll y Ross (1980), entre otros.

a partir de un análisis factorial o de un análisis de componentes principales aplicado a un panel de datos referido a las rentabilidades de los activos. Mientras que los modelos multifactores fundamentales<sup>9</sup> utilizan las rentabilidades de las carteras asociadas a atributos observables de los activos tales como la rentabilidad de los dividendos, el tamaño de la empresa, la ratio *book-to-market*<sup>10</sup> e identificadores industriales (Connor, 1995).

**Tabla 1**  
**Descripción general de los procedimientos empíricos para los tres tipos de modelos multifactores enmarcados dentro de una estructura APT**

<i>Tipo de Modelo Multifactor</i>	<i>Información requerida</i>	<i>Técnicas de Estimación</i>	<i>Resultados</i>
1) Macroeconómico	Rentabilidades de activos y variables macroeconómicas	Regresiones en Series de Tiempo	Factores betas de los activos
2) Estadístico	Rentabilidades de Activos	Regresiones interactivas en Series de Tiempo y en Sección Cruzada	Factores estadísticos y factores betas de los activos
3) Fundamental	Rentabilidades de Activos y características o atributos de los activos	Regresiones en Sección Cruzada	Factores fundamentales

Fuente: Extraído de Connor (1995).

Sin embargo, Connor (1995) señala que existe cierta confusión en los límites de la clasificación de los modelos multifactores. Para aclarar la distinción entre los tres tipos de modelos, su relación puede ser descrita en términos de información, técnicas de estimación y resultados obtenidos (Tabla 1). En todos los casos, la estimación del modelo multifactor involucra regresiones en series de tiempo o en sección cruzada, o ambas. Los tres tipos de modelos no son necesariamente incompatibles, ya que en ausencia de la estimación del error y sin límites en la disponibilidad de los datos, los tres modelos son simplemente regularizaciones o rotaciones de otros. Desde este punto de vista, los tres tipos de modelos no están en conflicto y todos pueden prevalecer simultáneamente.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Entre la literatura sobre el uso de modelos multifactores fundamentales destacan los trabajos de Banz (1981), Basu (1983), Bhandari (1988), Chan, Hamao y Lakonishok (1991), Fama y French (1992, 1993), entre otros.

<sup>10</sup> Esta variable se refiere al cociente entre el valor contable y el valor de mercado de una empresa.

<sup>11</sup> Connor (1995) también argumenta que un modelo basado en una combinación de factores macroeconómicos y factores estadísticos puede ser medido sin el término error, en cuyo caso las dos representaciones de factores podrían diferir únicamente si se rotaran los factores estadísticos, los cuales pueden ser linealmente recombinados para hacerlos idénticos a los factores macroeconómicos.

De manera que, en la selección de los factores de riesgo para el planteamiento de un modelo multifactor, pueden ser utilizadas tres aproximaciones. En la primera, la teoría económica y el conocimiento sobre mercados financieros pueden ser usados para especificar los factores de riesgo como medidas de datos macroeconómicos; en la segunda, los factores pueden ser calculados utilizando técnicas estadísticas tales como el análisis factorial y el análisis de componentes principales; y en la tercera, pueden ser usadas como factores diferentes carteras bien diversificadas. Cada una de estas aproximaciones tiene su mérito y es apropiada para ciertos tipos de análisis. En particular, la segunda aproximación es útil para determinar el número de factores relevantes.<sup>12</sup> Sin embargo, esta técnica tiene una difícil interpretación, ya que no existe una única combinación lineal de los factores extraídos. Además, dada su naturaleza no tienen una interpretación económica y aun cuando la tuviera, ésta podría cambiar en el tiempo. La tercera aproximación puede dar ideas, especialmente si la cartera representa diferentes estrategias que son factibles para un inversor o pueda perseguirlas a bajo costo (Burmeister, Roll y Ross, 2003).

La principal ventaja de la primera aproximación es que proporciona un conjunto intuitivo de factores que admite interpretaciones económicas de las exposiciones al riesgo y de la prima de riesgo. Desde un punto de vista puramente estadístico, esta aproximación tiene la ventaja de utilizar información económica además de las rentabilidades. Esta información adicional (por ejemplo, información sobre la inflación) lleva a estimaciones económicas con mejores propiedades, pero en la medida en que las variables macroeconómicas son medidas con errores, estas ventajas disminuyen. Seleccionar un conjunto apropiado de factores macroeconómicos es más un arte que una ciencia, ya que se requieren factores que tengan fácil interpretación, sean robustos en el tiempo y expliquen tanto como sea posible la variación de las rentabilidades de los activos (Burmeister, Roll y Ross, 2003).

En esta línea, Burmeister y McElroy (1988) señalan que las ventajas de utilizar factores macroeconómicos frente a la utilización de factores estadísticos son varias, pero principalmente dos: 1) los factores y los precios en principio pueden ofrecer interpretaciones económicas, mientras que en el análisis factorial los factores extraídos son desconocidos o no observados; y 2) en lugar de utilizar sólo los precios de los activos para explicar sus precios (lo que hace el análisis factorial), los factores macroeconómicos observados introducen información adicional vinculando el comportamiento del precio del activo a los eventos macroeconómicos.

<sup>12</sup> Connor y Korajczyk (1993) proponen una prueba para determinar el número apropiado de factores extraídos para la aplicación de modelos estadísticos.

Por último, Azeez y Yonezawa (2006) argumentan que dado que no hay una guía teórica formal en la selección del grupo apropiado de factores macroeconómicos, una posible selección podría estar basada en la hipótesis general de que las rentabilidades de los activos están influenciadas por las variables macroeconómicas. Así, cualquier cambio en dichas variables podría provocar cambios en las percepciones del inversor sobre los flujos de fondos futuros y por tanto afectar los precios actuales de los activos. Mencionan que es importante prestar mayor atención a aquellos factores que han resultado ser relevantes en otros estudios, y para los que existen razones teóricas. Destacan que en la actualidad la afirmación de que las variables macroeconómicas conducen el movimiento de los precios de los activos es una teoría ampliamente aceptada.

A continuación se presentan las principales características de los modelos multifactores macroeconómicos utilizados para investigar la influencia de los factores de riesgo macroeconómico sobre las rentabilidades de las diferentes clases de activos.

### 3. Modelos multifactores macroeconómicos

Para diferenciar los modelos multifactores macroeconómicos de los estadísticos y de los fundamentales, Connor (1995) destaca que los macroeconómicos son del tipo más intuitivo, ya que emplean variables económicas observables como la tasa de cambio en la producción industrial, el exceso de rentabilidad de los bonos del gobierno a largo plazo en relación con los bonos del gobierno a corto plazo y, la rentabilidad realizada de los bonos de empresas de baja calificación en relación con la rentabilidad de los bonos de empresas de alta calificación.<sup>13</sup> La rentabilidad aleatoria de cada una de estas variables es asumida para responder linealmente a los *shocks* macroeconómicos. Por tanto, en un modelo multifactor macroeconómico, los factores son definidos por la teoría económica y son observados independientemente de las rentabilidades de los activos.<sup>14</sup>

Sin embargo, como en todos los modelos multifactores, cada activo también tiene una parte de su rentabilidad que no está relacionada con los factores, las sensibilidades lineales de la rentabilidad de los activos hacia los factores son los “betas” del activo. Los modelos macroeconómicos y los modelos estadísticos estiman las betas de los activos mediante regresiones en series de tiempo que requieren

<sup>13</sup> Esta última relación se conoce como *risk premium*.

<sup>14</sup> Bilson, Brailsford y Hooper (2001) afirman que la mayoría de los estudios sobre los modelos macroeconómicos están enfocados hacia los mercados desarrollados por su mayor grado de integración.



de una historia larga y estable de rentabilidades. Un inconveniente de los modelos macroeconómicos es que requieren de la identificación y medida de los *shocks* generales que afectan a las rentabilidades de los activos. No obstante, una gran ventaja es que logran capturar las fuentes de riesgo generalizadas (Connor, 1995).

Un esfuerzo considerable para vincular los mercados de activos con la macroeconomía es propuesto en el importante trabajo de Chen, Roll y Ross (1986), quienes señalan que desde la perspectiva de la teoría de los mercados eficientes y la teoría de las expectativas racionales intertemporales de valoración de activos, los precios de los activos dependen de sus exposiciones a las “variables de estado” que describe la economía.<sup>15</sup> Argumentan que los precios de los activos reaccionan sensiblemente a las noticias económicas sistemáticas, ya que están influenciados por una gran variedad de eventos no anticipados. Mencionan que los movimientos en los precios de los activos sugieren la presencia de influencias exógenas subyacentes.<sup>16</sup> Por tal motivo, ofrecen una guía teórica en la elección de variables económicas que mejor actúen como variables de estado generalizadas,<sup>17</sup> ya que dado el argumento de diversificación implícito en la teoría de los mercados de capitales, únicamente las variables de estado económicas generales podrán influir en los precios de los mercados de activos. Afirman que aunque no existe una teoría que pueda argumentar satisfactoriamente la relación entre los mercados financieros y la macroeconomía en una sola dirección, los precios de los activos son usualmente considerados como respuestas a fuerzas externas, lo que significa que en sentido esencial estos precios responden a los cambios en las variables económicas.

Estos autores argumentan que variables macroeconómicas como la inflación, la producción industrial, el diferencial entre los tipos de interés de los bonos de gobierno de largo plazo y los de corto plazo, y el diferencial entre los tipos de interés de las empresas de mayor y de menor calificación, afectan sistemáticamente a las rentabilidades en los mercados de activos. Estas variables son fuerzas sistemáticas que influyen sobre las rentabilidades de los activos al provocar cambios en las tasas de descuento. La tasa de descuento es un promedio de los tipos de interés durante el tiempo, y éste cambia si se modifican los tipos de interés y los diferen-

<sup>15</sup> Definen a las variables de estado como “innovaciones”, “sorpresas” o “componentes no esperados” de los factores de riesgo macroeconómico.

<sup>16</sup> Sin embargo, no mencionan cuáles son y afirman: “Existe una brecha bastante embarazosa entre la importancia teórica exclusiva de las variables de estado sistemáticas y nuestra completa ignorancia de su identidad”.

<sup>17</sup> La selección de variables macroeconómicas de estos autores está basada en la intuición de que el valor de los activos financieros es igual a la suma de sus descuentos esperados en los flujos de fondos futuros. Cualquier fenómeno económico que influya sistemáticamente sobre los flujos de fondos esperados o sobre la tasa de descuento, tendrá un efecto sobre los precios y las rentabilidades observadas.

ciales señalados a diferentes vencimientos. Los cambios imprevistos en el tipo de interés libre de riesgo influyen sobre los precios y los flujos de fondos futuros, lo que finalmente influirá en las rentabilidades de los activos. La tasa de descuento también depende de la prima de riesgo, por lo que los cambios no anticipados en la prima influirán sobre las rentabilidades.<sup>18</sup> Por el lado de la demanda, los cambios en la utilidad marginal indirecta de la riqueza real (medida por los cambios en el consumo real) influirán en los precios y estos efectos también se muestran como cambios imprevistos en las primas.

Señalan que los flujos de fondos esperados cambian debido a las fuerzas reales y nominales. Por tanto, los cambios en la inflación esperada podrían influir sobre los flujos de fondos nominales así como también sobre los tipos de interés nominales. En la medida en que los precios son creados en términos reales, los cambios no anticipados en el nivel de precios tendrán un efecto sistemático, y en la medida en que los precios relativos cambian junto con la inflación general, también puede haber un cambio en la valoración de los activos asociado con los cambios en la inflación promedio.

Afirman que los mercados de activos también están relacionados con los cambios en la actividad industrial en el largo plazo, ya que a pesar de que las rentabilidades mensuales de los activos no están altamente relacionadas con los cambios mensuales contemporáneos en la producción industrial, dichos cambios pueden capturar información pertinente en los precios de los activos. Por ello, los cambios en el nivel esperado de la producción real podrían afectar el valor actual de los flujos de fondos reales. En la medida en que la prima de riesgo no captura la incertidumbre de la producción industrial, los cambios en el tipo de actividad productiva deberían tener una influencia sobre las rentabilidades de los activos a través de su impacto sobre los flujos de fondos.

En este sentido, Flannery y Protopapadakis (2002) también señalan que las variables macroeconómicas son excelentes candidatas para ser factores de riesgo debido a que los cambios en estas variables afectan simultáneamente a los flujos de fondos de muchas empresas y a la tasa de descuento ajustada por riesgo. Mencionan que las condiciones económicas también pueden influir en el número y tipo de oportunidad de inversión disponible, y que la identificación de variables ma-

<sup>18</sup> Los precios de los activos y de los bonos son la suma de las tasas de descuento de sus flujos de fondos futuros, asumiendo que no hay prima de riesgo, el flujo de fondos de un activo es un flujo infinito de dividendos inciertos, mientras un flujo de fondos de un bono es un número fijo de pagos de un cupón predeterminado. Evidentemente, los factores que afectan exclusivamente a las tasas de descuento probablemente se moverán en la misma dirección que los bonos y los activos, mientras que aquellos que afectan sólo a los dividendos de los activos reducirán sus movimientos conjuntos (Li, 2002).

croeconómicas que influyen en las rentabilidades de los activos tiene dos beneficios directos: 1) pueden indicar oportunidades de cobertura para los inversores; y 2) si los inversores son adversos a las fluctuaciones en las variables macroeconómicas, esas variables constituyen factores de riesgo.

Señalan que una variable macroeconómica que afecte de manera significativa al valor de una cartera no es necesariamente un factor de riesgo pero es un buen lugar para investigar tales factores, y que la intuición de que las variables macroeconómicas causan cambios en las oportunidades de inversión se puede sustentar en: a) un cambio en la tasa de desempleo puede proporcionar nueva información acerca de rentabilidades futuras para el capital humano; b) la inflación no esperada puede cambiar los diferenciales de rentabilidad esperada entre los diferentes tipos de activos; y c) un cambio en la balanza comercial puede implicar modificaciones en los tipos de cambio de las divisas.

Por su parte, Azeez y Yonezawa (2006) mencionan que los modelos macroeconómicos que emplean factores observados lo hacen bajo la conjetura de que los precios de los activos reaccionan a las noticias con respecto a los movimientos en las variables macroeconómicas.<sup>19</sup> Si los mercados son eficientes, los valores esperados de las variables económicas deberían ser reflejados en los precios de los activos. Sin embargo, únicamente los componentes no esperados o las innovaciones de las variables macroeconómicas deberían afectar a las rentabilidades de los activos.<sup>20</sup> Si se utilizarán variables macroeconómicas directamente sería de esperarse una alta correlación entre ellas dando lugar a problemas de multicolinealidad. Considerando estos hechos, señalan que se deben utilizar innovaciones de las variables económicas para representar a los factores de riesgo macroeconómico.<sup>21</sup>

Li (2002) menciona que es importante remarcar que es la incertidumbre de los factores macroeconómicos la que afecta al precio de los activos. Algunos factores macroeconómicos a nivel son: la tasa de inflación mensual (diferencia logarítmica del Índice de Precios al Consumidor), la tasa de crecimiento mensual de la producción industrial (diferencia logarítmica del Índice de Producción Industrial), y la *Treasury-bill* (tipo de interés libre de riesgo a corto plazo). Mientras que algunas innovaciones macroeconómicas son: la inflación esperada (estimada como el pronóstico de un mes de antelación de una autorregresión de vector bayesiano de tres variables: la tasa de inflación mensual, la tasa de crecimiento de la producción

<sup>19</sup> Esta conjetura tiene su fundamento en la idea de que las noticias no son anticipadas.

<sup>20</sup> Las innovaciones se crean a partir de dos técnicas principalmente: tasas de variación o primeras diferencias, y modelos autorregresivos.

<sup>21</sup> Afirman que una condición requerida de los componentes no esperados es que deberían tener media cero y no estar correlacionados serialmente con el proceso de ruido blanco.

industrial y la *Treasury-bill* con 12 rezagos), el tipo de interés real (calculada como la diferencia entre la *Treasury-bill* y la inflación esperada), y la inflación no esperada (calculada como la diferencia entre la inflación y la inflación esperada).

Burmeister, Roll y Ross (2003) argumentan que en la construcción de los factores macroeconómicos, éstos deben tener una probabilidad de distribución de media cero, de manera que durante los periodos históricos largos las medias de la muestra serán aproximadamente cero. De ahí que la contribución a la rentabilidad de las sorpresas de los factores macroeconómicos serán aproximadamente cero, y por tanto, durante los periodos largos de tiempo de casi todas las rentabilidades medias realizadas serán debido a las recompensas en los riesgos. Sin embargo, durante los periodos cortos de tiempo esto no pasará incluso para los gestores que no tienen habilidades de tiempo.<sup>22</sup> Las sorpresas derivadas de los factores macroeconómicos pueden tener impactos significativos sólo sobre las rentabilidades realizadas.

Para concluir, Chan, Chen y Hsieh (1985) afirman que las rentabilidades de los activos reaccionan a los cambios en el ambiente económico y que esta reacción podría indicar no sólo los tipos de riesgo que se observan cuando se analizan los activos sino también los tipos de cambios en el ambiente económico contra los cuales se podría tener una cobertura utilizando distintas oportunidades de inversión. Además, señalan que el precio de un activo, y por tanto su rentabilidad, podría ser afectado por los cambios en los flujos de fondos esperados y en la valuación relacionada con el operador, es decir, la tasa de descuento.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, los modelos multifactores macroeconómicos han sido desarrollados para dar una explicación alternativa a la variación de las rentabilidades de los activos en los diversos mercados. Sin embargo, el número de factores que influyen en las rentabilidades ha sido un tema importante en el planteamiento de estos modelos. Por ello, a continuación se presentan las principales características a tener en cuenta en la selección de los factores de riesgo macroeconómico.

#### **4. Proceso de selección de los factores de riesgo macroeconómico**

Como punto de partida en la selección de factores de riesgo macroeconómico, es importante comenzar con la descripción de los precios de los activos ( $P_0$ ), los cuales pueden ser escritos como una suma de descuentos de los flujos de fondos esperados futuros:

<sup>22</sup> En su análisis empírico, estos autores construyen un portafolio de largo plazo que abarca un periodo de 72 meses y un portafolio de corto plazo que abarca un periodo de 12 meses.

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{E(D_t)}{(1+R)^t}$$

Donde  $E$  son las expectativas del operador,  $R$  es la tasa de descuento, y  $D_t$  es el dividendo pagado al final del periodo  $t$ . La tasa de descuento es construida a partir del tipo de interés libre de riesgo prevaleciente y la prima de riesgo, y es un promedio de los tipos sobre el tiempo.<sup>23</sup> Por tanto, cambios no anticipados en el tipo de interés libre de riesgo podrían afectar los precios debido a su influencia sobre el valor actual de los flujos de fondos futuros (Clare y Thomas, 1994).

Cualquier anuncio económico puede afectar los movimientos en los precios de los activos si la nueva información revelada por dichos anuncios afecta sus expectativas de dividendos futuros o tasas de descuento, o ambos. De manera que los dividendos esperados afectados por los anuncios influirían en los flujos de fondos (Azeez y Yonezawa, 2006). En otras palabras, el cambio en cualquier variable económica podría influir en los dividendos esperados o en la tasa de descuento, lo que afectaría los precios de los activos, y por tanto, sus rentabilidades (Clare y Thomas, 1994).

Los dividendos esperados pueden ser afectados por cualquier influencia en el flujo de fondos, como los cambios en la inflación esperada que podrían afectar los flujos de fondos nominales y el tipo de interés nominal (Clare y Thomas, 1994). La razón principal para esperar una relación entre las rentabilidades de los activos y la inflación no esperada es que ésta contiene nueva información acerca de los niveles futuros de inflación esperada. Si los anuncios del Índice de Precios al Consumidor contienen información nueva acerca de la inflación, entonces la inflación no esperada debería ser asociada con un movimiento en los precios de los activos a la hora del anuncio (Azeez y Yonezawa, 2006).

La tasa de descuento también depende del *default Premium*,<sup>24</sup> de ahí que cambios no anticipados en esta prima podrían influir en las rentabilidades de los activos (Azeez y Yonezawa, 2006). El *default premium* puede ser capturado por el diferencial entre la rentabilidad de los bonos de las empresas de baja calificación y la rentabilidad de los bonos del gobierno a largo plazo. De modo que, usando este diferencial como una medida de aversión al riesgo implícita en los precios de los

<sup>23</sup> La tasa de descuento cambia con el nivel de los tipos y el diferencial entre la rentabilidad de los bonos del gobierno norteamericano a largo plazo y la rentabilidad del *Treasury-bill* a un mes (este diferencial recibe el nombre de *term structure*) a diferentes vencimientos. Marín y Rubio (2001) traducen el nombre de esta innovación macroeconómica como: "Estructura temporal de tipos de interés".

<sup>24</sup> Esta innovación macroeconómica se refiere a la diferencia entre la rentabilidad de los bonos de las empresas de baja calificación (*Baa*) y la rentabilidad de los bonos del gobierno, ambas de largo plazo. Marín y Rubio (2001) traducen el nombre de esta innovación como: "Diferencial de Insolvencia Financiera".

activos del mercado, se podría argumentar que tal variable refleja el apalancamiento financiero<sup>25</sup> (Clare y Thomas, 1994).

Los cambios en la producción industrial también podrían afectar los beneficios y por tanto los dividendos.<sup>26</sup> Además, los cambios en el precio del petróleo podrían influir en los costos de la industria, producir respuestas políticas macroeconómicas en la producción y, por tanto, en los ingresos. Otras variables como el desempleo, el volumen de negocios en el mercado de activos, los préstamos bancarios y la balanza comercial podrían tener influencia sobre los flujos de fondos futuros esperados. Por otra parte, los cambios en los tipos de interés podrían afectar el valor de las ganancias en el extranjero y el desempeño de las exportaciones. Por lo anterior, los cambios no esperados en la balanza comercial, los tipos de cambio, la oferta monetaria, la producción, los precios del petróleo y del oro, podrían alterar los tipos de interés y las tasas de descuento (Clare y Thomas, 1994).

En esta línea, Burmeister, Roll y Ross (2003) argumentan que cada activo está expuesto a los riesgos que provienen de cambios no anticipados en las variables económicas referidas a la confianza del inversor, los tipos de interés, la inflación, la actividad económica real y los índices de mercado. A partir de estas características establecen que un máximo de cinco factores de riesgo pueden ser seleccionados bajo los siguientes criterios:

*Riesgo de Confianza:* El riesgo de confianza es el cambio no esperado en la voluntad del inversor para emprender inversiones relativamente riesgosas. Es medida como la diferencia entre la rentabilidad de los bonos de las empresas relativamente riesgosas y la rentabilidad de los bonos del gobierno, ambas de largo plazo, ajustada de modo que la media de la diferencia es cero sobre todo el periodo histórico de la muestra. En cualquier mes cuando la rentabilidad de los bonos de las empresas excede a la rentabilidad de los bonos del gobierno, mayor a la media a largo plazo, esta medida es positiva (factor de riesgo  $> 0$ ). La intuición es que una diferencia de rentabilidad positiva refleja un incremento en la confianza del inversor debido a que la rentabilidad requerida en los bonos de las empresas ha caído en relación con los bonos del gobierno. El precio de los activos que están positivamente expuestos a este riesgo (beta  $> 0$ ) irá al alza. La mayoría de los activos debe tener una exposición positiva al riesgo de confianza, y los activos pequeños generalmente tienen una mayor exposición que los activos grandes. El riesgo de confianza es la

<sup>25</sup> Por otra parte, cambios por el lado de la demanda también pueden influenciar las rentabilidades de los activos, en particular los cambios en la utilidad marginal indirecta de la riqueza real podrían provocar cambios en el *default premium* (Clare y Thomas, 1994).

<sup>26</sup> Fama (1981) indica que las rentabilidades actuales de los activos están positivamente relacionadas con los niveles futuros de la actividad real medida por el PIB o la producción industrial.

prima de riesgo identificada comúnmente con la letra “lambda” ( $\lambda$ ) o con la letra “gamma” ( $\gamma$ ) en la representación formal de un modelo multifactor enmarcado en una estructura APT.

*Riesgo de Horizonte de Tiempo:* Este riesgo es el cambio no anticipado de los deseos del inversor en los tiempos para realizar pagos. Es medido como la diferencia entre la rentabilidad de los bonos del gobierno a largo plazo y la rentabilidad del tipo de interés del *Treasury-bill* a 30 días. Una realización positiva de este riesgo (factor de riesgo  $> 0$ ) significa que el precio de los bonos del gobierno a largo plazo ha aumentado en relación con el precio del *Treasury-bill*. Esta es una señal de que los inversores requieren una compensación menor por sus inversiones con plazos para hacer pagos relativamente más largos. El precio del activo que está expuesto positivamente a este riesgo ( $\beta > 0$ ) elevará adecuadamente los decrementos en sus rentabilidades y el crecimiento de los activos beneficiará más que los ingresos de los activos cuando esto ocurra. De nuevo ajustado con media cero sobre todo el periodo de la muestra. Casi todos los activos tienen una exposición positiva a este tipo de riesgo ( $\beta > 0$ ), cuando el precio de los bonos del gobierno a largo plazo se incrementa en relación con el precio del *Treasury-bill*, la rentabilidad se incrementa. Si el riesgo de horizonte de tiempo es negativo ( $\lambda < 0$ ) eso significa que la contribución a la rentabilidad esperada es negativa ( $\beta > 0$ ,  $\lambda < 0$ ,  $\beta * \lambda < 0$ ). Pero si los activos tienen una exposición negativa al riesgo de horizonte de tiempo entonces la contribución será positiva ( $\beta < 0$ ,  $\lambda < 0$ ,  $\beta * \lambda > 0$ ).

*Riesgo de Inflación:* El riesgo de inflación es una combinación de los componentes no esperados de las tasas de inflación a corto y a largo plazo. Las tasas de inflación esperadas futuras son calculadas al inicio de cada periodo con la información disponible (tasas de inflación históricas, tipos de interés y otras variables económicas que influyen en la inflación). El riesgo de inflación es la sorpresa no esperada calculada al final de cada mes, es decir, es la diferencia entre la inflación actual para dicho mes y la que ha sido esperada al inicio de cada mes. Dado que la mayoría de los activos tienen una exposición negativa al riesgo de inflación ( $\beta < 0$ ), una inflación no esperada positiva (factor de riesgo  $> 0$ ) causa una contribución negativa a la rentabilidad mientras una inflación no esperada negativa o deflación (factor de riesgo  $< 0$ ) contribuye positivamente en la rentabilidad. Las industrias cuyos productos son “de lujo” son más sensibles al riesgo de inflación. La demanda del consumo por los “lujos” se desploma cuando el ingreso real es erosionado debido a la inflación, y en consecuencia devienen beneficios deprimentes para dichas industrias. En contraste, las industrias menos sensibles a la inflación tienden a vender “artículos de primera necesidad”, la demanda de estos productos es relativamente insensible

al declive de los ingresos reales. Compañías que tienen activos inmobiliarios o petróleo pueden beneficiarse del incremento de la inflación. No obstante, casi todos los activos tienen una exposición negativa al riesgo de inflación ( $\beta < 0$ ) debido a que las rentabilidades decrecen con los incrementos no esperados en este riesgo, aunque la contribución del riesgo de inflación es positiva si  $\beta < 0$ ,  $\lambda > 0$ ,  $\beta \cdot \lambda > 0$ .

*Riesgo del Ciclo Económico:* Este riesgo representa un cambio no esperado en el nivel de la actividad económica.<sup>27</sup> Los valores esperados del índice de la actividad económica son calculados al inicio y al final del mes utilizando la información disponible. Por tanto, este riesgo es calculado como la diferencia entre el valor al final del mes y el valor al inicio del mes de un índice de actividad económica. Una realización positiva de este riesgo (factor de riesgo  $> 0$ ) indica que la tasa de crecimiento esperada de la economía, medida en dólares constantes, se ha incrementado. Bajo tales circunstancias las empresas están positivamente más expuestas a este riesgo. Por ejemplo, empresas con ventas al por menor que les va bien cuando se incrementa la actividad económica, cuando la economía se recupera de una recesión superan a las empresas de servicios públicos que no responden mucho al incremento en los niveles de la actividad económica.

*Riesgo de Tiempo de Mercado:* Este riesgo es calculado como la parte de la rentabilidad de un índice de renta variable (como el S&P500) que no está explicado por los primeros cuatro tipos de riesgo macroeconómico y un término intercepto.<sup>28</sup> Respecto a este factor, resulta útil pensar en los modelos de valoración de activos APT y CAPM, donde al incluir el riesgo de tiempo de mercado el CAPM se convierte en un caso especial del APT. De manera que si las exposiciones al riesgo de los cuatro primeros factores macroeconómicos fuese exactamente cero ( $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ ), entonces el riesgo de tiempo de mercado podría ser proporcional a la rentabilidad del índice de renta variable. Bajo estas condiciones extremadamente improbables, la exposición del activo al riesgo del tiempo de mercado podría ser igual a la beta del CAPM. Dado que casi todos los activos tienen una exposición positiva a este riesgo ( $\beta > 0$ ), sorpresas positivas en este riesgo incrementarían las rentabilidades y viceversa.

<sup>27</sup> Bilson, Brailsford y Hooper (2001) mencionan que las rentabilidades de los activos son una función de los flujos de fondos futuros, los cuales son altamente dependientes de las actividades económicas futuras.

<sup>28</sup> Clare y Thomas (1994) afirman que la inclusión de un índice de mercado a la lista de factores de riesgo es beneficioso dado que generalmente las series de tiempo macroeconómicas son suavizadas, promediadas y sustancialmente revisadas en fechas posteriores, y por eso probablemente no reflejen información actualmente disponible en el mercado, y por tanto las rentabilidades de los activos no revelarán toda la relación estadística con las innovaciones macroeconómicas.



Después de haber presentado las principales características a tener en cuenta en la selección de los factores de riesgo macroeconómico, en la siguiente sección se exponen los procedimientos necesarios para la construcción de las innovaciones macroeconómicas utilizadas como variables exógenas en los modelos multifactores macroeconómicos desde la perspectiva del APT.

## 5. Innovaciones de los factores de riesgo macroeconómico

Berry, Burmeister y McElroy (1988) señalan que no hay un conjunto de factores de riesgo macroeconómico correcto, sino que hay muchos conjuntos equivalentes de factores correctos, los cuales dan resultados empíricamente equivalentes. Mencionan que la elección de un conjunto de factores puede ser hecha bajo los siguientes criterios empíricos:

- 1) Los factores deben explicar adecuadamente las rentabilidades de los activos;
- 2) Los factores deben pasar las pruebas estadísticas necesarias para calificar como factores legítimos;
- 3) La rentabilidad actual del activo debe exhibir una sensibilidad estimable hacia las realizaciones de esos factores;
- 4) Los factores deben tener precios diferentes de cero.

Los factores de riesgo macroeconómico utilizados para la obtención de las innovaciones macroeconómicas empleadas en los modelos macroeconómicos se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
**Factores de Riesgo Macroeconómico: Símbolos y definiciones**

<i>Factor de Riesgo Macroeconómico</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Definición del Factor de Riesgo Macroeconómico</i>
Inflación mensual	<i>infM</i>	Es el cambio mensual en el índice de precios al consumidor (IPC).
Bonos del gobierno norteamericano <i>Treasury-bill</i> a un mes	<i>Tbill</i>	Es la rentabilidad mensual de los bonos del gobierno norteamericano <i>Treasury-bill</i> a un mes.
Bonos del gobierno norteamericano a largo plazo	<i>GLP</i>	Es la rentabilidad mensual de los bonos del gobierno norteamericano a largo plazo (10 años).
Producción industrial	<i>IPI</i>	Es el índice de producción industrial mensual.
Bonos de las empresas de baja calificación	<i>Baa</i>	Es la rentabilidad mensual de los bonos de las empresas de baja calificación (empresas con clasificación <i>Baa</i> ).
Tasa de desempleo	<i>Desem</i>	Es la tasa de desempleo mensual.
Riesgo de Mercado	<i>S &amp; P500</i>	Es la rentabilidad mensual del índice de renta variable <i>S&amp;P500</i> .

Fuente. Elaboración propia a partir de Chen, Roll y Ross (1986), Berry, Burmeister y McElroy (1988), y Connor (1995).

**Tabla 3**  
**Innovaciones macroeconómicas: Símbolos y definiciones**

<i>Innovación Macroeconómica</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Definición de la Innovación Macroeconómica</i>
Inflación observada	$Inf_t$	Es el cambio mensual en el logaritmo natural del índice de precios al consumidor: $Inf_t = \ln \left\{ \left[ \frac{IPC_t}{IPC_{t-1}} - 1 \right] * 100 \right\}$
Inflación esperada	$EInf_t$	Es la inflación estimada a partir de sus valores observados (Fama y Gibbons, 1984): $EInf_t = \beta_0 + \beta_1 Inf_{t-1} + m_t$
Inflación no esperada	$NEInf_t$	Es la diferencia entre la inflación observada y la inflación esperada: $NEInf_t = Inf_t - EInf_t$
Crecimiento de la producción industrial	$IPIM_t$	Es el cambio mensual en el logaritmo natural del índice de producción industrial: $IPIM_t = \ln \left\{ \left[ \frac{IPI_t}{IPI_{t-1}} - 1 \right] * 100 \right\}$
Crecimiento de la tasa de desempleo	$DesM_t$	Es el cambio mensual en la Tasa de Desempleo: $DesM_t = \left[ \left( \frac{Desem_t}{Desem_{t-1}} \right) - 1 \right] * 100$
<i>Default Premium</i> (Diferencial de Insolvencia Financiera)	$DP_t$	Es la diferencia entre la rentabilidad mensual de los bonos de las empresas de baja calificación y la rentabilidad mensual los bonos del gobierno norteamericano a largo plazo: $DP_t = Baa_t - GLP_t$
<i>Term Structure</i> (Estructura Temporal de Tipos de Interés)	$TS_t$	Es la diferencia entre la rentabilidad mensual de los bonos del gobierno norteamericano a largo plazo y la rentabilidad mensual de los bonos del gobierno norteamericano <i>Treasury-bill</i> a un mes: $TS_t = GLP_t - Tbill_t$
Tipo de interés real	$IR_t$	Es el tipo de interés de los bonos del gobierno norteamericano <i>Treasury-bill</i> a un mes menos la inflación mensual: $IR_t = Tbill_{t-1} - Inf_t$
Residual del Mercado	$S \& P_t$	Es la parte del <i>S&amp;P500</i> real ( $S\&P = S\&P500 - Treasury-bill$ ) que el resto de los factores de riesgo seleccionados no son capaces de explicar, es decir, el residual ( $u_t$ ) en la ecuación: $S \& P_t = \beta_0 + \beta_1 NEInf_t + \beta_2 IPIM_t + \beta_3 DP_t + \beta_4 TS_t + u_t$

Fuente. Elaboración propia a partir de Chen, Roll y Ross (1986), Berry, Burmeister y McElroy (1988), y Connor (1995).

Las innovaciones macroeconómicas generadas a partir de estos factores se encuentran en la Tabla 3, las cuales son propuestas y empleadas (no todas, ni simultáneamente) por Chen, Roll y Ross (1986), Berry, Burmeister y McElroy (1988) y Connor (1995), entre otros.<sup>29</sup> A pesar de que pueden emplearse varias innovaciones macroeconómicas en la elaboración de un modelo multifactor, con el objetivo de evitar problemas de multicolinealidad y siguiendo el criterio de parsimonia, se suele utilizar sólo la innovación más representativa de cada tipo de riesgo macroeconómico. La información de cada uno de los factores de riesgo utilizados para la construcción de las innovaciones se puede obtener en las fuentes de la Tabla 4.

**Tabla 4**  
**Fuentes de información de los factores de riesgo macroeconómico**

<i>Factor de Riesgo Macroeconómico</i>	<i>Fuente de Información del Factor de Riesgo Macroeconómico</i>
Inflación mensual ( <i>InfM</i> )	U.S. Department of Labor: Bureau of Labor Statistics. Consumer Price Index.
Bonos del gobierno norteamericano <i>Treasury-bill</i> a un mes ( <i>Tbill</i> )	Board of Governors of the Federal Reserve System. Treasury-Bill 4-Week.
Bonos del gobierno norteamericano a largo plazo ( <i>GLP</i> )	Board of Governors of the Federal Reserve System. U.S. Treasury Securities at 10-year constant maturity.
Producción industrial ( <i>IPI</i> )	Board of Governors of the Federal Reserve System. Industrial Production Index.
Bonos de las empresas de baja calificación ( <i>Baa</i> )	Board of Governors of the Federal Reserve System. Moody's Seasoned Baa Corporate Bond Yield.
Tasa de desempleo ( <i>Desem</i> )	Labor Force Statistics from the Current Population Survey. Unemployment rate.
Riesgo de Mercado ( <i>S &amp; P500</i> )	< <a href="http://finance.yahoo.com/indices?e=sp">http://finance.yahoo.com/indices?e=sp</a> > o cualquier otro sitio de internet que ofrezca información continua de los distintos índices

Fuente: Elaboración propia con base en el Board of Governors of the Federal Reserve System y en el U.S. Department of Labor.

Las innovaciones macroeconómicas sirven para representar los riesgos macroeconómicos a los que están expuestos los activos o carteras de activos en los que cualquier partícipe del mercado puede invertir. Para plantear adecuadamente

<sup>29</sup> Conviene mencionar que las innovaciones  $Inf_t$ ,  $DP_t$ ,  $TS_t$  son propuestas por Connor (1995), por Chen, Roll y Ross (1986) y por Berry, Burmeister y McElroy (1988); las innovaciones  $NEInf_t$  y  $EInf_t$  son propuestas por Chen, Roll y Ross (1986) y por Berry, Burmeister y McElroy (1988); la innovación  $IPIM_t$  es propuesta por Connor (1995) y por Chen, Roll y Ross (1986); y las innovaciones  $IR_t$ ,  $DesM_t$  y  $S & P_t$ , son propuestas cada una por Chen, Roll y Ross (1986), por Connor (1995), y por Berry, Burmeister y McElroy (1988) respectivamente. Sin embargo, éstos son sólo algunos de los autores que han utilizado estas innovaciones.

un modelo multifactor macroeconómico se debe hacer una correcta selección dentro del conjunto de innovaciones macroeconómicas con el objetivo de representar los tipos de riesgo indicados en la sección anterior. Una vez seleccionadas las innovaciones más representativas de dichos riesgos, éstas son utilizadas como variables exógenas dentro del modelo multifactor con la finalidad de modelar las rentabilidades de los activos en función de ellas. La siguiente y última sección presenta las conclusiones del trabajo.

## **Conclusiones**

Existen únicamente dos teorías que tienen un riguroso fundamento teórico para calcular el equilibrio entre el riesgo y la rentabilidad de los activos: el CAPM (Sharpe, 1964) y el APT (Ross, 1976). Ambas teorías coinciden en que existen muchas y diferentes fuerzas económicas comunes que pueden influir en la rentabilidad de cualquier activo. Sin embargo, la segunda teoría posee un poder explicativo superior debido a que incluye múltiples factores para explicar las rentabilidades, que a su vez utilizan primas de riesgo para la explicación de las rentabilidades esperadas. Además, el APT argumenta que estos riesgos se derivan de cambios no anticipados en las variables económicas (confianza del inversor, tipos de interés, índice de mercado, inflación, actividad real) y cualquier activo está expuesto a ellos.

No obstante, dado que el APT no especifica cuáles ni cuántos son los factores de riesgo sistemático a los que se exponen las rentabilidades de los activos, se han desarrollado 3 tipos de modelos multifactores para determinarlos: macroeconómicos, estadísticos y fundamentales. La principal ventaja del primer tipo sobre los otros dos, es que permite la interpretación económica de los factores. Los modelos macroeconómicos enmarcados en un contexto APT han sido desarrollados para encontrar otra explicación a la variabilidad de los precios de los activos, y por tanto, a sus rentabilidades. Pero el número y el tipo de factores que influyen en dichas rentabilidades es un tema que continúa llamando la atención.

Por lo anterior, el propósito de este trabajo ha sido presentar las bases teóricas a considerar en el adecuado planteamiento de un modelo multifactor macroeconómico desde la perspectiva del APT, destacando las ventajas de los modelos macroeconómicos frente a los otros tipos de modelos multifactores que existen (estadístico y fundamental), así como exponer las características de los riesgos que son representados por las innovaciones macroeconómicas. Los fundamentos teóricos, la construcción y las características de las innovaciones macroeconómicas, así como los tipos de riesgo que éstas representan, son una guía teórica que permitirá a los investigadores establecer modelos multifactores macroeconómicos desde la

perspectiva del APT con la finalidad de determinar la influencia que los factores de riesgo macroeconómico tienen sobre las rentabilidades de los activos.

Después de presentar los fundamentos y las ventajas de los modelos multifactores macroeconómicos, la investigación posterior consiste en realizar un análisis empírico en el que se construya un modelo multifactor macroeconómico enmarcado en una estructura APT para aplicarlo a una clase de activos en particular, con la finalidad de probar si las sorpresas en los factores de riesgo macroeconómico tienen poder explicativo sobre las rentabilidades de dichos activos, y si esto es así, conocer la significancia y la dirección de su influencia. Finalmente, se recomienda considerar detenidamente los argumentos teóricos que dan sustento a un modelo multifactor macroeconómico desde la perspectiva del APT, con el objetivo de seguir el principio de parsimonia y evitar problemas de errores en la especificación del modelo.

## Bibliografía

- Azeez, A. A. y Yonezawa, Y. (2006). "Macroeconomic factors and the empirical content of the Arbitrage Pricing Theory in the Japanese Stock Market", *Japan and the World*, 18, pp. 568-591.
- Banz, R. (1981). "The Relation between Return and Market Value of Common Stocks", *Journal of Financial Economics*, vol. 9, pp. 3-18.
- Basu, S. (1983). "The Relationship between Earnings Yield, Market Value, and Return for NYSE Common Stocks: Further evidence", *Journal of Financial Economics*, 12, pp.129-156.
- Berry, M. A., Burmeister, E. y McElroy, M. B. (1988). "Sorting Out Risks Using Known APT Factors", *Financial Analysts Journal*, pp. 29-42, March-April.
- Bhandari, L. (1988). "Debt/Equity ratio and expected common stock returns: empirical evidence", *Journal of Finance*, 43, pp. 507-528.
- Bilson, C. M., Brailsford, T. J. y Hooper, V. J. (2001). "Selecting macroeconomic variables as explanatory factors of emerging stock market returns", *Pacific-Basin Finance Journal*, 9, pp. 401-426.
- Burmeister, E. y McElroy, M. B. (1988). "Joint Estimation of Factor Sensitivities and Risk Premia for the Arbitrage Pricing Theory", *The Journal of Finance*, vol. XLIII, núm. 3, pp. 721-733, July.
- Burmeister, E., Roll, R. y Ross, S. A. (2003). "Using Macroeconomic Factors to Control Portfolio Risk", *Working Paper*, BIRR Portfolio Analysis, Inc., March.
- Chan, K. C., Chen, N-F. & Hsieh, D. (1985). "An exploratory investigation of firm size effect", *Journal of Financial Economics*, 14, pp. 451-471.

- Chan, L., Hamao, Y. y Lakonishok, J. (1991). "Fundamentals and Stock Returns in Japan", *Journal of Finance*, 46, pp. 1739-1764.
- Chen, N-F. (1983), "Some empirical test of the Theory of Arbitrage Pricing", *Journal of Finance*, 38, pp. 1393-1414.
- Chen, N-F., Roll, R. y Ross, S. (1986). "Economic Forces and the Stock Market", *Journal of Business*, Vol. 59, Num. 3, pp. 383-403.
- Clare, A. D. y Thomas, S. H. (1994). "Macroeconomic Factors, The APT and The UK Stockmarket", *Journal of Business Finance&Accounting*, vol. 21, num. 3, pp. 309-330, April.
- Connor, G. (1995). "The Three Types of Factor Models: A Comparison of Their Explanatory Power", *Financial Analysts Journal*, pp. 42-46, May-June.
- Connor, G. y Korajczyk, R. (1988). "Risk and Return in an Equilibrium APT: Application of a new Test Methodology", *Journal of Financial Economics*, 21, pp. 255-290.
- Connor, G. y Korajczyk, R. (1993). "A Test for the Number of Factors in an Approximate Factor Model", *The Journal of Finance*, vol. XLVIII, núm. 4, pp. 1263-1291, September.
- Erdinç, A. (2003). "The Effect of Macroeconomic Factors on Asset Returns: A comparative Analysis of the German and Turkish Stock Markets in an APT Framework", *Working Paper* Num 48, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, May.
- Fama, E. (1981). "Stock Returns, Real Activity, Inflation and Money", *American Economic Review*, vol. 71, pp. 545-565.
- Fama, E. y French, K. (1992). "The Cross-section of Expected Returns", *Journal of Finance*, 47, pp. 427-465.
- Fama, E. y French, K. (1993). "Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds", *Journal of Financial Economics*, 33, pp. 3-56.
- Fama, E. y Gibbons, M. (1984). "A Comparison of Inflation Forecasts", *Journal of Monetary Economics*, vol.13, pp. 327-348.
- Flannery, M. J. y Protopapadakis, A. A. (2002). "Macroeconomic Factors do influence aggregate Stock Returns", *The Review of Financial Studies*, vol. 15, num. 3, pp. 751-782, summer.
- Fuentes, R., Gregoire, J. y Zurita, S. (2005). "Factores Macroeconómicos en Retornos Accionarios Chilenos", *Working Paper* núm. 316, Banco Central de Chile.
- Groenewold, N. y Fraser, P. (1997). "Share prices and Macroeconomic Factors", *Journal of Business Finance&Accounting*, num 24, vol. 9&10, pp. 1367-1383, octubre-diciembre.

- Li, L. (2002). "Macroeconomic Factors and the Correlation of Stock and Bond Returns", *Working Paper* num. 02-46, Yale International Center for Finance, Yale University.
- Marín, J. M. y Rubio, G. (2001). *Economía Financiera*, Ed. Antoni Bosch, Barcelona, España.
- Roll, R. (1977). "A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests, Part I: On the Past and Potential Testability of the Theory", *Journal of Financial Economics*, vol.4, pp.129-176.
- Roll, S. y Ross, S. (1980). "An empirical investigation of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of Finance*, 35, pp. 1073-1103.
- Ross, S. A. (1976). "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, vol. 13, pp. 341-360.
- Rubio, F. (1987). "CAPM y APT: Una Nota Técnica", *Working Paper*, Universidad de Valparaíso, Chile.
- Sharpe, W. F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *Journal of Finance*, vol. 19, pp. 425-442.