

# Administración de Reservas Internacionales

## ASIGNACIÓN ESTRATÉGICA POR MONEDAS<sup>1</sup>

FABIO MALACRIDA -MAGDALENA PERUTTI <sup>2</sup>

Universidad de la República

### RESUMEN

En este mundo cada vez más globalizado, donde las oportunidades de inversión se incrementan día a día y donde los rendimientos de invertir en países menos desarrollados superan aquél que se obtiene de los países más desarrollados, se vuelve un desafío cada vez mayor la formación de portafolios óptimos de inversión.

En este contexto y ante un creciente nivel de acumulación de los Activos de Reservas donde el *stock* de Activos de Reserva supera el de pasivos definidos en moneda extranjera, el Banco Central del Uruguay (en adelante "BCU"), así como otros Bancos Centrales del mundo, se encuentra estudiando distintas alternativas metodológicas para la colocación de sus Reservas que le permitan compatibilizar el objetivo de incrementar el rendimiento de los saldos mantenidos en Reservas versus los objetivos de mantener la liquidez y el capital impuestos por los mandatos gubernamentales.

Este trabajo busca responder a la pregunta investigativa de cuál sería una posible alternativa metodológica a seguir por el BCU para determinar la asignación estratégica por monedas del portafolio de Reservas. El mismo trata de ser una contribución científica que deberá someterse a discusión y no implica ser la mejor alternativa existente.

La metodología de trabajo propuesta consiste en primera instancia bajo un enfoque de "*Asset and Liability Management*" calzar los Activos de Reservas con los pasivos exigibles en moneda extranjera y en última instancia, diversificar eficientemente el remanente de los Activos de Reserva en activos admitidos por la Carta Orgánica del BCU.

### ABSTRACT

In this world more and more globalized, where investment opportunities are increasing day by day and where the returns from investing in less developed countries exceed the more developed countries returns of investments, portfolios optimal investment formation becomes an increasing challenge.

Against this background and faced with an increasing accumulation level of where the stock of Assets of Reserves where the official reserve assets exceed the stock of liabilities defined in foreign currency, the Central bank of Uruguay (in future "BCU"), as well as other Central banks of the world, is studying different methodological alternatives for the placement of its reserves to compatibilize the goal of increasing the return of balances held in reserves versus the objectives to maintain the liquidity and the capital imposed by governmental mandates.

This research attempts to answer the question of which would be a possible methodological alternative for the BCU to determine the allocation of strategic currency reserves portfolio. It seeks to be a scientific contribution to be put under discussion and does not mean being the best alternative available.

The present work methodology's proposal is the first instance under an "*Asset and Liability Management*" approach to wedge reserve assets with respect to liabilities in foreign currency and ultimately to efficiently diversify the Assets of Reserve surplus in assets admitted by the Article of Incorporation of the BCU.

De acuerdo a esta alternativa metodológica propuesta, el portafolio de Reservas se formaría por la sumatoria de: a) Las colocaciones por igual monto y en la misma moneda que los pasivos exigibles en moneda extranjera. b) Las colocaciones en un portafolio eficiente formado por activos elegibles de acuerdo a la Carta Orgánica del BCU, por el monto de Activos de Reserva que exceda los pasivos exigibles en moneda extranjera.

Al sólo efecto de mostrar los resultados de nuestra metodología, hemos aplicado la misma, a la situación del Banco Central del Uruguay al 31 de diciembre de 2006.

Los hallazgos de nuestras investigaciones sugieren que en ambas alternativas se demuestra cómo un portafolio multimonedas, utilizando activos elegibles y admitidos por la Carta Orgánica del BCU, permite expandir la frontera de eficiencia lograda al 31 de diciembre de 2006, es decir, el portafolio que arroja la aplicación de la metodología para el mismo nivel de riesgo permite un mayor nivel de rendimiento, o bien para el mismo nivel de rendimiento se obtiene un nivel de riesgo menor.

**Palabras clave:** reservas, portafolio, riesgo, activo, pasivo.

According to this alternative methodological proposal, the portfolio reserves would be formed by the combination of:

- Equal amount and currency positions as the liabilities in foreign currency.
- Positions in an efficient portfolio consisting of assets eligible according to the Article of incorporation of the BCU, in the amount of official reserve assets exceeding liabilities in foreign currency.

For the sole purpose of showing the results of our methodology, we have applied the same to the Central Bank of Uruguay situation to December 31, 2006.

The findings of our investigations suggest that both alternatives are shown as a multicurrency portfolio, using assets eligible and admitted by the Charter of the Organization of the BCU, allows to expand the efficiency frontier achieved by December 31, 2006, that is, the resulting portfolio applying the proposed methodology to the same level of risk permits a higher level of performance, or to the same level of performance yields a lower level of risk.

**Keywords:** reserves, portfolio, risk, asset, liability.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

**H**emos sido testigos en los últimos años de una importante acumulación de Reservas en los países que no integran el estrato de países industrializados. El aumento en la liquidez internacional provocado por la acumulación de Reservas de los países productores de petróleo, así como la búsqueda de mayores rendimientos de los inversores institucionales en un contexto de tasas de interés históricamente bajas ha contribuido a que los flujos de capitales se hayan orientado a países no pertenecientes al grupo denominado “países industrializados”, los cuales poseen sólidos fundamentos macroeconómicos.

En este sentido se ha desarrollado un proceso de acumulación de Reservas en donde Asia, especialmente China e India, han sido los líderes a nivel mundial. Sin embargo, América Latina no ha estado ajena a este proceso y en particular Uruguay ha mostrado un significativo aumento en sus Activos de Reserva.

Hasta fines de 2005, el Banco Central del Uruguay

poseía un volumen de Activos de Reservas que era suficiente para cubrir sus pasivos en moneda extranjera, los cuales básicamente estaban integrados por los depósitos en moneda extranjera de las Instituciones de Intermediación Financiera y la deuda contraída durante la crisis del 2002 con el Fondo Monetario Internacional.

Ante esta situación, la gestión de Reservas en lo que refiere a la composición por monedas estaba restringida a replicar la composición por monedas de los pasivos con el Sistema Financiero y el Fondo Monetario Internacional, de forma de realizar un calce por monedas que inmunice al Banco Central del Uruguay (BCU) de las variaciones en los tipos de cambio.

Durante el último trimestre del 2005 y principios de 2006, producto del ya descrito proceso de acumulación de Reservas, el BCU canceló anticipadamente sus pasivos con el Fondo Monetario, y el monto de Activos de Reserva comenzó a superar los pasivos en moneda extranjera originados en los encajes del Sistema Financiero.

Concomitantemente, la autoridad monetaria comenzó un proceso de desarrollo del mercado de dinero en moneda doméstica, financiando el aumento de reservas con títulos nominados en moneda nacional ya sea a tasas nominales en pesos o con instrumentos indexados a la inflación.

Sobre fines de 2006 y en particular en el 2007, el BCU entró en una fase de política monetaria contractiva lo que aceleró el desarrollo del mercado de dinero, extendiendo los plazos de títulos en pesos, los cuales llegaron hasta 2 años de plazo.

Esta conjunción de elementos contribuyó a que se acumulara un mayor volumen de Reservas financiados con deuda en moneda nacional, lo cual ante el mandato por ley (artículo 31 de la Carta Orgánica) de invertir los Activos de Reserva del BCU en moneda extranjera u oro, determinó la necesidad de contar con una metodología que permita determinar la composición óptima por monedas para los Activos de Reserva, vale decir la asignación estratégica por monedas del portafolio de Reservas.

Según nos fue informado, el BCU no ajeno a esta problemática viene trabajando activamente y se encuentra estudiando distintas alternativas metodológicas para determinar la asignación estratégica de los Activos de Reserva por monedas.

Este trabajo de carácter científico, busca hacer una eventual contribución al conocimiento al presentar una alternativa metodológica a someter a discusión, que promueva un análisis adicional a los que se pudieran ya estar realizando en el BCU para solucionar la problemática mencionada.

## 2. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

Bajo un modelo al estilo del planteado por Ben-Bassat y Gottlieb (1991), el Banco Central de un país tiene dos costos fundamentales entre los cuales debe arbitrar.

Por un lado, está el costo asociado a una reversión en los flujos financieros o un shock imprevisto a la cuenta corriente. Dicho costo es inversamente proporcional a la cantidad de Reservas en poder del organismo.

Por otra parte, existe un costo de mantener las Reservas, pues las mismas están colocadas en instrumentos de mínimo riesgo fuera del país y, por ende, no rinden la productividad marginal del capital en la economía.

En este sentido, el Banco Central a través de su gestión puede actuar sobre sus costos esperados de dos formas, a saber:



- Fijando el nivel adecuado de Reservas que minimice los costos esperados, a través de la reducción de la probabilidad de crisis y de sus costos esperados.
- Reducir el costo esperado en caso de no existir crisis ( $C_1$ ) a través de una óptima asignación estratégica en términos de plazos, monedas y tasas de interés de las Reservas, de forma de maximizar el rendimiento de las mismas para el nivel de riesgo elegido por la institución.

Este trabajo se focalizará en el segundo punto, en particular en el análisis de la composición por monedas que maximice el rendimiento esperado sujeto a riesgo del portafolio de Reservas.

En ese sentido, el propósito de nuestro trabajo es realizar una contribución científica, que deberá someterse a discusión, sobre el desarrollo de una alternativa metodológica que permita determinar una asignación eficiente por moneda de los Activos de Reserva.

Al solo efecto de mostrar la aplicación de la alternativa metodológica desarrollada, la aplicaremos a



la situación del Banco Central al 31 de diciembre de 2006 (últimos estados contables publicados por BCU a la fecha de nuestro trabajo).

### 3. MARCO TEÓRICO Y EVIDENCIA EMPÍRICA

Previo a la presentación de nuestra contribución metodológica para la asignación del portafolio de Reservas por moneda, es importante entender algunos de los conceptos utilizados para elaborar este trabajo así como las metodologías utilizadas por otros Bancos Centrales para obtener dicha asignación.

#### 3.1 ¿Qué son las Reservas Internacionales?

Las Reservas Internacionales o los Activos de Reserva son los activos líquidos en moneda extranjera que mantienen los bancos centrales, constituyendo un instrumento de apoyo a la política monetaria y cambiaria en el cumplimiento del objetivo de velar por la estabilidad de la moneda y el normal funcionamiento de los pagos internos y externos.

De acuerdo a la definición del Fondo Monetario Internacional<sup>3</sup> las Reservas Internacionales son “Activos

en el exterior bajo el control de las autoridades monetarias, las cuales pueden disponer de ellos de inmediato para financiar directamente los desequilibrios de la balanza de pagos, para regular indirectamente la magnitud de dichos desequilibrios mediante la intervención en los mercados cambiarios modificando el tipo de cambio, y para otros fines”.

#### 3.2 ¿Por qué los Bancos Centrales de los Países Buscan Mantener Reservas?

Un importante número de países mantiene Reservas internacionales. Las razones por las cuales lo hacen difieren sustancialmente. Antes de establecer una política estratégica para determinar en qué moneda se deben invertir las mismas es importante precisar qué motiva a los bancos centrales a mantener Reservas de divisas.

A continuación se presentan algunas de las principales razones para mantener Reservas<sup>4</sup>:

- Actuar como respaldo a la moneda doméstica. Luego de la firma del acuerdo de Bretton Woods después de la Segunda Guerra Mundial, uno de los motivos tradicionales para mantener Reservas en formas de tenencias de oro era para constituir un respaldo a la moneda doméstica. Sin embargo, la liberación actual de los tipos de cambio por parte de un gran número de países ha provocado que este motivo para mantener Reservas pierda relevancia.
- Ser una herramienta para la implementación de una determinada política monetaria o cambiaria. La aplicación de una política de tipo de cambio fijo requiere necesariamente contar con una cantidad suficiente de Reservas. Esto permite comprar o vender moneda extranjera cada vez que el tipo de cambio se deprecia o aprecia. En forma adicional, las autoridades monetarias podrán intervenir en los mercados cambiarios para afectar la cantidad de moneda doméstica en circulación, comprando divisas cuando se quiera expandir la cantidad de dinero o vendiéndola si el objetivo es la contracción monetaria. Adicionalmente, las Reservas sirven para controlar la volatilidad en la cotización de la moneda extranjera, aun cuando se haya optado por un régimen de tipo de cambio flotante.
- Actuar como seguro para emergencias o ante la ocurrencia de desastres naturales. En las pe-

queñas economías es recomendable contar con recursos de rápida disponibilidad que les permita hacer frente a desastres naturales.

- Ser fuente de fondos para el pago de gastos públicos y privados en el exterior. Los países enfrentan frecuentemente compromisos de pago (importaciones) que requieren el uso de moneda extranjera. Para moderar el calendario de pagos cuando el mismo tiene un carácter estacional o impredecible es que se usan Reservas internacionales.

- Actuar como medio de pago de la deuda en moneda extranjera. Muchas economías, en particular las no pertenecientes a países industrializados, emiten deuda denominada en moneda extranjera. Por lo tanto, el contar con Reservas suficientes para cancelar compromisos de deuda en moneda diferente a la de origen adquiere particular relevancia. Una alternativa posible al mantenimiento de Reservas podría ser adquirir moneda extranjera cada vez que hay que hacer frente a un pago de deuda. Este enfoque, sin embargo, no es recomendable pues los mercados cambiarios pueden no ser favorables cuando los recursos se necesiten y las compras de divisas pueden ocasionar distorsiones en el mercado.

- Ser cobertura de los depósitos en moneda extranjera. Una de las consecuencias de la liberalización de la cuenta capital de la balanza de pagos y de los procesos inflacionarios que atravesaron muchas economías pertenecientes a países no industrializados fue la dolarización de los medios de pago y ahorro. El Banco Central, en su rol de prestamista en última instancia, debe proveer los recursos necesarios ante retiros del público de sus depósitos en moneda extranjera.

- Obtener rentabilidad de la inversión de los fondos. Las Reservas internacionales pueden ser usadas para generar ganancias financieras. Este uso de las Reservas es usual en aquellas economías que obtienen ingresos extraordinarios, derivados por ejemplo de la explotación de un recurso natural, ejemplos de estos países son Noruega, Nigeria, Países Árabes, Venezuela con la explotación de petróleo, Chile con la explotación de cobre o Sudáfrica con la explotación de oro.

En nuestro país dicha administración se efectúa bajo el marco legal que provee la Carta Orgánica del Banco Central del Uruguay (Ley N°16.696 del 30 de



marzo de 1995), y en base a un conjunto de prácticas y políticas en línea con las recomendaciones internacionales sobre la materia.

La Carta Orgánica del BCU en su artículo 31° establece que “El Banco administrará las reservas internacionales de la República, cuyos activos estarán compuestos por oro, divisas en forma de saldos bancarios mantenidos en plazas financieras del exterior, billetes y monedas extranjeras, así como otros activos aceptados para tal finalidad por la práctica internacional”. Sin embargo, la Carta Orgánica no establece el motivo por el cual se mantendrán las reservas internacionales.

La política de inversión de las Reservas internacionales está acotada por requisitos legales y de liquidez. Respecto de los primeros, la ley establece que las Reservas internacionales sólo pueden invertirse en oro, divisas en forma de saldos bancarios mantenidos en plazas financieras del exterior, billetes y monedas extranjeras, así como otros activos aceptados para tal



finalidad por la práctica internacional.

De acuerdo a lo conversado con las autoridades del Banco Central del Uruguay (en adelante “BCU”), la política de inversión de las Reservas internacionales se diseña en función de su impacto en los resultados y riesgos del balance financiero del BCU y las características de las potenciales necesidades de liquidez en moneda extranjera.

Asimismo, se debe tener en cuenta que a diferencia de otros agentes inversores, por ejemplo Hedge Funds, el objetivo del BCU no es maximizar rendimientos, sino que es obtener el mejor rendimiento posible sujeto a las restricciones de preservar el capital y asegurar la liquidez de las Reservas.

### 3.3 ¿Qué Entendemos y Cómo Medimos el Rendimiento?

El rendimiento asociado a la tenencia de activos en moneda extranjera es ganancia o pérdida que se verifica por mantener activos netos en moneda extranjera ante cambios en la relación con la moneda nacional.

Hemos medido el rendimiento como la media geométrica para medir los rendimientos históricos.

Mantener un activo financiero por  $k$  períodos, entre

$t - k$  y  $t$ , representa un rendimiento simple bruto de  $k$  períodos igual a:

$$\begin{aligned} 1+R_{t[k]} &= \frac{P_t}{P_{t-k}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} * \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} * \dots * \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} \\ &= (1+R_t) (1+R_{t-1}) \dots (1+R_{t-k+1}) \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} (1+R_{t-k+1+j}) \end{aligned}$$

Así, el rendimiento bruto de  $k$  períodos es simplemente el producto de  $k$  rendimientos brutos para un horizonte de un período. El rendimiento simple de  $k$  períodos es igual a  $R_{t[k]} = (P_t - P_{t-k})/P_{t-k}$ .

### 3.4 ¿Cómo Medir la Volatilidad de los Rendimientos?

La evidencia empírica muestra que las series históricas de rendimiento de los activos financieros no presentan volatilidad constante en el tiempo. Esto es, existen períodos de alta y baja volatilidad. Debido a ello, no es adecuado utilizar medidas de volatilidad no condicionales, esto es que la volatilidad del período  $n$  sea independiente de la volatilidad en períodos anteriores.

Por lo tanto, a efectos de medir la volatilidad de los rendimientos utilizamos modelos de volatilidad condicional condicionados en la información disponible en  $t-1$ , en particular modelos GARCH. Este tipo de modelos caracterizan de manera apropiada el hecho que los precios de los activos financieros atraviesan por períodos largos de baja y alta volatilidad.

### 3.5 ¿Cómo es el proceso de determinación del Portafolio Óptimo?

A grandes rasgos, el proceso incluye tres fases: planificación, ejecución y evaluación del desempeño.

El proceso de administración estratégica de Reservas internacionales es un proceso dinámico, por cuanto la evaluación del desempeño deberá retroalimentar el proceso y permitir revisar la planificación estratégica realizada.

#### Fase 1: Planificación

La planificación es el proceso por el cual se definen los lineamientos sobre los que se formará el portafolio de activos.

#### Fase 2: Ejecución

Se define como la construcción y revisión del portafolio. Implica la selección de activos específicos, consi-

derando para ello los límites para cada clase así como las expectativas respecto de su rendimiento y riesgo futuro. A la hora de tomar las decisiones de inversión, los gestores pueden hacer uso de herramientas cuantitativas de selección (optimización).

### Fase 3: Evaluación del Desempeño

La revisión de los resultados obtenidos es fundamental para comprobar que se han alcanzado los objetivos del inversor, de hecho, los Índices de Sharpe, Sortino y Jensen, son los más utilizados para la medición del desempeño.

La evaluación comprende la medición de resultados (cálculo de la tasa de rendimiento obtenida), la atribución de los mismos (determinación de los factores que produjeron la tasa calculada) y la evaluación (comprobar si el gestor ha hecho o no un buen trabajo mediante la comparación del rendimiento de la cartera con el del *benchmark*).

### 3.6 Metodologías para la Determinación del Portafolio de Activos de Reserva por Moneda

A efectos de determinar la metodología a seguir para formar el *mix* de monedas en que se deberían invertir los Activos de Reserva se debe tener en cuenta cuál es el objetivo en última instancia del mantenimiento de los Activos de Reserva. Deberá considerarse en forma adicional que todo activo externo no mantenido por una razón no identificable rara vez se asigna a un uso óptimo.

A continuación se presenta para cada objetivo de por qué mantener Reservas presentado en el punto 3.2, su consideración dentro de la metodología que propondremos:

- *Actuar como respaldo a la moneda doméstica:* El régimen actual cambiario de flotación libre del tipo de cambio, determina que las Reservas no ofician de respaldo de la moneda doméstica. Por lo tanto, este objetivo no es relevante para el BCU y no ha sido considerado en la metodología propuesta.
- *Ser una herramienta para la implementación de una determinada política monetaria o cambiaria.* El régimen actual de manejo de tasas de interés no le impone ninguna restricción a la gestión de Reservas. Por lo tanto, este objetivo tampoco será considerado en la metodología propuesta.
- *Actuar como seguro para emergencias o ante la ocurrencia de desastres naturales.* Por las características de nuestro país este objetivo no es

prioritario en la gestión de Reservas, y así como los dos anteriores, no será considerado en la metodología propuesta.

- *Actuar como medio de pago de la deuda en moneda extranjera y ser cobertura de depósitos en moneda extranjera.* Estos objetivos son prioritarios en la gestión de Reservas, dado que el BCU tiene que actuar como prestamista de última instancia del sistema financiero. Por este motivo y siguiendo el objetivo mencionado de preservación del capital es que se propone seguir en primera instancia un enfoque de manejo conjunto de activos y pasivos. Esto implica calzar por moneda los Activos de Reserva con los pasivos asumidos por el BCU, sean de reserva o no (*“Asset and Liability Management”*).
- Es importante considerar en la definición anterior que como deuda entendemos la asumida por el BCU y no la deuda pública nacional<sup>5</sup>.
- Si luego de calzar activos y pasivos existieran activos remanentes entraría en relevancia el objetivo de maximizar rentabilidad de la inversión de los fondos una vez asegurado el objetivo de preservar el capital. Por lo tanto, por dicho remanente la propuesta sería optimizar rendimientos sujeto a los activos elegibles de acuerdo a la definición dada por la Carta Orgánica del BCU. En este sentido se debe tener en cuenta que dado que el BCU es emisor de moneda nacional, pierde sentido el mantener Activos de Reserva definidos en moneda nacional.
- *Ser fuente de fondos para el pago de gastos públicos y privados en el exterior.* Este objetivo se asegura con la metodología propuesta si y solo si la replica por moneda del flujo comercial se encuentra sobre la frontera de eficiencia que surgiría del punto anterior.

### 4. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA PARA LA ASIGNACIÓN ESTRATÉGICA POR MONEDA DEL STOCK DE RESERVAS

A continuación se describe la aproximación metodológica propuesta para la asignación estratégica por moneda de los Activos de Reserva. Como mencionamos anteriormente, la misma es una contribución científica que deberá someterse a discusión y no implica ser la mejor alternativa existente para la asignación estratégica por monedas.

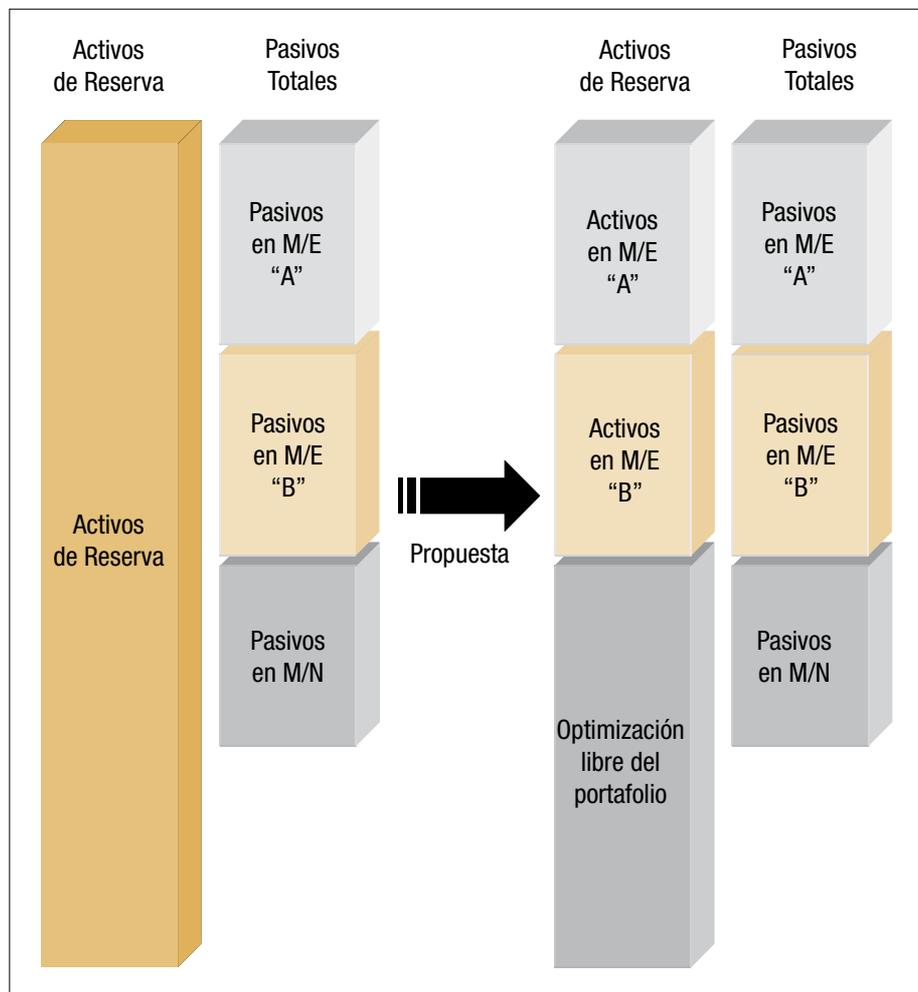
1. Clasificar los pasivos exigibles por moneda.

2. Una vez identificados los pasivos exigibles contraídos en moneda extranjera, siguiendo un enfoque de Administración de Activos y Pasivos (“ALM” – *Asset and Liability Management*), recomendamos invertir las Reservas en las mismas monedas extranjeras y por los mismos montos en los que se contrajeron los pasivos, hasta la concurrencia de ellos, con el objetivo final de eliminar el riesgo cambiario por los pasivos contraídos en moneda extranjera.

que atraviesa el país, en la que el BCU incrementa permanentemente el stock de Reservas financiadas con instrumentos en moneda nacional.

Dado que el BCU es el emisor de la moneda nacional, y teniendo en cuenta los objetivos para los cuales se mantienen Reservas, carece de sentido el tener activos en moneda nacional, de hecho, la Carta Orgánica prevé que los Activos de Reservas se inviertan en oro, divisas en forma de saldos bancarios mantenidos

en plazas financieras del exterior, billetes y monedas extranjeras, así como otros activos aceptados para tal finalidad por la práctica internacional. Las siguientes subetapas definen el ejercicio de optimización siguiendo el Modelo de Media – Varianza a la Markowitz:



3. Para el remanente de los Activos de Reserva sobre los pasivos exigibles contraídos en moneda extranjera, recomendamos utilizar un enfoque de optimización libre que permita al Banco Central, diversificar su portafolio eficientemente, sujeto a las restricciones impuestas por la Carta Orgánica.

La metodología que proponemos en relación a la moneda en la que debería invertirse el remanente de Reservas por encima de los pasivos exigibles en moneda extranjera cobra relevancia en la situación actual

la definición del universo de activos depende de la determinación final de la frontera de eficiencia, y la correspondencia con la tolerancia al riesgo de la institución.

En particular los objetivos que rigen la gestión de Reservas en los bancos centrales son los siguientes:

- La preservación del capital es la meta primordial debido a la función de las Reservas, la asunción de bajos niveles de riesgo

crediticio es un valor en sí mismo para los bancos.

- La liquidez, que si bien es un valor deseable para cualquier inversor, se vuelve fundamental en bancos que actúan como prestamistas de última instancia y deben mantener sus Reservas en activos líquidos.
- La maximización de los rendimientos es un objetivo deseable pero como ya fue expresado, luego de las restricciones que de hecho se imponen a esa maximización (cumplimiento de los objetivos de preservación del capital y liquidez).

En este contexto, los activos elegibles deben tener una alta calificación crediticia y además una adecuada liquidez. Para este trabajo se tomaron dos sets de activos elegibles: uno más conservador que incluye títulos gubernamentales de entre 1 y 3 años emitidos por EE.UU, Alemania, Japón y Reino Unido, y un segundo que incorpora títulos gubernamentales de entre 1 y 3 años de países con calificación crediticia superior a AA- y alta liquidez (en donde se agrega Canadá, Nueva Zelanda, Australia y Suiza).

Asimismo a cada set de activos elegibles se le agregó para el ejercicio de optimización el oro, con lo cual se generaron 4 grupos de activos a saber:

- 4 principales monedas.
- 4 principales monedas más oro.
- Países con calificación superior a AA- y con altos niveles de liquidez en sus títulos.
- Países con calificación superior a AA- y con altos niveles de liquidez en sus títulos más oro.

**b.** Determinar la muestra histórica de la serie de rendimientos de los activos, así como toda depuración de datos extremos de las series utilizadas a efectos de evitar cualquier tipo de sesgo en las series.

Como se mencionó previamente, se tomaron los índices de rendimiento total de bonos, cuyo plazo al vencimiento sea entre 1 y 3 años, para emisiones gubernamentales de alta calificación crediticia y con altos niveles de liquidez. El plazo elegido se fundamenta en que son los títulos con mayor liquidez y aquéllos en que todos los países escogidos poseen emisiones.

A efectos de asegurar la calidad crediticia se tomaron países con calificación AA. Por su parte en

lo concerniente a la liquidez, se tomaron países cuyos índices contengan emisiones cuyo monto circulante supere US\$ 3.000 millones.

Obtenidas las series del valor de los índices y las series de la evolución del valor de las monedas así como la evolución de la inflación en Uruguay se procedió a construir las series utilizadas en la optimización de la siguiente manera:

- Se tomaron los índices de bonos en cada moneda y con la serie de la evolución de cada moneda respecto al dólar se elaboraron las series medidas en dólares. Estas series se elaboraron con una periodicidad semanal.
- Posteriormente se usó la serie de la evolución \$/US\$ para expresar la serie en pesos uruguayos por ser la moneda funcional en la que el BCU mide su rendimiento<sup>6</sup>.
- Finalmente con la serie de inflación se expresó el valor de los portafolios de los países escogidos en pesos uruguayos ajustados por inflación.
- A partir de la serie obtenida en el punto anterior se procedió a elaborar la serie de rendimientos semanales, siguiendo como se mencionó en el punto 3.3 mediante un criterio de rendimiento geométrico esto es:

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

Siendo  $P_t$  el valor de índice elaborado en el tercer bullet para el período  $t$ .

**c.** Análisis de los activos elegibles seleccionados en  $a$ , en el espacio muestral determinado en  $b$ . El análisis deberá finalizar con la determinación de los rendimientos esperados de los activos, sus varianzas y las covarianzas entre cada uno de los activos tomados en consideración.

A efectos de determinar una aproximación a los rendimientos esperados, se descompuso el esperado de los títulos en dos factores: el rendimiento en la moneda de origen y la variación del tipo de cambio respecto a nuestra moneda de referencia, la Unidad Indexada (UI).

A efectos de determinar el rendimiento esperado en la moneda de origen, se tomó el "Yield to Maturity" o rendimiento al vencimiento de los índices de bonos tomados como referencia.

Por su parte para calcular el rendimiento esperado por la evolución del tipo de cambio respecto a la UI se utilizaron dos aproximaciones a saber: una en base a la Paridad de Poderes de Compra y una segunda en base a los pronósticos de los principales Bancos de Inversión tomado de la encuesta mensual que realiza Bloomberg.

Respecto a la primer metodología se tomó una serie de 30 años (1977-2007), de forma de capturar varios ciclos económicos y de esta forma tener una medida que estima el tipo de cambio de equilibrio de largo plazo según la teoría de Paridad de Poderes de Compra (PPC).

Cabe destacar, y es empíricamente fácil de demostrar, que la teoría de PPC no se cumple en el corto plazo, de manera que la asignación por moneda que este método arroja representa una asignación estratégica de largo plazo, lo que implica que el inversor, en nuestro caso el BCU, posea un horizonte de inversión suficientemente largo.

Otra crítica a esta aproximación resulta en que la utilización de PPC como aproximación del rendimiento esperado por evolución del tipo de cambio, mantiene una mirada “backward looking” y nada garantiza que la evolución pasada de las monedas contenga información sobre su evolución futura.

En función de lo anterior, se utilizó una segunda alternativa que permite tener una visión “forward looking” de los rendimientos esperados, basada en los pronósticos de analistas.

De esta forma se utilizó una alternativa al PPC de calcular los rendimientos considerando las expectativas de rendimiento de las monedas existentes en el mercado a través de los indicadores de rendimiento esperado de los principales Bancos de Inversión. Para ello se tomó la media de los pronósticos de los principales Bancos de Inversión de la encuesta mensual de Bloomberg, y en función de la misma se construyó el rendimiento esperado por evolución del tipo de cambio.

De esta forma se obtienen los rendimientos esperados totales a saber:  $Rendimiento\ Esperado_i = (1+YTM_i) * (1+e_i) - 1$

Siendo  $YTM_i$  el rendimiento al vencimiento en la moneda de origen  $i$ , y  $e_i$  el rendimiento esperado medido en UI por evolución del tipo de cambio en función de las dos aproximaciones: Paridad de Poderes de Compra y pronósticos de los principales Bancos de Inversión.

Los resultados son los siguientes:

### CUADRO 1

#### Rendimientos Anuales Promedio Histórico (de los últimos 30 años medidos en términos de UI) y Rendimientos Anuales Esperados (medidos en términos de UI)

	Rendimientos históricos	Rendimientos esperados
UK	1,19%	1,65%
EUR	1,98%	2,56%
JPN	-0,56%	0,59%
SZ	1,22%	1,27%
CAN	0,22%	0,54%
NZ	1,64%	1,52%
ORO	1,52%	1,52%
EEUU	0,63%	0,12%

Una tercer alternativa sería utilizar el Modelo de Black-Litterman (“Global Portfolio Optimization”) que implica utilizar el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (CAPM) en donde los rendimientos esperados se calculan a través de una optimización inversa tomando como dato la asignación a cada activo en el mercado. De esta forma se obtendría el rendimiento en equilibrio de cada activo en base al CAPM. En lo que refiere a las volatilidades, y de acuerdo a las consideraciones realizadas en el punto 3.4, se utilizó un modelo de volatilidad condicional. En particular las series dieron un buen ajuste a un modelo GARCH (1,1). A efectos de calibrar el modelo se tomó la serie a 30 años utilizada para el cálculo de los rendimientos esperados.

De esta forma se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las monedas involucradas:

### CUADRO 2

#### Desvíos Estándar en Relación al Rendimiento Anual Promedio Histórico

	Desvíos
UK	1,19%
EUR	1,98%
JPN	-0,56%
SZ	1,22%
CAN	0,22%
NZ	1,64%
ORO	1,52%
EEUU	0,63%

d. Elaborar la frontera de eficiencia, vale decir el conjunto de portafolios óptimos. A partir de los rendimientos esperados de los activos, sus varianzas y covarianzas mediante la optimización a la Markowitz se determinará la composición por activos de cada portafolio que integre la frontera de eficiencia. Tal como lo expone la Teoría de la frontera es una curva cóncava creciente (asumiendo correlación entre los rendimientos de los activos menor que 1), en donde se vincula el riesgo de cada portafolio medido por la varianza, con sus rendimientos esperados.

e. Elegir el portafolio óptimo en función del apetito por el riesgo con que cuente el inversor.

### 5. DATOS DE BASE PARA LA ASIGNACIÓN ESTRATÉGICA POR MONEDA DEL STOCK DE RESERVAS

Los datos de base utilizados para la aplicación de la metodología propuesta han sido los siguientes:

- Estado de Situación Patrimonial del Banco Central del Uruguay al 31 de diciembre de 2006.
- Serie G1O2 para los Dólares Americanos (EE.UU)
- Serie GVLo Index para los Euros (EUR) y Serie GVZO Index para el Marco Alemán
- Serie EGoV Index para los Yenes (JPN)
- Serie GVQO Index para las Libras Esterlinas (UK)
- Serie Gold Comdty para el Oro

- Serie GVCo Index para el Dólar de Nueva Zelanda (NZ)
- Serie GVSo Index para el Dólar Canadiense (CAN)
- Serie GVYo Index para el Franco Suizo (SZ)
- Serie Histórica para la Unidad Indexada
- Media de las expectativas de Rendimientos por moneda de los principales Bancos de Inversión de acuerdo a la encuesta mensual realizada por Bloomberg

La aplicación de la metodología propuesta exige contar con información actualizada sobre el Estado de Situación Patrimonial del BCU y sobre el comportamiento de las variables que en él se incluyen. Es decir, el modelo debe tener una revisión permanente para validar que los rendimientos, desvío estándar y correlaciones de las monedas que se utilizan son razonables y reflejan las expectativas de los inversores sobre su evolución.

### 6. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA DESARROLLADA

Hemos aplicado la metodología propuesta a la situación del Banco Central del Uruguay al 31 de diciembre de 2006. Para la determinación del rendimiento de los activos en distintas monedas hemos tomado dos criterios:

1. Medir los rendimientos esperados en base a la media histórica.
2. Medir los rendimientos esperados en base a la ex-

#### CUADRO 3

#### Síntesis del Estado de Situación Patrimonial del BCU al 31 de diciembre de 2006 expresado en millones de US\$

Activo			Pasivo		
Activos de Reserva	US\$	3.087	Encajes	US\$	2.149
Otros activos	US\$	2.067	Encajes	UYP	258
Otros activos	UYP	411	Valores emitidos	UYP	1.434
			Billetes y monedas emitidos	UYP	904
			MEF	US\$	445
			MEF	UYP	145
			Otros	UYP	839
			<b>Total pasivo</b>		<b>6.174</b>
			<b>Patrimonio</b>		<b>-609</b>
<b>Total Activo</b>		<b>5.565</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>		<b>5.565</b>

pectativa de los bancos de inversión más grandes a nivel mundial.

### 6.1 Medición de Rendimientos a Través de Series Históricas

De la aplicación del método expuesto anteriormente surgen los siguientes resultados:

#### 1. Clasificar los pasivos exigibles por moneda

Del último balance del BCU publicado, hemos clasificado el pasivo por moneda, de acuerdo a la información contenida en las Notas a los Estados Contables.

#### CUADRO 4

### Composición del Pasivo del BCU clasificado por moneda al 31/12/06 expresado en millones de US\$

Deuda exigible contraída en US\$		
Instituciones Financieras	2.594	42%
MEF	2.149	35%
Deuda exigible contraída en UYP		
Instituciones Financieras	258	4%
MEF	145	2%
Público	2.338	38%
Otros Pasivos	839	14%
Total Pasivo	<b>6.174</b>	<b>100%</b>

#### 2. Calzar activos y pasivos en moneda extranjera

Del análisis del Estado de Situación Patrimonial del BCU, surge que de los US\$ 3.087 millones de Activos de Reserva, US\$ 2.594 millones deberían estar invertidos en Dólares Americanos para cubrir los pasivos exigibles contraídos en esa moneda, surgiendo un remanente de US\$ 493 millones que deberían cubrir los pasivos contraídos en moneda nacional.

3. Utilizar la Teoría del Portafolio para diversificar eficientemente los activos que ofrecen cobertura a los

#### CUADRO 5

### Relación entre los Activos de Reserva y los Pasivos Exigibles al 31/12/06 expresado en millones de US\$

Reservas	US\$	3.087	100%
Pasivo exigible en US\$		<b>2.594</b>	<b>84%</b>
Instituciones Financieras	US\$	2.149	70%
MEF	US\$	445	14%
Remanentes		<b>493</b>	<b>16%</b>

pasivos exigibles contraídos en moneda nacional.

#### CUADRO 6

### Composición del Portafolio de Reservas por Moneda al 31/12/06 expresada en millones de US\$

Reservas		
En US\$	<b>2.594</b>	<b>100%</b>
Diversificación Eficiente	493	19%
Total	3.087	119%
Pasivo		
Contraídos en US\$	<b>2.594</b>	<b>100%</b>
Contraídos en \$	493	19%
Total	3.087	119%

Nuestra recomendación en relación a la moneda en la que debería invertirse el remanente de Reservas sobre los pasivos exigibles en moneda extranjera cobra relevancia en la situación actual que atraviesa el país, en la que el BCU incrementa permanentemente el stock de Reservas con el objetivo de controlar la inflación. A continuación se presentan los resultados para cada una de las subetapas:

a. Universo de activos elegibles: De acuerdo a lo mencionado en el punto anterior se eligieron los siguientes activos: Dólares Americanos (EE.UU), Euros (EUR), Yenes (JPN), Libras Esterlinas (UK), Dólar de Nueva Zelanda (NZ), Dólar Cana-

#### CUADRO 7

### Rendimientos Históricos Promedio por Moneda en términos anuales y expresados en UI y el Desvío Standard en relación a la media correspondiente

Datos		
Moneda	Rendimientos	Desvío
UK	1,19%	8,87%
EUR	1,98%	19,01%
JPN	-0,56%	11,27%
SZ	1,22%	10,97%
CAN	0,22%	8,77%
NZ	1,64%	10,89%
ORO	1,52%	15,87%
EE.UU.	0,63%	4,83%

**CUADRO 8**

**Matriz de Correlaciones entre las Monedas**

	UK	EUR	JPN	SZ	CAN	NZ	ORO	EEUU
UK	1,00	0,79	0,44	0,75	0,44	0,54	0,41	0,49
EUR	0,79	1,00	0,53	0,87	0,40	0,42	0,41	0,38
JPN	0,44	0,53	1,00	0,71	0,24	0,04	0,10	0,45
SZ	0,75	0,87	0,71	1,00	0,42	0,33	0,38	0,53
CAN	0,44	0,40	0,24	0,42	1,00	0,36	0,46	0,35
NZ	0,54	0,42	0,04	0,33	0,36	1,00	0,30	0,28
ORO	0,41	0,41	0,10	0,38	0,46	0,30	1,00	0,20
EE.UU.	0,49	0,38	0,45	0,53	0,35	0,28	0,20	1,00

diense (CAN), Franco Suizo (SZ) y ORO.

b. Muestra histórica. La presentación de los datos utilizados se realizó en el punto Datos de Base.

c. Análisis de los activos elegibles seleccionados en a, en el espacio muestral determinado en b.

**4. Composición de los Portafolios Óptimos formados para cada uno de los Sets de Activos**

Para determinar cómo diversificar eficientemente las Reservas que cubren los pasivos emitidos en Pesos Uruguayos o en Unidades Indexadas elaboramos las fronteras de eficiencia para los cuatro portafolios de activos descriptos anteriormente:

- Portafolio de 4 monedas: Dólares Americanos (EE.UU), Euros (EUR), Yenes (JPN) y Libras Esterlinas (UK).

- Portafolio de 4 monedas más Oro: Dólares Americanos (EE.UU), Euros (EUR), Yenes (JPN), Libras Esterlinas (UK) y ORO.

- Portafolio de 7 monedas: Dólares Americanos (EE.UU), Euros (EUR), Yenes (JPN), Libras Esterlinas (UK), Dólar de Nueva Zelanda (NZ), Dólar Canadiense (CAN) y Franco Suizo (SZ).

- Portafolio de 7 monedas más Oro: Dólares Americanos (EE.UU), Euros (EUR),

Yenes (JPN), Libras Esterlinas (UK), Dólar de Nueva Zelanda (NZ), Dólar Canadiense (CAN), Franco Suizo (SZ) y ORO.

Las fronteras de eficiencia se construyeron como la unión de los puntos de intersección de riesgo–rendimiento para cada uno de los 15 portafolios armados para cada combinación

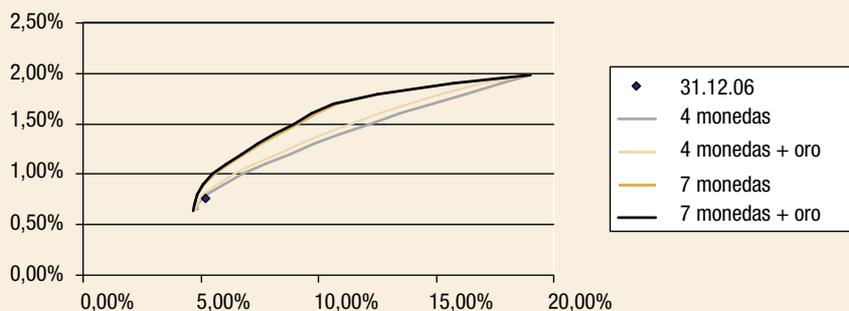
de activos. En todos los casos se partió del portafolio de mínimo rendimiento al que se sumó tramos de 10 puntos de rendimiento hasta llegar al portafolio de máximo rendimiento (de allí surgieron 15 portafolios para cada set de activos).

En el siguiente gráfico se observa cómo la frontera de eficiencia se “corre” logrando incrementar el rendimiento para cada nivel de riesgo al agregar activos en las otras tres monedas: Dólar de Nueva Zelanda, Dólar Canadiense y Franco Suizo. Esto ocurre ya que la correlación de estas monedas con las monedas más fuertes es baja y por lo tanto se obtiene el beneficio de la diversificación. Sin embargo, se puede observar que el beneficio adicional de invertir en oro es bajo, ya que la frontera de eficiencia imperceptiblemente logra reducir el riesgo para el mismo nivel de rendimiento.

En el siguiente cuadro, se muestra la relación de riesgo–rendimiento del portafolio de Reservas del BCU al 31 de diciembre de 2006 y de los portafolios

**CUADRO 9**

**Fronteras de Eficiencia Formadas a partir de la Diversificación Eficiente de Portafolios de Activos midiendo el Rendimiento como el Rendimiento Histórico Promedio**



## CUADRO 10

### Detalle de la relación Desvío – Rendimiento para cada una de las Fronteras de Eficiencia Formadas en el Cuadro N°9

31.12.06		4 monedas		4 monedas + oro		7 monedas		7 monedas + oro	
Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.
5,23%	0,76%	4,83%	0,65%	4,81%	0,66%	4,70%	0,64%	4,70%	0,64%
		4,88%	0,70%	4,83%	0,70%	4,72%	0,70%	4,72%	0,70%
		5,26%	0,80%	5,11%	0,80%	4,87%	0,80%	4,83%	0,80%
		5,94%	0,90%	5,66%	0,90%	5,17%	0,90%	5,10%	0,90%
		6,78%	1,00%	6,41%	1,00%	5,63%	1,00%	5,52%	1,00%
		7,73%	1,10%	7,28%	1,10%	6,20%	1,10%	6,07%	1,10%
		8,76%	1,20%	8,22%	1,20%	6,86%	1,20%	6,71%	1,20%
		9,84%	1,30%	9,21%	1,30%	7,58%	1,30%	7,40%	1,30%
		10,95%	1,40%	10,25%	1,40%	8,34%	1,40%	8,14%	1,40%
		12,17%	1,50%	11,36%	1,50%	9,13%	1,50%	8,92%	1,50%
		13,48%	1,60%	12,57%	1,60%	9,95%	1,60%	9,72%	1,60%
		14,85%	1,70%	13,85%	1,70%	10,83%	1,70%	10,64%	1,70%
		16,28%	1,80%	15,19%	1,80%	12,54%	1,80%	12,54%	1,80%
		17,75%	1,90%	16,96%	1,90%	15,72%	1,90%	15,71%	1,90%
		19,01%	1,98%	19,01%	1,98%	19,01%	1,98%	19,01%	1,98%

elaborados a partir de la combinación de activos anteriormente mencionada.

Como se observa, la formación de un portafolio multimonedas permite elevar el nivel de rendimiento para un mismo nivel de riesgo.

A continuación se muestra para cada uno de los portafolios señalados (Portafolio al 31 de diciembre de 2006, Portafolio de Cuatro Monedas, Portafolio de Cuatro Monedas más Oro, Portafolio de Siete Monedas, Portafolio de Siete Monedas más Oro) la composición propuesta por moneda.

El portafolio al 31 de diciembre de 2006 se compone en su mayor parte de Dólares Americanos.

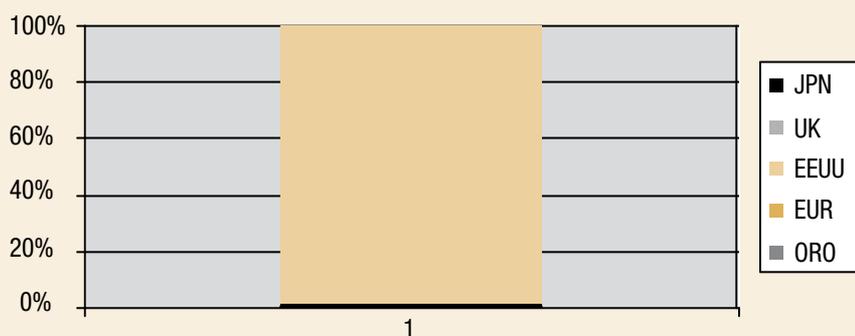
#### Portafolio de 4 Monedas Fuertes

En los portafolios ópti-

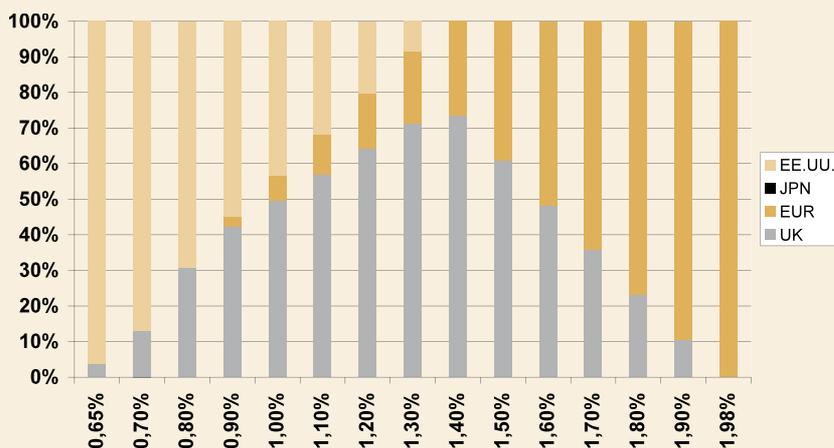
mos formados con las 4 monedas fuertes predomina el Dólar Americano para portafolios de bajo rendimiento (y por lo tanto, bajo riesgo) el que pierde participación por la entrada de la Libra Esterlina y el Euro para portafolios de mayor rendimiento. Dado que el Yen tiene rentabilidad negativa, el modelo no lo ha tomado como activo elegible a la hora de determinar portafolios óptimos.

## CUADRO 11

### Composición del Portafolio de Activos de Reserva del BCU al 31 de diciembre de 2006



**CUADRO 12**  
**Composición de los Portafolios Eficientes formados a partir de activos en 4 monedas**



En los portafolios óptimos formados con las 4 monedas fuertes más 3 monedas de calidad superior AA- y con alta liquidez, predomina el Dólar Americano para portafolios de bajo rendimiento (y por lo tanto, bajo riesgo) el que pierde participación por la entrada del Dólar Neozelandés. La baja correlación del Dólar Neozelandés con las otras monedas provoca que para portafolios de mayor rendimiento in-

**Portafolio de 4 Monedas Fuertes Más Oro**

En los portafolios óptimos formados con las 4 monedas fuertes más oro, predomina el Dólar Americano para portafolios de bajo rendimiento (y por lo tanto, bajo riesgo) el que pierde participación por la entrada de la Libra Esterlina y el Euro para portafolios de mayor rendimiento. La participación del oro se incrementa para portafolios de mayor rentabilidad.

**Portafolio de 7 Monedas**

crementemente su participación. Como se puede observar, la participación del Dólar Americano es menor en relación a los portafolios de cuatro monedas.

**Portafolio de 7 Monedas Más Oro**

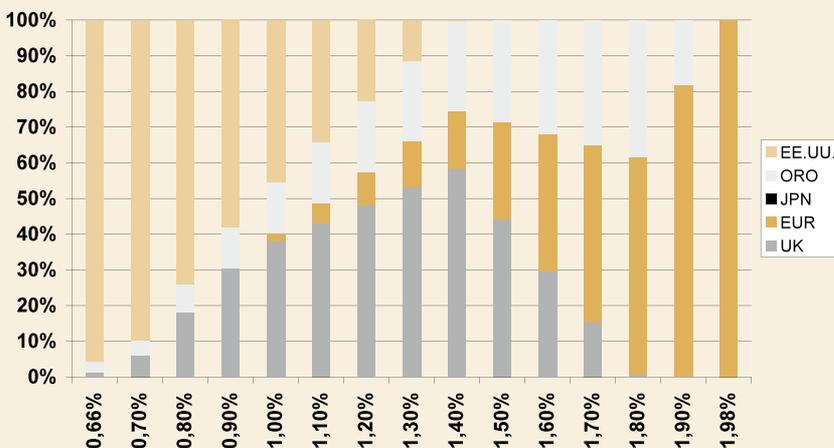
En los portafolios óptimos formados con las 4 monedas fuertes, más 3 monedas de calidad superior AA- y con alta liquidez más oro, predomina el Dólar Americano para portafolios de bajo rendimiento (y por lo tanto, bajo riesgo) el que pierde participación por la entrada del Dólar Neozelandés y el Oro. La baja correlación del Dólar Neozelandés con las otras monedas

provoca que para portafolios de mayor rendimiento incrementemente su participación. Como se puede observar, la participación del Dólar Americano es menor en relación a los portafolios de cuatro monedas.

**5. Elección del Portafolio Óptimo**

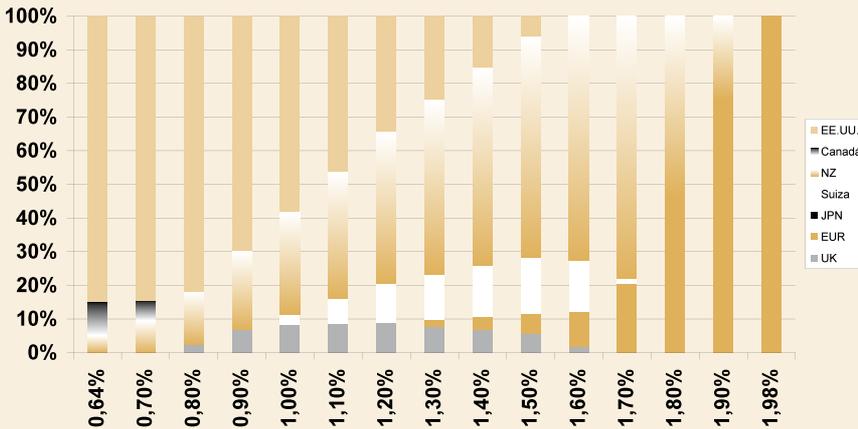
El inversor debería elegir el portafolio óptimo que satisfaga su apetito por el riesgo en base a la frontera de eficiencia que logra una diversifi-

**CUADRO 13**  
**Composición de los Portafolios Eficientes formados a partir de activos en 4 monedas más el oro**



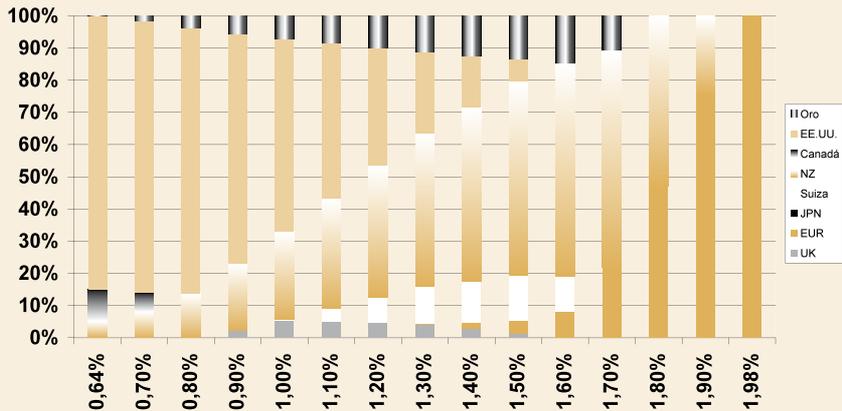
### CUADRO 14

#### Composición de los Portafolios Eficientes formados a partir de activos en 7 monedas



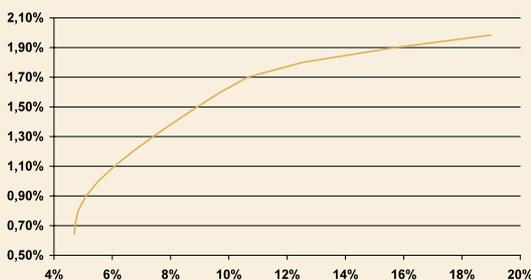
### CUADRO 15

#### Composición de los Portafolios Eficientes formados a partir de activos en 7 monedas más oro



### CUADRO 16

#### Determinación de la Frontera de Eficiencia Predominante utilizando como medida del Rendimiento la media de los rendimientos históricos



### CUADRO 17

#### Expectativas del Mercado sobre Rendimientos de las Monedas Estudiadas en términos anuales y expresados en UI

Datos

Moneda	Rendimientos
UK	1,65%
EUR	2,56%
JPN	0,59%
SZ	1,27%
CAN	0,54%
NZ	1,52%
ORO	1,52%
EEUU	0,12%

cación más eficiente del riesgo. De acuerdo a los cálculos realizados dicha frontera de eficiencia se logra por la combinación de activos en monedas fuertes, activos en moneda de categoría superior a AA- y alta liquidez y oro.

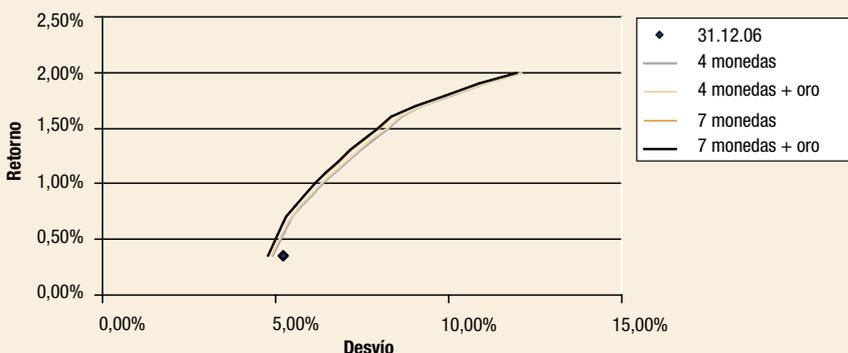
**6.** Medición de Rendimientos a Través de las Expectativas del Mercado.

Una alternativa a la medición de los rendimientos a base de series históricas hubiese sido considerar las perspectivas de rendimiento de las monedas para los principales bancos de inversión. Este escenario cobra relevancia en el contexto actual de incertidumbre sobre una posible recesión en EE.UU que provoque que el rendimiento esperado del Dólar Estadounidense sea sensiblemente inferior a aquél que surge de aplicar cálculos sobre series históricas.

En este escenario, el

**CUADRO 18**

**Fronteras de Eficiencia Formadas a partir de la Diversificación Eficiente de Portafolios de Activos midiendo el Rendimiento con las Expectativas del Mercado**



reduciendo aún más la participación del Dólar Estadounidense.

Ante este cambio en el rendimiento esperado de las monedas, las fronteras de eficiencia formadas serían las siguientes (ver cuadro 18).

Si analizamos la composición por moneda de la frontera de eficiencia predominante (7 monedas más oro) observamos que existe una diversificación por mo-

rendimiento esperado por monedas medido en UI hubiese sido el siguiente (ver cuadro 17).

Si analizamos la composición por moneda de la frontera de eficiencia predominante (7 monedas más oro) observamos que existe una diversificación por moneda aún mayor de la que surgía de aplicar el modelo a base de los resultados de las series históricas,

neda aún mayor de la que surgía de aplicar el modelo a base de los resultados de las series históricas, reduciendo aún más la participación del Dólar Estadounidense.

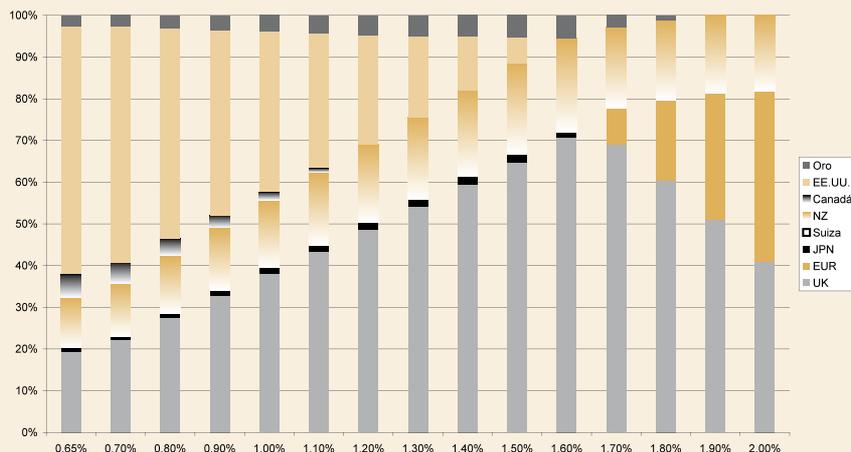
**CUADRO 19**

**Detalle de la relación Desvío-Rendimiento para cada una de las Fronteras de Eficiencia Formadas en el Cuadro N°17**

31.12.06		4 monedas		4 monedas + oro		7 monedas		7 monedas + oro	
Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.	Desvío	Rendim.
5,23%	0,36%	4,92%	0,36%	4,89%	0,36%	4,77%	0,36%	4,76%	0,36%
		5,39%	0,65%	5,35%	0,65%	5,21%	0,65%	5,20%	0,65%
		5,50%	0,70%	5,46%	0,70%	5,33%	0,70%	5,31%	0,70%
		5,76%	0,80%	5,72%	0,80%	5,57%	0,80%	5,56%	0,80%
		6,06%	0,90%	6,01%	0,90%	5,85%	0,90%	5,83%	0,90%
		6,37%	1,00%	6,32%	1,00%	6,16%	1,00%	6,14%	1,00%
		6,71%	1,10%	6,66%	1,10%	6,49%	1,10%	6,46%	1,10%
		7,07%	1,20%	7,02%	1,20%	6,84%	1,20%	6,81%	1,20%
		7,45%	1,30%	7,39%	1,30%	7,20%	1,30%	7,17%	1,30%
		7,84%	1,40%	7,78%	1,40%	7,58%	1,40%	7,55%	1,40%
		8,25%	1,50%	8,18%	1,50%	7,97%	1,50%	7,94%	1,50%
		8,66%	1,60%	8,60%	1,60%	8,37%	1,60%	8,34%	1,60%
		9,23%	1,70%	9,20%	1,70%	9,03%	1,70%	9,02%	1,70%
		10,07%	1,80%	10,06%	1,80%	9,90%	1,80%	9,90%	1,80%
		11,04%	1,90%	11,04%	1,90%	10,89%	1,90%	10,89%	1,90%
		12,10%	2,00%	12,10%	2,00%	11,98%	2,00%	11,98%	2,00%

## CUADRO 20

### Composición de los Portafolios Eficientes formados a partir de activos en 7 monedas más oro



De la aplicación de la metodología propuesta a la situación del Banco Central del Uruguay al 31 de diciembre de 2006, hemos observado que la formación de un portafolio multimonedas, bajo el marco normativo establecido por la Carta Orgánica del BCU, permite obtener un rendimiento esperado mayor para el mismo nivel de riesgo, o menor nivel de riesgo para el mismo nivel de rendimiento.

El marco normativo

impone restricciones respecto a los activos elegibles del modelo, es decir, aquéllos que se considerarían aceptables de acuerdo a la Carta Orgánica del BCU. De acuerdo a los activos considerados como “activos elegibles” del modelo, a continuación se muestra la brecha existente entre el portafolio al 31 de diciembre de 2006 y el portafolio que arroja el mismo nivel de riesgo (pero mayor nivel de rendimiento) que el portafolio al 31 de diciembre de 2006 y la brecha existente entre el portafolio al 31 de diciembre de 2006 y el portafolio que arroja el mismo nivel de rendimiento (pero menos nivel de riesgo) que el portafolio al 31 de diciembre de 2006.

Si en lugar de determinar los rendimientos en base a series históricas se hubiesen determinado de acuerdo a las expectativas existentes en los principales bancos de inversión del mundo medido en términos de UI, la brecha existente entre el portafolio al 31 de diciembre de 2006 y el portafolio obtenido sería la siguiente (ver cuadro 21).

La aproximación metodológica abre las puertas a futuras investigaciones que permitan entre otras cosas, lo siguiente:

a) Analizar cómo inciden en los resultados de la metodología propuesta las limitaciones de la teoría del Profesor Markowitz, entre ellas:

- La forma de medición de los rendimientos. En este sentido, se destaca la propuesta metodológica de los Profesores Black y Litterman que en su trabajo de 1992 plantearon la metodología de

## 7. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para la asignación estratégica por moneda de las Reservas del Banco Central del Uruguay hemos desarrollado una alternativa metodológica que deberá someterse a discusión, que consiste en calzar los Activos de Reservas con los pasivos exigibles en moneda extranjera y diversificar eficientemente el remanente de los Activos de Reserva siguiendo la Teoría del Portafolio de Markowitz bajo el marco normativo establecido por la Carta Orgánica del BCU.

Cabe destacar que la asignación estratégica oficiaría como “benchmark” para la composición por monedas del portafolio Activos de Reserva del BCU. El retorno asociado a la asignación estratégica representa lo que en el Modelo de Valuación de Activos de William Sharpe se conoce como el beta del portafolio.

Esto no invalida toda gestión táctica que el gestor de portafolios pueda realizar en busca de retornos por encima del “benchmark” (esto se denomina “generación de alfa”). En este sentido se pueden flexibilizar los lineamientos de inversión de manera que sean elegibles otras clases de activos como títulos corporativos, activos respaldados con hipotecas, agencias gubernamentales o títulos municipales.

Una vez definida la frontera de eficiencia de acuerdo a la Teoría del Portafolio, el inversor de acuerdo a su perfil de riesgo, debería definir en qué portafolio desea posicionarse y tomar las medidas correctivas necesarias para ello.

**CUADRO 21**

**Síntesis de las diferencias detectadas entre la composición actual del portafolio y los portafolios eficientes que surgen de la metodología midiendo los rendimientos en términos históricos**

Moneda	DATOS			DATOS		
	Composición del Portafolio al 31.12.06	Portafolio eficiente con igual nivel de rendimiento que el obtenido al 21.12.06	Brecha	Composición del Portafolio al 31.12.06	Portafolio eficiente con igual nivel de rendimiento que el obtenido al 21.12.06	Brecha
UK	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,5%	3,5%
EUR	8,0%	0,0%	-8,0%	8,0%	0,0%	-8,0%
JPN	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SZ	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CAN	0,0%	1,7%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%
NZ	0,0%	11,2%	11,2%	0,0%	23,1%	23,1%
ORO	3,0%	3,0%	0,0%	3,0%	6,2%	3,2%
EEUU	89,0%	84,1%	-4,9%	89,0%	67,2%	-21,8
<b>Rendim.</b>	<b>0,76%</b>	<b>0,76%</b>	<b>N/A</b>	<b>0,76%</b>	<b>0,94%</b>	<b>N/A</b>
<b>Desvío</b>	<b>5,23%</b>	<b>4,77%</b>	<b>N/A</b>	<b>5,23%</b>	<b>5,23%</b>	<b>N/A</b>

**Nota:** Cuando mencionamos "Composición del Portafolio al 31 de Diciembre de 2006" se trata del portafolio de Reservas luego de calzar activos de reserva con los pasivos exigibles en moneda extranjera

**CUADRO 22**

**Síntesis de las Diferencias Detectadas entre la Composición Actual del Portafolio y los Portafolios Eficientes que surgen de la Metodología Midiendo los Rendimientos con las Expectativas del Mercado**

Moneda	DATOS			DATOS		
	Composición del Portafolio al 31.12.06	Portafolio eficiente con igual nivel de rendimiento que el obtenido al 21.12.06	Brecha	Composición del Portafolio al 31.12.06	Portafolio eficiente con igual nivel de rendimiento que el obtenido al 21.12.06	Brecha
UK	0,0%	4,0%	0,0%	0,0%	20,2%	20,2%
EUR	8,0%	0,0%	-8,0%	8,0%	0,0%	-8,0%
JPN	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,8%	0,8%
SZ	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CAN	0,0%	8,5%	8,5%	0,0%	5,4%	5,4%
NZ	0,0%	8,7%	8,7%	0,0%	12,3%	12,3%
ORO	3,0%	1,3%	-1,7%	3,0%	2,6%	-0,4%
EEUU	89,0%	77,0%	-12,0%	89,0%	58,7%	-30,3
<b>Rendim.</b>	<b>0,36%</b>	<b>0,36%</b>	<b>N/A</b>	<b>0,36%</b>	<b>0,67%</b>	<b>N/A</b>
<b>Desvío</b>	<b>5,23%</b>	<b>4,76%</b>	<b>N/A</b>	<b>5,23%</b>	<b>5,23%</b>	<b>N/A</b>

**Nota:** Cuando mencionamos "Composición del Portafolio al 31 de Diciembre de 2006" se trata del portafolio de Reservas luego de calzar activos de reserva con los pasivos exigibles en moneda extranjera



determinar el rendimiento de los activos a partir del portafolio de mercado. Si hubiésemos aplicado la metodología de estos autores es probable que los portafolios óptimos hubiesen sido diferentes, sin embargo es posible que arribemos a la misma conclusión en cuanto a que un portafolio multimonedas permitirá expandir la frontera de eficiencia alcanzada por el Banco al 31 de diciembre de 2006.

- Se trata de una aproximación pasiva a la determinación de portafolios óptimos, los bancos centrales, como se señaló, tienen objetivos propios para invertir sus Activos de Reserva. Entre ellos no está el invertir en forma activa tanto sea en “*market timing*” como en “*misspriced assets*”.

- Se aplican Finanzas Uniperiódicas en lugar del concepto de Finanzas Dinámicas desarrollado por Merton. Es decir, la metodología aplicada no permite una actualización dinámica y automática del Portafolio ante nueva información del mercado.

**b)** Debería evaluarse qué tan sensible es el modelo a variaciones en los parámetros que miden el rendi-

miento, el riesgo y la correlación. Por otra parte, sería interesante estudiar la incidencia de haber medido el rendimiento con series que consideren el rendimiento de instrumentos de más largo plazo que los considerados.

**c)** ¿Qué aproximación metodológica permitiría a los bancos centrales determinar cuál debería ser la cantidad óptima de Reserva que deben mantener?

**d)** Dada la asignación estratégica por monedas definida por los bancos centrales, ¿qué aproximación metodológica permitiría a los bancos centrales determinar en qué instrumentos concretamente deberían invertir y a qué plazo?

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LEYES Y DECRETOS

Ley 16.696 del 30 de marzo de 1995 de la República Oriental del Uruguay, “Carta Orgánica del BCU”.

### CONFERENCIAS

“Administración de Riesgo en el Portafolio de las Reservas Internacionales”.

(2002). Segundo Seminario Sobre Manejo de la Deuda Pública. Bogotá

**Broda, M.**, (2007): Presentación realizada en Diciembre de 2007 sobre

“Economía Mundial: situación actual y perspectivas”. Montevideo, Uruguay. (pp. 2-4).

Métodos Econométricos en Finanzas (2007): Dirección de Operaciones Financieras – Investigación y Desarrollo del Fondo Latinoamericano de Reservas.



## PUBLICACIONES

**Ben-Bassat, A., Gottlieb, D.,** (1991): "Optimal international reserves and sovereign risk". *Journal of International Economics* 33. pp. 345-362.

**Black, F., Litterman, R.,** (1992): "Global Portfolio Optimization". *Financial Analysts Journal*. Sept.-Oct., pp. 28-43.

**Black, F.,** (1976): "The pricing of commodity contracts". *Journal of Financial Economics* 3. pp. 167-179.

**Bollerslev, T.,** (1986): "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of Econometrics*. pp. 31:307-327.

**Cassel G.,** (1964): "The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal?" *J.P.E.*, LXXII, No. 6 (December, 1964), 584-96.

**Enders, W.,** (1995): "Applied Econometrics Time Series". John-Wiley & Sons. pp. 139-149.

**Engle, R.,** (2001): "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics". *Journal of Economic Perspectives*. 15(4) pp. 157-168.

**Engle, R.,** (1982): "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation". *Econometrica* 50. pp. 987-1008.

**Gujarati, D.,** (2003): "Basic Econometrics". 856-862.

**Malacrida, F., Conde G.,** (2007): "Administración de Reservas Internacionales".

**Mandelbrot, H.,** (1965): "Conditional heteroskedasticity in asset returns".

**Markowitz, H.,** (1952): "Portfolio Selection". *The Journal of Finance*.

**Mc Donald, D.,** (1982): "Debt capacity and developing country borrowing: A survey of the literature". *IMF Staff Papers* 29. pp. 603-646.

**Nelson, D.,** (1991): "Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach". *Econometrica* 59. pp. 347-370.

**Unge, J.,** (2004): Ensayo: "Manejo de las reservas de oro y divisas".

**Pascale, R.,** (2004): "*Decisiones Financieras*". 4ta. Edición Revisada.

**Ramaswamy, S.,** (1999): "Reserve Currency Allocation: An Alternative Methodology". *BIS Working Paper* N° 72.

**Ramaswamy, S.,** (1999): "Managing International Reserves: Does Diversification Reduce Carry Costs?". *BIS Working Paper*.

**Redrado, M., Carrera, J., Bastourre, D., Ibarlucia, J.,** (2006): "La política económica de la acumulación de reservas: nueva evidencia internacional". República Argentina.

**Scherer, B., Gintschel, A.,** (1993): "Currency Allocation As Dual. Benchmark Optimization".

**Sharpe, W.,** (1964): "The Capital Asset Pricing Model".

**Wooldrige, P.,** (2006): "The Changing Composition of Official Reserves". *BIS Working Paper*.

## INFORMACIÓN PÚBLICA DE INTERNET

Estados Contables del Banco Central del Uruguay al 31 de diciembre de 2006. [www.bcu.gub.uy](http://www.bcu.gub.uy).

Informe de Expectativas Sobre Monedas Extranjeras, Bloomberg Referencia OUTL. Manual del Fondo Monetario Internacional. 1998.

---

## NOTAS

**1** El presente artículo es una síntesis del trabajo de investigaciones monográficas elaborado para la obtención del título de Magíster en Finanzas otorgado por la Universidad de la República Oriental del Uruguay. El mismo representa la opinión personal de los autores y, por tanto, no refleja necesariamente la opinión oficial de las instituciones donde trabajan los mismos. Director de Tesis: Prof. Cr. Ricardo Pascale.

**2** Autores del Trabajo: Cr. Fabio Malacrida, Jefe del Departamento de Operaciones Monetarias del Banco Central del Uruguay y Docente de la Universidad de la República y de la Universidad Católica y Cra. Magdalena Perutti, Gerente de Consultoría Organizacional y Financiera de KPMG y Docente de la Universidad de la República.

**3** Fondo Monetario Internacional, 1998.

**4** MIMEO - Administración de Reservas Internacionales, Fabio Malacrida y Gabriela Conde.

**5** Al 31 de diciembre de 2006, los Activos de Reserva administrados por el BCU representan un 25% de la deuda pública en moneda extranjera, por lo que pierde sentido pensar que el objetivo de los Activos de Reserva es cubrir la deuda pública en moneda extranjera. Adicionalmente, así como la deuda pública en moneda extranjera no está contabilizada en el balance del BCU, tampoco lo están todos los Activos de Reserva del país. Por lo tanto, el BCU deberá administrar sus Reservas con independencia de los otros Activos de Reserva que administra el MEF y de la deuda pública total.

**6** En una extensión del Modelo se procederá a aleatorizar la inflación a efectos de seguir la corrección a la Teoría del Portafolio establecida por Biger en 1975.