



## Nivel óptimo y adecuado de reservas internacionales

◆ Gerencia Técnica del Banco de la República ◆

Al administrar reservas internacionales generalmente los bancos centrales se enfrentan al desafío de determinar su nivel óptimo o adecuado. Ya sea por exceso o defecto, un nivel inadecuado de reservas internacionales puede generar inconvenientes importantes que resultarían costosos para la economía en su conjunto. En la actualidad existen múltiples indicadores y metodologías que contemplan diferentes criterios que podrían emplearse para determinar dicho nivel. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones y potenciales problemas que implica utilizar una metodología o indicador específico. Una alta sensibilidad a los parámetros y ciertos supuestos utilizados generan que se muestren niveles “óptimos” de reservas internacionales muy distintos. En este documento se presenta una revisión crítica de algunas metodologías para el cálculo del saldo óptimo de reservas, así como un conjunto de indicadores de liquidez internacional, cuya combinación arroja luces sobre el nivel adecuado de reservas internacionales, siguiendo un método reciente propuesto por el Fondo Monetario Internacional (FMI).

### I. Modelos sobre reservas internacionales óptimas

Los modelos utilizados para determinar el nivel óptimo de reservas internacionales se basan en un análisis costo-beneficio. El beneficio de mantener reservas internacionales se sustenta en la menor probabilidad de ocurrencia de una crisis externa o de un menor costo de la misma en términos de producto o consumo. Un nivel suficiente de reservas hace a la economía más estable y menos vulnerable. El costo (de oportunidad) de mantener reservas internacionales surge debido que estas se invierten en activos líquidos de bajo riesgo que tienen un rendimiento inferior al de otros usos alternativos (v.g. inversión, pago de deuda externa, etc.).

El trabajo pionero en esta línea es el de Heller (1966); luego, Ben-Bassat y Gottlieb (1992) postularon un modelo en el cual las reservas internacionales reducen la probabilidad de una crisis externa o cambiaria. En este contexto, el “nivel óptimo” de reservas internacionales,  $R^*$ , minimiza la siguiente función de costos esperados,  $C$ :

$$C = p(R)C_o + (1-p(R))Rr \quad (1)$$

sujeto a  $D = D_n + R$

Donde  $p = p(R)$  es la probabilidad de una crisis externa que depende inversamente del nivel de reservas internacionales,  $C_o$  el costo de la crisis externa medido como proporción del producto interno bruto (PIB), y  $r$  es el costo de oportunidad de mantener reservas. En la restricción de riqueza,  $D$  es la deuda externa bruta y  $D_n$  es una constante equivalente a la deuda externa neta de reservas.

Más recientemente Jeanne (2007) plantea un modelo para una economía pequeña y abierta, donde una parada súbita de los flujos de capitales hacia al país (*sudden stop*) impide acceder al financiamiento internacional para atender los pagos de la deuda externa. En este contexto, las reservas internacionales se pueden utilizar para mitigar la caída en el producto y estabilizar el consumo de los hogares. Suponiendo un formulador de política averso al riesgo, Jeanne (2007) encuentra que el nivel óptimo de reservas ( $R^*$ ) es el siguiente:

$$R^* = L + C_o - \left[ 1 - \left( 1 + \frac{r}{p} \right)^{-1/\sigma} \right]$$

Como se aprecia, dicho nivel cubre el faltante de financiamiento externo en caso de una parada súbita ( $L$ )<sup>1</sup> y la pérdida asociada de consumo o producto ( $C_o$ ), con un ajuste al alza que depende de la probabilidad de la crisis externa ( $p$ ) y del grado de aversión al riesgo ( $\sigma$ ), y otro a la baja que depende del costo de oportunidad de mantener reservas ( $r$ )<sup>2</sup>.

Por último, en un trabajo reciente de Calvo *et al.* (2012) el nivel óptimo de las reservas internacionales es aquel que minimiza una ecuación de costo total esperado, similar a la ecuación (1), pero reconociendo que las reservas pueden reducir tanto la probabilidad de una crisis externa como el costo de la misma.

## II. Comentarios a los modelos sobre reservas internacionales óptimas y aplicaciones al caso colombiano

La aplicación práctica de los modelos descritos para calcular el nivel óptimo de reservas de un país enfrenta dos tipos de dificultades: i) los modelos son muy sensibles al valor de los parámetros, y ii) suponen un valor dado de pasivos externos de corto plazo del país. Para ilustrar el primer punto, en el Cuadro 1 se muestra el nivel óptimo de reservas para diferentes parámetros, utilizando la metodología de Jeanne (2007). Un primer resultado (primera fila del Cuadro 1) corresponde a los parámetros utilizados por Mejía (2012). Estos están basados en estimaciones con datos de las crisis del siglo pasado en varios países emergentes y en desarrollo. Como se observa, el nivel óptimo de reservas en Colombia sería de más de US\$ 53.000 millones en 2012.

Un segundo resultado (segunda fila del Cuadro 1) considera que la economía colombiana de la década de los años noventa es distinta de la de hoy. Existen grandes diferencias con respecto al tamaño de descalces cambiarios, la credibilidad de la meta de inflación, el traspaso de movimientos de la tasa de cambio a los precios internos, la flexibilidad cambiaria y la posibilidad de ejecutar políticas monetarias y fiscales contracíclicas. Una alternativa para incorporar el nuevo marco de políticas es utilizar las respuestas observadas de la economía colombiana ante el choque de la crisis de los Estados Unidos en 2008, normalizadas de tal forma que correspondan al tamaño del choque exógeno de los años noventa.

Un ejercicio simple en esta dirección se obtiene al comparar las pérdidas de producto resultante de las paradas súbitas de capitales de 1998-1999 y 2008-2009 en Colombia. Entre 1998 y 1999 se presentaron salidas netas de capital por 5,69% del PIB de 1997. La diferencia acumulada entre el PIB observado y un cálculo del PIB potencial entre 1999 y 2000 fue de -8,8%. Por su parte, entre 2008 y 2009 se presentaron salidas netas de capitales por 2% del PIB de 2007, mientras que la diferencia

<sup>1</sup> Deuda externa que no se puede renovar.

<sup>2</sup> La notación se modificó para que sea compatible en todo el documento.

Cuadro 1  
Nivel de reservas óptimas para Colombia en 2012 con la metodología de Jeanne (2007)

Coefficiente de aversión al riesgo <sup>a/</sup>	Tamaño de la crisis externa (como porcentaje del PIB)	Pérdida del producto	Probabilidad de crisis externa (porcentaje)	Costo de oportunidad de las reservas <sup>b/</sup>	Nivel óptimo de reservas (millones de dólares)
2	10	12	0,1	0,0168	53.564
	10	9	0,1		42.503
	6	5	0,1		13.005
	10	12	0,05		31.388
	2,5	3,85 o 2,2	0,1		0
	8	9	0,1		33.813

a/ Corresponde a la tradición de la literatura económica de ciclos reales y de modelos de economías pequeñas y abiertas.

b/ EMBI de Colombia. Se asume un rendimiento de las reservas igual a cero.

Fuente: Banco de la República.

acumulada entre el PIB y el PIB potencial entre 2009 y 2010 fue de -1,74%. Con base en estos datos, una parada súbita de 1 pp del PIB de 1997 produjo una pérdida de producto de 1,54% del PIB potencial en el episodio de 1998-1999, en contraste con una pérdida de 0,88% por un *sudden stop* de 1 pp del PIB de 2007 en el episodio de 2008-2009.

En otras palabras, la parada súbita reciente fue mucho menos costosa que la de los años noventa por cada unidad. Si bien la naturaleza de los choques en ambos episodios fue distinta, también lo fueron las condiciones internas de la economía, y esto es lo que debe contemplarse en un cálculo alternativo de las reservas óptimas. Por ejemplo, si se supone un tamaño del *sudden stop* de 10%, entonces la pérdida de producto en las nuevas condiciones de la economía sería del 9%. Con este valor las reservas óptimas para 2012 bajarían de US\$53,6 mil millones a US\$42,5 mil millones (mm), suponiendo que los demás parámetros son iguales a los del ejercicio presentado en la primera fila del Cuadro 1. Un tercer resultado (tercera fila del Cuadro 1) parte del hecho de que en 1998-1999 la salida de capitales fue de 6% del PIB, por lo que la pérdida de producto en las condiciones actuales sería de 5% del producto potencial. Con estos parámetros las reservas óptimas serían de US\$13 mm.

Un cuarto escenario (cuarta fila del Cuadro 1) tiene en cuenta que la probabilidad de un *sudden stop* también puede depender de las condiciones de la economía o del grupo de economías similares a la colombiana. En un mundo donde varias economías emergentes semejantes a la colombiana presentan mayor robustez, la probabilidad de una parada súbita originada en ese grupo puede ser menor, así como la probabilidad de contagio de crisis en otros lugares. Por ejemplo, con los demás parámetros iguales a los de la primera fila del Cuadro 1, una probabilidad de *sudden stop* de 5% mostraría unas reservas óptimas de US\$ 31,4 mm.

Un quinto resultado (quinta fila del Cuadro 1) interpreta el modelo teórico de Jeanne (2007) literalmente y define el tamaño del *sudden stop* como el valor de los pagos de deuda de corto plazo de Colombia en el año 2012, que en un escenario de crisis no se renovarían. Con este tamaño del choque y una probabilidad del 10% de *sudden-stop*, el monto óptimo de reservas sería cero, tanto si se utiliza el impacto de 1998-1999 como si se emplea el de 2008-2009. Finalmente, la sexta fila del Cuadro 1 presenta una configuración (de muchas posibles) que genera un nivel de reservas óptimo similar al que tenía Colombia en junio de 2012 (US\$ 33.876 m). En esta

configuración se mantienen los supuestos del ejercicio de la primera fila del Cuadro 1, excepto el tamaño de la parada súbita, el cual se fija en un 8% del PIB, y la pérdida de producto que se supone igual al 9% del PIB potencial. En suma, variaciones razonables de los parámetros producen cambios grandes en el nivel óptimo de reservas.

El modelo de Ben-Bassat y Gottlieb (1992) también es sensible a los parámetros supuestos. Por ejemplo, en su aplicación al caso colombiano actual se definió la probabilidad de crisis como una función logística ( $p = e^f / (1 + e^f)$ ) con parámetro  $f$  definido por<sup>3</sup>:

$$f = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(R/A) + \alpha_2 \ln(VIX) + \alpha_3(m) + \alpha_4 \ln(\text{Spread}) + \alpha_5 \exp(D/X) + \varepsilon$$

Esta ecuación implica que la probabilidad de crisis externa depende del indicador de liquidez en moneda extranjera ( $R/A =$  reservas/amortizaciones del siguiente año de la deuda externa), de indicadores de riesgo y volatilidad global y regional ( $VIX$  y  $\text{Spread}$ ), de un indicador de solvencia ( $D/X =$  deuda externa sobre exportaciones) y del grado de apertura de la economía ( $m =$  razón de importaciones a PIB). La caída del nivel de reservas aumenta la probabilidad de crisis, al deteriorarse los indicadores de liquidez en moneda extranjera.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del modelo con base en una estimación de la función logística presentada en el Anexo. Cada fila del cuadro supone distintos costos de crisis externa. Como se aprecia, los resultados son sensibles al supuesto sobre este parámetro. El nivel actual de reservas resulta óptimo con un costo de crisis del 10% del PIB.

<sup>3</sup> La metodología de Ben Bassat y Gottlieb (1992) ha sido utilizada en diferentes ocasiones por el Banco de la República. En 1994 Oliviero y Varela realizaron la estimación del nivel óptimo de reservas para 1993 usando la siguiente ecuación:  $f = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(R/M) + \alpha_2 \exp(D/X) + \alpha_3 m + \varepsilon$ . Donde  $M$  son las importaciones. En 2003 la Gerencia Técnica actualizó los cálculos y estimó  $f$  como:  $f = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(R/A) + \alpha_2 \exp(D/X) + \alpha_3 m + \alpha_4 \ln(\text{spread}) + \varepsilon$ .

Cuadro 2  
Nivel de reservas óptimas para Colombia en 2012 con la metodología de Ben Bassat y Gottlieb (1992)

Costo de la crisis (porcentaje del PIB)	Reservas óptimas
	(primer trimestre de 2012) (millones de dólares)
5,0	23.772
10,0	34.095
12,0	37.476

Fuente: Banco de la República.

Como se mencionó, la segunda debilidad de los modelos de nivel óptimo de reservas es que suponen un valor dado de los pasivos externos de corto plazo. Esto es, si las compras de reservas internacionales vienen acompañadas por un mayor endeudamiento de corto plazo del país, la posición neta de liquidez internacional de la economía no aumenta en la misma magnitud como lo hacen las reservas internacionales, por lo que el aseguramiento contra un *sudden stop* termina siendo menor que lo planeado. Este punto cobra particular relevancia cuando la compra de reservas es esterilizada. En este caso, la expansión monetaria que resulta de la compra de divisas es compensada mediante la emisión de títulos del gobierno o del banco central, la cual puede atraer capitales del exterior, que reducen los activos externos netos de corto plazo del país y el nivel de aseguramiento contra un *sudden stop*<sup>4</sup>.

El tamaño de este efecto depende del grado de sustitución entre activos internos y externos. En un extremo, si dicha sustitución es perfecta, la compra esterilizada de reservas propiciará entradas de capital (posiblemente de corto plazo) por un monto equivalente, anulando por completo el aseguramiento buscado con la compra de reservas. En el otro, si la sustitución es nula, entonces cada dólar comprado constituirá aseguramiento neto.

<sup>4</sup> También, es posible que una mayor acumulación de reservas internacionales disminuya la percepción de riesgo del país y las primas de riesgo correspondientes y, en consecuencia, atraiga más capitales.

Entre estos dos extremos el aseguramiento neto alcanzado será menor que la compra de reservas. En este caso, si la autoridad decide alcanzar el nivel de aseguramiento óptimo inicial, tendrá que comprar más reservas internacionales. Estas compras adicionales pueden ser muy altas si los activos internos y externos son sustitutos cercanos. En este punto es posible que el nivel de aseguramiento objetivo inicial no sea el óptimo, dado el mayor costo de oportunidad que las compras adicionales de reservas implican.

A manera de ilustración, una modificación simple del modelo de Jeanne (2007), en la cual el saldo de financiamiento externo de corto plazo,  $L$ , ya no es fijo, sino que depende del nivel de reservas internacionales,  $L(R)$ , es útil para llevarse una idea de la sensibilidad del modelo. En este caso, la autoridad reconoce que su elección óptima de reservas internacionales puede afectar las decisiones de financiamiento externo del resto de agentes de la economía e incorpora este factor en su problema de optimización. Con esta modificación, el nivel óptimo de reservas internacionales sería:

$$R^* = L(R^*) + C_0 - \left[ 1 - \left( \frac{1 + (L'(R^*) + r)}{p(1 - L'(R^*))} \right)^{(-1/\alpha)} \right]$$

Una especificación sencilla de  $L(R^*)$  puede ser  $L(R^*) = L_0 + \alpha R^*$ , en la cual el parámetro  $\alpha$  mide la respuesta del financiamiento externo de corto plazo ante un aumento de las reservas internacionales. Si  $\alpha = 1$ , entonces cada dólar adicional de reservas internacionales (comprado con intervención esterilizada) atraerá un dólar adicional de financiamiento externo de corto plazo, pero si  $\alpha = 0$ , sucede lo contrario. Por tanto,  $\alpha$  es una medida de la sustitución entre activos internos y externos. Reemplazando esta especificación de  $L(R^*)$  en la fórmula de las reservas óptimas, se obtiene:

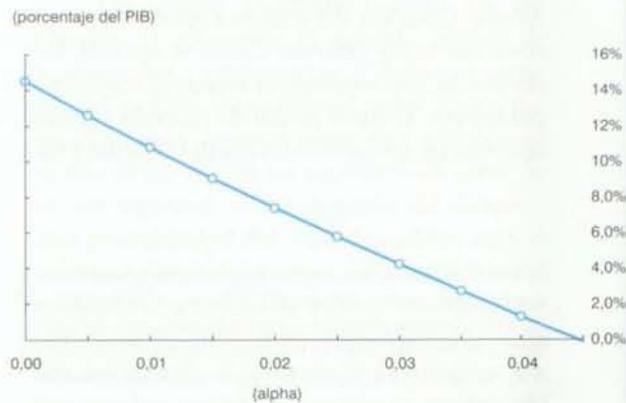
$$R^* = \frac{L_0 + C_0 - \left[ 1 - \left( 1 + \frac{(\alpha + r)}{p(1 - \alpha)} \right)^{(-1/\alpha)} \right]}{(1 - \alpha)}$$

Suponiendo los parámetros de la fila 1 del Cuadro 1, el Gráfico 1 muestra el nivel óptimo de reservas internacionales para distintos valores del parámetro  $\alpha$ . Cuando  $\alpha = 0$ , el saldo óptimo de reservas es igual al de la fila 1 del Cuadro 1. Este resultado es esperable, puesto que en el modelo de Jeanne (2007) el saldo óptimo depende de un nivel de endeudamiento que no cambia con la compra de reservas. Sin embargo, a medida que aumenta la fracción de financiamiento externo adicional inducido por las compras esterilizadas de reservas ( $\alpha$ ), el monto óptimo de estas últimas se reduce. De hecho, para  $\alpha \geq 0,045$ , el saldo óptimo de reservas es menor o igual que cero. Esto significa que si US\$100 m de compras esterilizadas atraen capitales por US\$ 4,5 m o más, el saldo de reservas óptimas derivado de esta metodología es cero.

De nuevo, esto sucede porque al incorporar la posibilidad de que las compras esterilizadas de reservas atraigan capitales adicionales, el banco central tendría que comprar aún más reservas para lograr el mismo nivel de aseguramiento contra un *sudden-stop*, pero en el proceso incurre en un costo de oportunidad mayor que lo disuade.

En general, para mantener el valor del seguro, sería necesario que las entradas de capitales fuesen nulas (o muy bajas), lo cual

Gráfico 1  
Reservas óptimas



Fuente: Banco de la República.

equivale a un aumento del ahorro macroeconómico o, al menos, a que dichas entradas fueran de largo plazo. Esto último es difícil de garantizar dado que las deudas generalmente se pueden prepagar, con lo cual una obligación que era originalmente de largo plazo se puede convertir en una de corto plazo y generar presiones inesperadas en el mercado cambiario.

En resumen, la aplicación de modelos para el cálculo de reservas internacionales óptimas tiene debilidades importantes. Su gran sensibilidad a cambios en los parámetros y el supuesto de pasivos externos constantes les restan utilidad como herramienta para guiar la política de reservas.

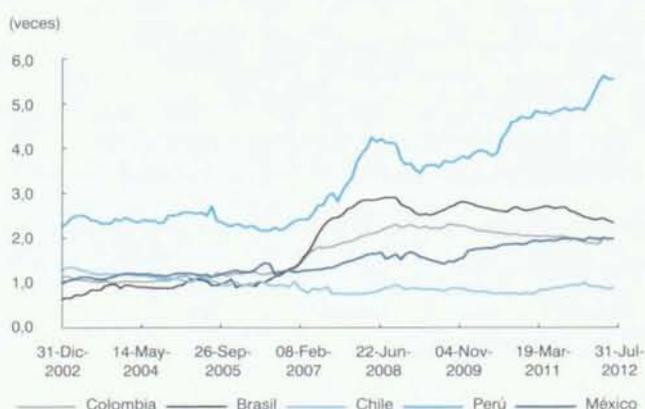
### III. Indicadores de reservas internacionales

Dado que las reservas internacionales sirven para proteger al país de choques externos y que estos pueden provenir de la cuenta corriente o de la cuenta de capitales, los indicadores de reservas deben estar relacionados con variables que midan este tipo de choques. Los choques de la cuenta corriente pueden generarse por una reducción drástica de las exportaciones que haga más difícil el pago de las importaciones. Los choques de la cuenta de capitales se producen por dificultades para acceder a financiamiento externo, tales como un menor acceso a créditos internacionales, una reducción de la inversión extranjera o mayores egresos de capital tanto de extranjeros como de residentes.

Con frecuencia se utiliza el indicador de reservas a importaciones para medir la capacidad de un país para cubrir sus pagos corrientes de la balanza de pagos, mientras que los indicadores de reservas a agregados monetarios o deuda de corto plazo buscan medir la vulnerabilidad a choques de la cuenta de capitales. Aunque el indicador de reservas sobre PIB se usa en algunos casos como referencia, tiene una relevancia menor debido a que la vulnerabilidad frente a los choques externos no depende tanto del tamaño de la economía como de la integración comercial y financiera de un país con el resto del mundo.

En los gráficos 2 a 5 se presentan los indicadores de reservas internacionales para Colombia (incluyendo la intervención anunciada<sup>5</sup>) y para algunos países de la región<sup>6</sup>, calculados con el componente de largo plazo de los denominadores. Con esto último se filtran

Gráfico 2  
Reservas/amortizaciones



Fuentes: bancos centrales de los países, *The Economist Intelligence Unit* y Banco de la República.

Gráfico 3  
Reservas como meses de importaciones de bienes

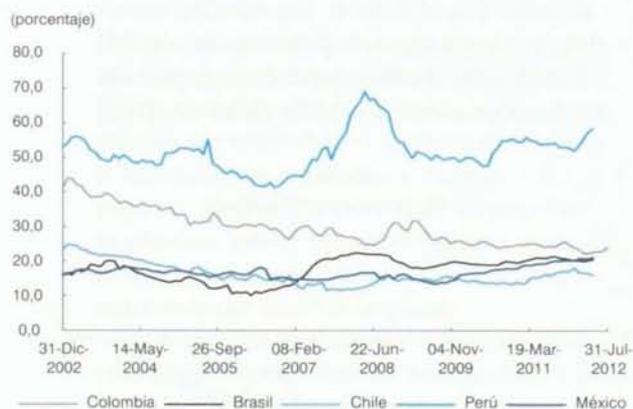


Fuentes: bancos centrales de los países, *The Economist Intelligence Unit* y Banco de la República.

<sup>5</sup> Compras diarias de mínimo US\$20 m, al menos hasta el 2 de noviembre de 2012.

<sup>6</sup> Los indicadores de reservas de Perú no son del todo comparables con los de los otros países, debido a que tiene una economía parcialmente dolarizada e incluye el encaje en dólares como parte de las reservas.

Gráfico 4  
Reservas/M3



Fuentes: bancos centrales de los países, *The Economist Intelligence Unit* y Banco de la República.

Gráfico 5  
Reservas/(amortizaciones + déficit en cuenta corriente)



Fuentes: bancos centrales de los países, *The Economist Intelligence Unit* y Banco de la República.

las fluctuaciones de los indicadores originadas en choques transitorios y se puede apreciar mejor su comportamiento tendencial. Como se observa, los indicadores de reservas de Colombia son intermedios en la región y no se distancian mucho de sus valores de los años recientes.

#### IV. Nivel adecuado de reservas

En 2011 el FMI publicó el documento *Assessing Reserve Adequacy*, en el cual ofrece una

metodología alternativa a los modelos de reservas óptimas, limitados por su fuerte sensibilidad a cambios de sus parámetros, y al manejo de indicadores aislados que muestran la cobertura de las reservas internacionales ante choques individuales de la balanza de pagos (como los de la sección anterior).

La metodología propuesta por el FMI busca determinar el nivel de reservas internacionales que ofrezca una cobertura ante todas las potenciales fuentes de riesgo. Entre estas se identifican cuatro principales:

1. Los ingresos por exportaciones pueden verse mermados ante una caída inesperada en la demanda externa o ante un choque negativo a los términos de intercambio.
2. Un cierre y/o disminución del financiamiento externo puede dificultar una renovación de la deuda de corto plazo.
3. Pueden presentarse egresos por flujos de portafolio.
4. Puede haber flujos imprevistos de capital local hacia el exterior, los cuales pueden ser capturados por agregados monetarios.

Una vez determinadas las fuentes de riesgo y las variables que se utilizan para medirlas, se estima una ponderación del riesgo relativo de cada una. Para tal fin se calculan, para cada una de las variables, distribuciones de las pérdidas anuales asociadas con periodos de estrés en el mercado cambiario, tomando una muestra de varios países emergentes y de bajos ingresos durante 1990-2009. Para obtener la ponderación de cada una de las variables se utiliza el décimo percentil de la distribución, ya que este permite capturar un escenario severo.

De esta forma, el FMI encontró que las ponderaciones para distintos regímenes de tasa de cambio son las siguientes:

Tasa de cambio fija:  
30% DCP + 15% PP + 10% M2 + 10% X

Tasa de cambio flexible:  
30% DCP + 10% PP + 5% M2 + 5% X

Donde *DCP* corresponde a la deuda de corto plazo; *PP* es inversión extranjera de portafolio; *M2* es el agregado monetario escogido, y *X* son las exportaciones. Por ejemplo, el estudio del FMI encontró que en períodos de tensión en el mercado cambiario, países con tasa de cambio flexible registraron, en promedio, reducciones de la deuda de corto plazo de 30%, caídas del saldo de la inversión extranjera de portafolio de 10%, disminuciones de *M2* de 5% y bajas en las exportaciones anuales de 5%. Nótese que el FMI encontró que, todo lo demás constante, un país con un régimen de tasa de cambio fijo debe tener un nivel más alto de reservas que un país con un régimen flexible.

En el Cuadro 3 se presentan los cálculos de esta metodología para varias economías<sup>7</sup>

Cuadro 3  
Nivel adecuado de reservas  
con la metodología del FMI (2011)

País	Reservas	Reservas adecuadas
		(millones de dólares)
Argentina	43.373	33.447
Brasil	350.738	202.401
Chile	41.971	32.187
Colombia	31.909	20.854
México	144.307	91.418
Perú	47.310	13.932
Corea	306.935	167.258
Filipinas	75.123	18.612
India	272.501	133.431
Tailandia	167.808	55.032
Turquía	87.937	79.121

Fuentes: FMI (*International Financial Statistics*), *The Economist Intelligence Unit*, Banco Mundial y Banco de la República.

suponiendo que tienen un régimen de tasa de cambio flexible<sup>8</sup>. Se encuentra que para ningún país se estarían presentando niveles de reservas inferiores a los adecuados.

Esta metodología permite considerar varios indicadores simultáneamente y sus resultados son intuitivos ya que el nivel adecuado de reservas es más alto a medida que aumenta la exposición a variables externas de un país.

## V. Conclusión

Los modelos del nivel óptimo de reservas internacionales permiten identificar algunos elementos generales relevantes para la discusión de la política de reservas. Sin embargo, su utilidad práctica es baja debido a la gran sensibilidad de sus resultados a variaciones factibles de los parámetros y a que suponen un nivel dado de pasivos externos de corto plazo del país. Por esta razón, los bancos centrales evalúan distintos indicadores de reservas (o combinaciones de estos, como lo propone el FMI), para determinar el nivel adecuado de las mismas. 

## Referencias

- Ben-Bassat, A.; Gottlieb D. (1992). "Optimal International Reserves and Sovereign Risk", *Journal of International Economics*, vol. 33, pp. 345-362.
- Calvo, C.; Izquierdo, A.; Loo-Kung, R. (2012). "Optimal Holdings of International Reserves: Self-Insurance Against Sudden Stop", Working Paper, núm. 18212, National Bureau of Economic Research.
- Fondo Monetario Internacional (2011). "Assessing Reserve Adequacy", preparado por Monetary and Capital Markets, Research y

<sup>7</sup> Los datos de pasivos de portafolio y exportaciones corresponden al *International Financial Statistics*, del FMI; los datos de *M2* fueron obtenidos del Banco Mundial, mientras que los datos de deuda de corto plazo corresponden a las estimaciones realizadas por el *Economist Intelligence Unit* (EIU) para Brasil, Chile, México y Perú. Para Colombia se toman datos del Banco de la República y para Argentina, India y Tailandia se toman cifras del Banco Mundial.

<sup>8</sup> Los datos de reservas para cada país corresponden al año 2011. En lo que respecta al cálculo de reservas adecuadas, en lo posible se emplean datos de 2011; sin embargo, para algunos países ciertos datos están disponibles a 2010.

Strategy, Policy, and Review Departments. Febrero 14, 2011.

Gerencia Técnica (2003). "Análisis de nivel adecuado de reservas internacionales", *Revista del Banco de la República*, núm. 914.

Heller, R. H. (1996). "Optimal International Reserves", *Economic Journal*, vol. 76, pp. 296-311.

Jeanne, O. (2007). "International Reserves in Emerging Market Countries: Too

Much of a Good Thing?", *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 38, núm. 1, pp. 1-80, The Brookings Institution.

Mejía, L. (2012). "¿Se encuentran las reservas internacionales en un nivel óptimo?", *Notas Fiscales*, núm. 18.

Olivieros, H.; Varela, C. (1994). "Consideraciones sobre el nivel óptimo de reservas internacionales", *Borradores de Economía*, núm. 5.



## Anexo 1

Cuadro A1. 1  
Estimación de la función logística para la aplicación del modelo de Ben-Bassat y Gottlieb (1992)  
Resultados econométricos

Variable dependiente: LRATIO

Método: mínimos cuadrados en dos etapas

Fecha: 07/24/2012. Hora 9:31

Muestra ajustada: segundo trimestre de 1995 al primer trimestre de 2012

Observaciones incluidas: 68 después de ajustes

White heteroskedasticity consistent standard errors

Especificación de los instrumentos : C LSLATIN M\_Y LVIX LGASTOY LRAM(-1) EDTX

Variable	Coficiente	Error estándar	t-estadístico	Prob.
C	-7,928866	0,827189	-9,585308	0,0000
LRAM	-0,956067	0,092006	-10,391380	0,0000
LVIX	0,667546	0,124125	5,378020	0,0000
M_Y	6,904479	3,438920	2,007746	0,0490
LSLATIN	0,354734	0,105379	3,366275	0,0013
EDTX	4,28E-08	3,81E-08	1,124995	0,2649
R-cuadrado	0,769945	Media de la variable dependiente	-3,595949	
R cuadrado ajustado	0,751392	Desviación estándar de la variable dependiente	0,560377	
Estadístico F	40,92478	Suma de los residuos al cuadrado	4,840246	
Prob(estadístico F)	0,00000	Estadístico Durbin-Watson	0,510022	
Estadístico J	20,10454	Suma de los residuos al cuadrado de la segunda etapa.	5,064809	
Prob(estadístico F)	0,000007	Número de instrumentos linealmente independientes que se usan en la estimación	7	

Nota: estimación realizada por mínimos cuadrados en dos etapas con errores robustos para la muestra 1995T2 – 2012T1. Variables instrumentales: EMBI de países emergentes, importaciones/PIB, VIX, reservas internacionales/amortizaciones rezagado un período, Gasto del Gobierno/PIB, EXP(deuda externa/exportaciones).