



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Nivel Adecuado de Reservas Internacionales

04 de octubre de 2024

UNIDAD DE ANÁLISIS Y ESTUDIOS FISCALES
MINISTRO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS





Introducción

- En las economías, el **nivel adecuado de reservas internacionales es crucial para enfrentar vulnerabilidades externas y asegurar la estabilidad macroeconómica.** Ante escenarios de fugas de capital, reducción del financiamiento externo, caída en los ingresos por exportaciones y menor dinamismo en los agregados monetarios, **las reservas actúan como un colchón financiero.**
- No obstante, si bien una acumulación de reservas puede proteger ante crisis, mantener un nivel excesivo genera costos de oportunidad, ya que los fondos no se invierten en activos productivos. Por ello, es fundamental **determinar un nivel óptimo que equilibre la cobertura ante riesgos externos y los costos financieros derivados de su mantenimiento.** Este análisis permite alinear las políticas económicas con las necesidades de financiamiento de la balanza de pagos, promoviendo un crecimiento sostenible.



Revisión de literatura: Nivel óptimo/adeecuado de reservas internacionales

Año	Documento	Metodología	Especificación	Resultados
2024	Gestión óptima de las reservas internacionales [1]	<ul style="list-style-type: none"> Datos trimestrales de Camerún. Período de estudio 2001:1 a 2023:3. Modelo estocástico en tiempo continuo. 	<p>Movimiento Browniano Geométrico (GBM):</p> $\frac{dR_t}{R_t} = \mu dt + \sigma dW_t, \quad R_0 = R, \mu, \sigma \in \mathbb{R}$ <p>Donde μ es la deriva y σ es la varianza de la variación relativa de las reservas internacionales.</p>	El nivel óptimo de reservas internacionales en 2023 se estima en 7.812,20 millones de dólares estadounidenses, y el tamaño óptimo de la franja de liquidez en 9.387,70 millones de dólares estadounidenses.
2020	Determinación del nivel óptimo de reservas extranjeras en Nigeria [2]	<ul style="list-style-type: none"> Datos mensuales de Nigeria. Período de estudio Ene-2002 a Dic-2016. Modelo de inventario de reserva de demanda de Reservas Internacionales (enfoque de Retraso Distribuido Autorregresivo ARDL) - Frenkel y Jovanovic (1981). 	<p>Modelo de demanda de reservas extranjeras, Frenkel y Jovanovic (1981):</p> $\ln R_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \sigma_t + \beta_2 \ln r_t + \beta_3 \ln IM_t + \beta_4 \ln VOL + \xi_t$ <p>Donde R_t representa el nivel de reservas en el tiempo t, σ son los costos de ajuste, r son los costos de oportunidad, IM son las importaciones, VOL representa la volatilidad del tipo de cambio real.</p>	El nivel óptimo de reservas en Nigeria responde positivamente al costo de ajuste de mantener reservas y a la volatilidad del tipo de cambio.
2016	Evaluación de la adecuación de las reservas [3]	<ul style="list-style-type: none"> Datos anuales por país. Indicador ARA (FMI) 	<p>Tipo de Cambio Fijo:</p> $ARA = 10\% \times Exports + 10\% \times Broad Money + 30\% \times Short-term Debt + 20\% \times Other Liabilities$ <p>Tipo de Cambio Flexible:</p> $ARA = 5\% \times Exports + 5\% \times Broad Money + 30\% \times Short-term Debt + 15\% \times Other Liabilities$	Los resultados sugieren que una cobertura en el rango de 100–150 por ciento de la métrica podría considerarse adecuada para un país.
2013	Tenencias Óptimas de Reservas Internacionales: Autoaseguramiento contra Paradas Súbitas [4]	<ul style="list-style-type: none"> Datos anuales de 27 economías emergentes Período de estudio 1992 a 2004. Modelo de optimización. Modelo Probit. 	<p>Modelo de optimización: $R^* = \arg \min L(R) = F(R)K(R) + \rho R$</p> <p>Donde: $L(R) = P(SS = 1 R)K(R SS = 1) + \rho R$</p> <p>Donde: R son las reservas internacionales como una proporción del producto, $P(SS=1 R)$ es la probabilidad de una Parada Súbita condicionada a las reservas, $K(SS=1 R)$ es el costo de producción condicionado a la ocurrencia de una Parada Súbita, y ρR es el costo de oportunidad de mantener reservas, donde ρ es el diferencial de los bonos públicos sobre los intereses ganados por mantener reservas.</p>	El nivel óptimo promedio estimado de reservas es del 25,7 % del PIB.
2010	Reservas Precautorias: Una Aplicación a Bolivia [5]	<ul style="list-style-type: none"> Datos anuales de Bolivia. Período de estudio 2004 a 2009. Modelo estándar de ahorro precautorio, en equilibrio parcial con restricciones de endeudamiento. 	<p>Optimización en forma de ecuación de Bellman: $V(x_t) = \text{Max}_{\{c_t\}} \{u(c_t) + \beta E_t V(x_{t+1})\}$</p> <p>Sujeto a: $x_{t+1} = R(x_t - c_t) + \tau_{t+1} + a, \quad c_t \leq x_t$</p> <p>Donde: x_t son los activos extranjeros netos, c_t son las decisiones de consumo, τ son choques transitorios en los ingresos, R la diferencia entre $x_t - c_t$ que se convierte en un activo libre de riesgo que genera una rentabilidad.</p>	Las estimaciones del nivel óptimo de activos externos netos arrojaron un rango de 29 y 37 por ciento del PIB.
2006	El Nivel Óptimo de Reservas Internacionales para Países de Mercados Emergentes: Fórmulas y Aplicaciones. [6]	<ul style="list-style-type: none"> Datos anuales de un grupo de países emergentes (de ingresos medios): México, Corea, Tailandia y Filipinas, Argentina, etc. Período de estudio 1975 a 2003. Modelo de Optimización Inter temporal (Modelo Jeanne-Ranciere) Regla de Greenspan-Guidotti. 	<p>Ecuación de optimización:</p> $R_t = \arg \max (1 - \pi)u(c_{t+1}^b) + \pi u(c_{t+1}^d)$ <p>Condición de primer orden:</p> $\pi(1 - \delta - \pi)u'(c_{t+1}^d) = (1 - \pi)(\delta + \pi)u'(c_{t+1}^b)$	La relación óptima entre reservas y deuda de corto plazo se mantiene en un rango del 90 al 100 por ciento si el tamaño del "sudden stop" supera el 10 por ciento del PIB.

Fuente: [1] Keungne Kouotang, L. -S., Ngoupeyou, A. B., & Nji Fifen Ngangue, H. (2024). Optimal management of international reserves. Review of International Economics, 1–23. <https://doi.org/10.1111/roie.12773>

[2] Salas, M. Belén & Alaminos, David & Fernández-Gámez, Manuel & Callejon, Angela. (2020). Forecasting foreign exchange reserves using bayesian model averaging-naïve bayes. The Singapore Economic Review.

[3] Fondo Monetario Internacional. Assessing Reserve Adequacy. Link: <https://www.imf.org/external/np/spr/ara/>

[4] Guillermo A. Calvo & Alejandro Izquierdo & Rudy Loo-Kung. 2012. Optimal Holdings of International Reserves: Self-Insurance against Sudden Stop, NBER Working Papers 18219, National Bureau of Economic Research, Inc.

[5] Mr. Fabian Valencia (2010). "Precautionary Reserves: An Application to Bolivia", IMF Working Papers 2010/054, International Monetary Fund.

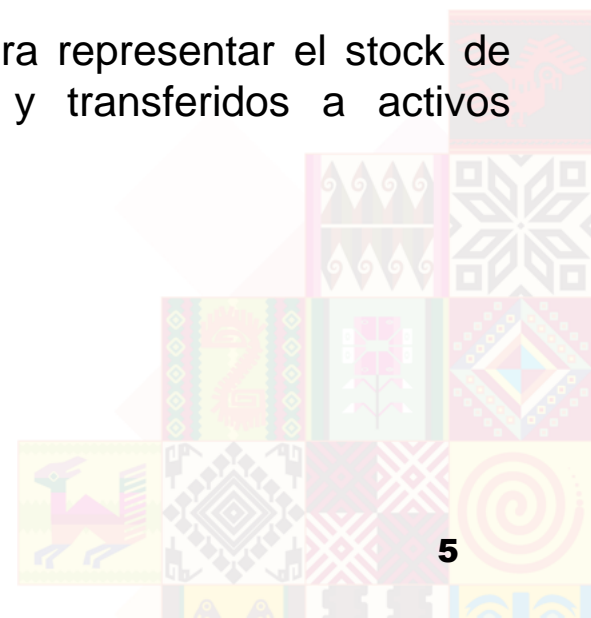
[6] Ranciere, Romain & Jeanne, Olivier. (2006). The Optimal Level of International Reserves for Emerging Market Countries: Formulas and Applications. International Monetary Fund, IMF Working Papers. 06.

Indicador: Nivel de Activos de Reservas Adecuadas (ARA)



Fuentes de drenaje para las reservas Internacionales en tiempos de crisis

- **Ingresos por exportaciones:** Reflejan la posible pérdida que podría surgir de una caída en la demanda externa o un shock en los términos de intercambio.
- **Obligaciones externas separadas:** Los pasivos de deuda a corto plazo y la deuda y pasivos de capital a medio y largo plazo representan drenajes observados adicionales.
- **Riesgo de fuga de capital:** Se utiliza el dinero amplio para representar el stock de activos líquidos domésticos que podrían ser vendidos y transferidos a activos extranjeros durante una crisis.

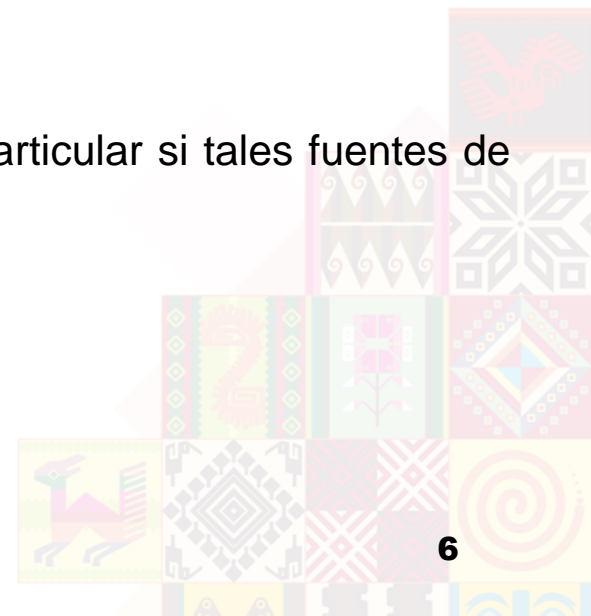




Importantes variables no consideradas como fuente de drenaje de las reservas

- **Importaciones** porque no reflejan los riesgos de colapso en la demanda externa y presentan problemas de modelado, ya que dependen de la cantidad de financiamiento disponible, que suele disminuir en tiempos de presiones del mercado cambiario, mejorando así el balance de pagos.
- **Inversión Extranjera Directa (IED)** porque no hubo evidencia en el conjunto de datos de economías emergentes de que el stock de IED propiedad de extranjeros (recibida) se vendiera durante momentos de tensión.

Sin embargo, el enfoque podría modificarse para un país en particular si tales fuentes de riesgo son importantes y los datos están disponibles.



Ecuación del nivel de pérdida de reservas ante la probabilidad de existencia de choques exógenos

***TC Fijo** = 30% * Deuda de corto plazo + 20% * Otros pasivos + 10% * Agregado monetario + 10% * Exportaciones*

***TC Flexible** = 30% * Deuda de corto plazo + 15% * Otros pasivos + 5% * Agregado monetario + 5% * Exportaciones*

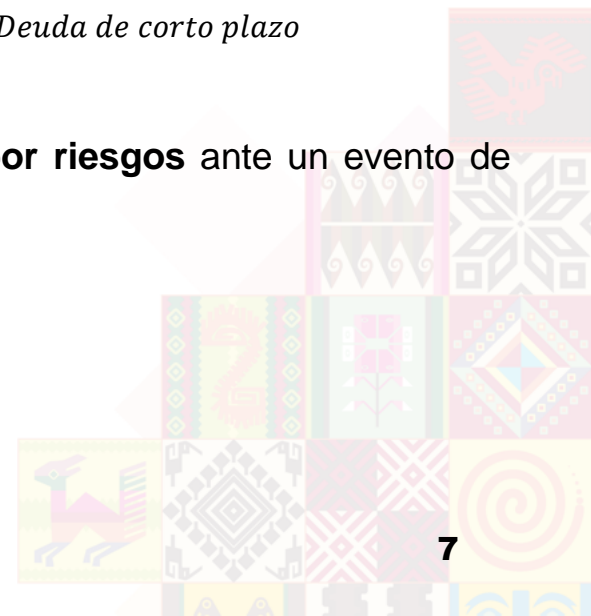
Métrica ARA = TC Flexible o TC Fijo



Dependiendo del año del
régimen cambiario

Otros Pasivos = Inversión de Cartera de PII + Otra Inversión de PII – Deuda de corto plazo

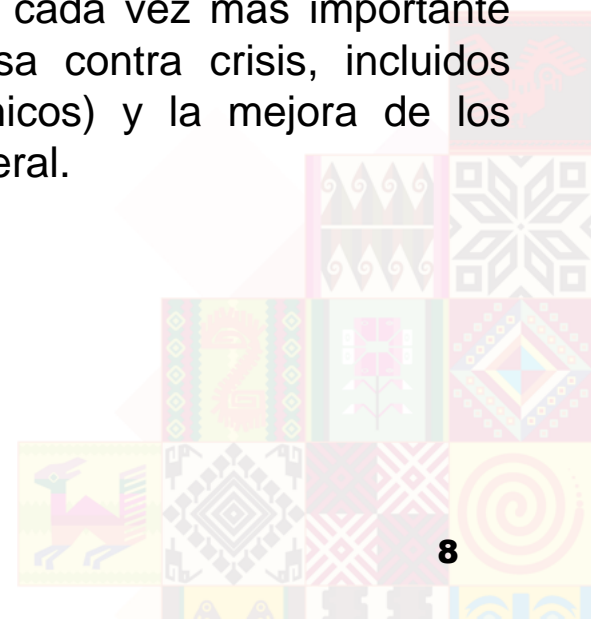
Con esta ecuación se **construye un stock de pasivos ponderados por riesgos** ante un evento de **salidas de capitales o disminución de fuentes de ingresos**.





Cálculo de la cobertura de reservas adecuada

- Los resultados en conjunto sugieren que una cobertura en la región del 100%–150% de la métrica ARA podría considerarse adecuada para un país típico.
- Esto no impediría que los países desearan mantener más (o menos) reservas, dependiendo de sus circunstancias particulares y su grado de aversión al riesgo.
- Dado los costos asociados a las reservas, se debe volver cada vez más importante enfocarse relativamente más en otros medios de defensa contra crisis, incluidos mecanismos de financiamiento contingente (más económicos) y la mejora de los marcos de gestión del riesgo soberano y de políticas en general.



Cálculo ARA con Variables de la Economía Boliviana

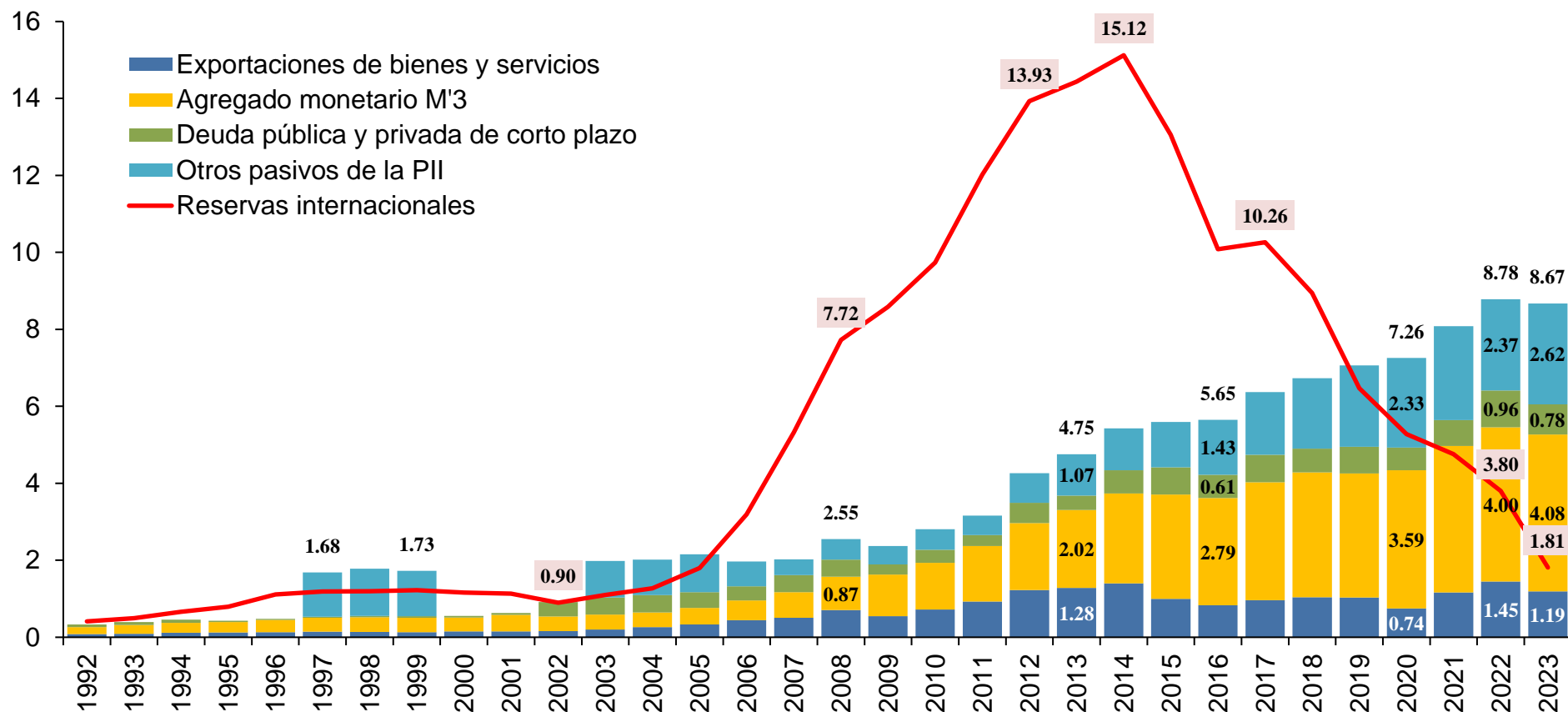




ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Bolivia: Descomposición de la métrica del Nivel de Activos de Reservas Adecuadas (ARA), 1992 - 2023

(En billones de dólares)



El stock de pasivos no refleja un nivel óptimo de reservas internacionales. En cambio, representa los **pasivos de la Posición de Inversión Internacional y la disminución de otras fuentes de ingresos**, como exportaciones y financiamiento externo a corto plazo, **que podrían perderse en una crisis.**

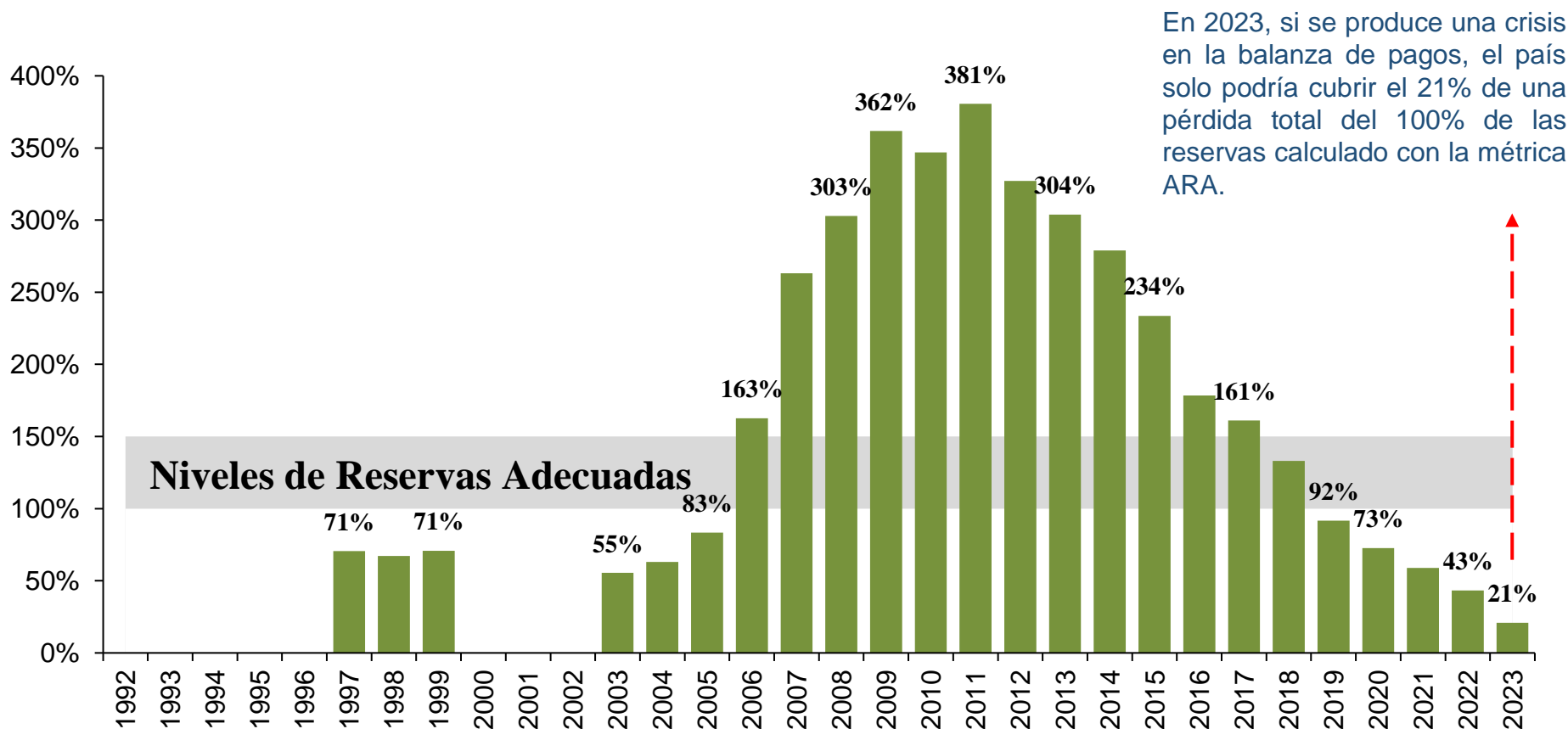


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Bolivia: Reservas Internacionales respecto la métrica del Nivel de Activos de Reservas Adecuadas (ARA), 1992 - 2023

(En billones de dólares)

$$\text{Cobertura de reservas} = \frac{\text{Nivel de reservas brutas}}{\text{Nivel de pérdida de reservas}} * 100 = \frac{RIB}{\text{Métrica ARA}} * 100$$



Modelo Econométrico: Nivel de Adequado de Reservas Internacionales



Metodología: Modelo de stock de reserva de demanda de reservas extranjeras Frenkel and Jovanovic (1981)

- **Nivel óptimo de las RIN:** Asociado a **mantener un nivel de reservas para estabilizar la economía frente a shocks macroeconómicos externos.**

- **Fundamento del Modelo:**

El banco central busca minimizar los **costos de ajuste** (modificar reservas) y los **costos de oportunidad** (mantenerlas).

- **Modelo de Frenkel & Jovanovic (1981):**

- La autoridad monetaria minimiza los costos esperados:

$$\ln R_0 = \beta_0 + \beta_1 \ln \sigma + \beta_2 \ln r$$

- R_0 = reservas óptimas
- σ = costos de ajuste
- r = costos de oportunidad

- **Extensiones:**

- Se añaden variables relevantes (importaciones, volatilidad cambiaria y otras):

$$\ln R_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \sigma + \beta_2 \ln r + \beta_3 IM_t + \beta_4 \text{Tipo Cambio Volatilidad} + \varepsilon_t$$

- **Variables:**

- Reservas internacionales
- Volatilidad del tipo de cambio real
- Importaciones
- Costos de ajuste: Más volatilidad → mayor acumulación precautoria. Volatilidad RIN
- Costos de oportunidad: Tasas de interés aumentan el costo de mantener reservas. Tasa Bonos FED U.S.

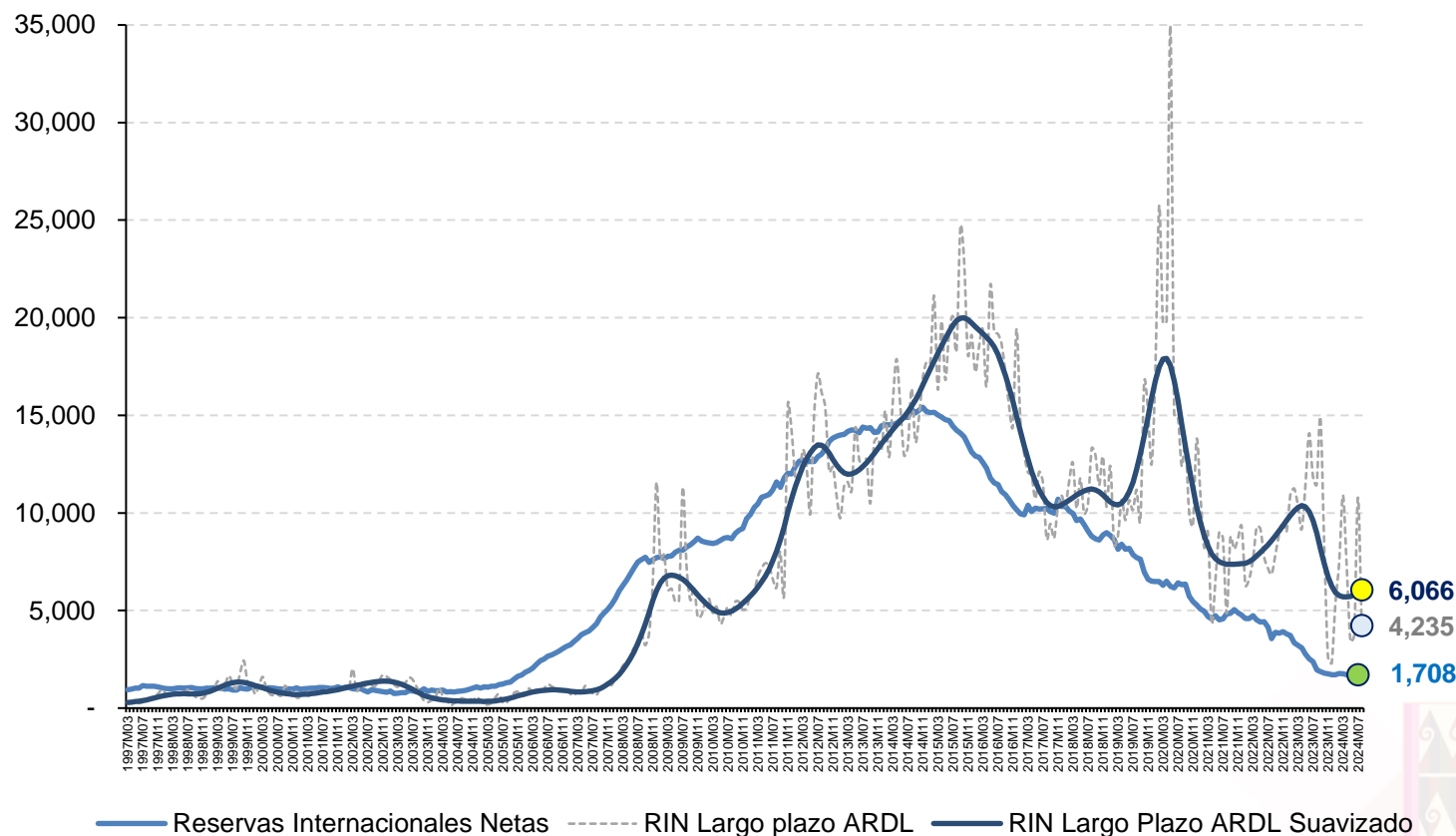


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Relación de largo plazo modelo ARDL: Nivel óptimo de reservas internacionales, 1997m05 – 2024m08

(En millones de dólares)



Según los resultados del modelo, se recomienda **mantener un nivel mínimo de reservas internacionales** de aproximadamente \$us 6,066 millones, con el fin de **mitigar el impacto de posibles shocks macroeconómicos externos**.

Nota: El modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL) permite modelar tanto variables estacionarias como no estacionarias de orden I(0) e I(1), además mediante el Bound test se comprobó la existencia de relaciones de largo plazo entre variables utilizadas. Además, ARDL facilita la estimación simultánea de dinámicas de corto y largo plazo, proporcionando una forma de capturar efectos transitorios y permanentes.

Fuente: Banco Central de Bolivia (BCB)

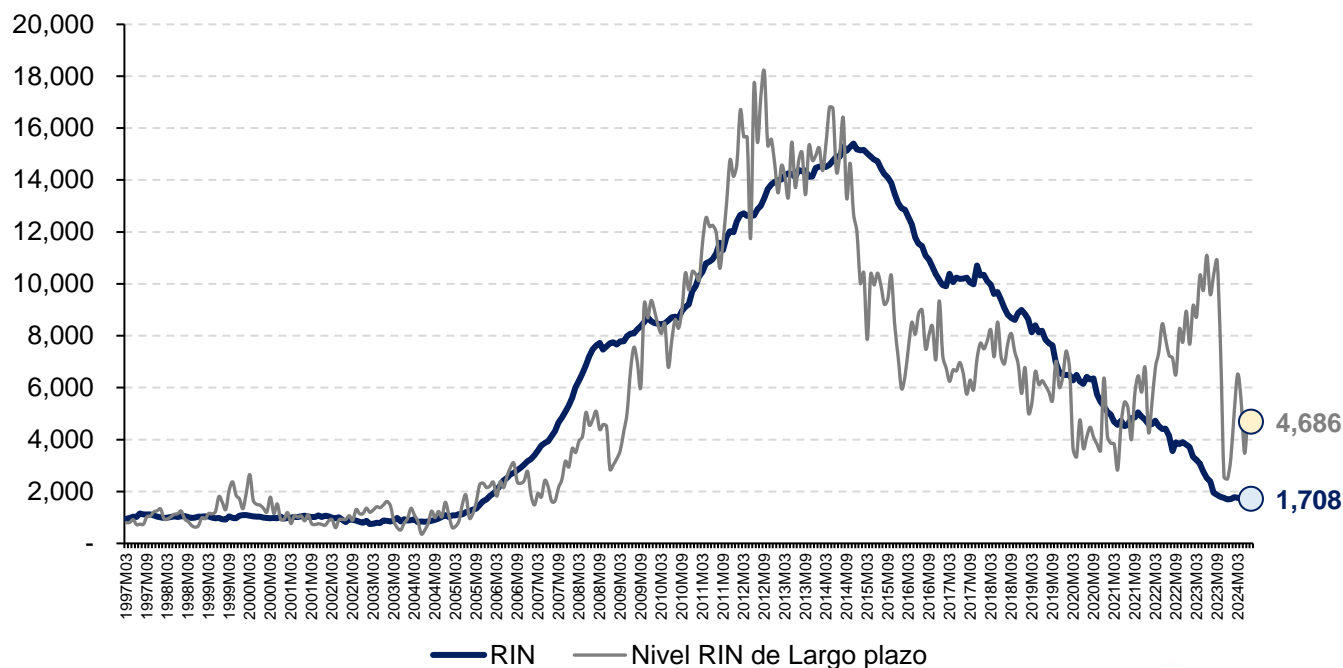
Elaboración: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Unidad de Análisis y Estudios Fiscales



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Relación de largo plazo: Nivel óptimo de reservas internacionales, 1997m05 – 2024m07

(En millones de dólares)



$$\text{Log}(RIN_t) = \frac{3.8788}{(4.9840)} + \frac{1.0836 * \text{Log}(Import_{t-12})}{(6.3947)} - \frac{0.1126 * \text{Tasa FED}_{t-12}}{(-3.2420)} - \frac{122.6429 * \text{Vol.RIN}_{t-14}}{(-4.5176)} + \frac{498.1683 * \text{Vol.TCR}_t}{(1.1337)} - \frac{1.8325 * \text{Log}(TCR_t)}{(-3.7477)} + \frac{0.5579 * \text{Log}(WTI_t)}{(4.3539)} + \varepsilon_t$$

El modelo sugiere un **nivel óptimo de reservas internacionales** en alrededor de **\$us 4,686 millones**, tomando en consideración tanto la **volatilidad macroeconómica** como los **costos financieros** asociados a su **mantenimiento**, además de otras variables de control.

Nota: El método de estimación utilizado es el Mínimos Cuadrados Modificados (FMOLS, Fully Modified Ordinary Least Squares). Fully Modified Least Squares (FMOLS), que es adecuado para corregir los problemas de endogeneidad y autocorrelación en la estimación de relaciones cointegrantes.

Fuente: Banco Central de Bolivia (BCB)

Elaboración: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Unidad de Análisis y Estudios Fiscales



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

ANEXOS





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

ANEXOS ARA

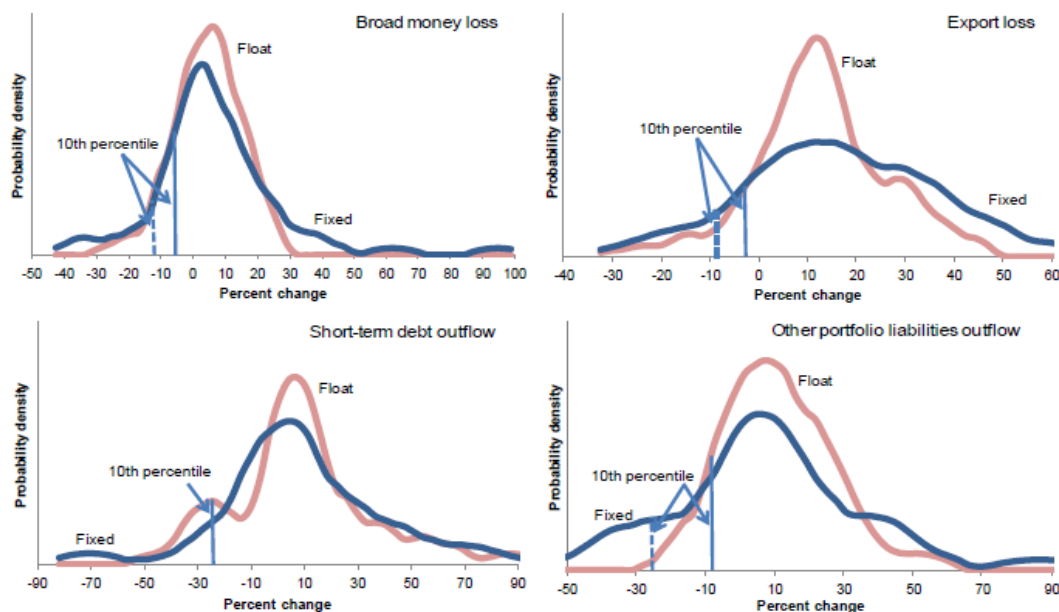




Metodología: Cálculo del indicador ARA

- **Primera etapa:** Medir el nivel de pérdida de reservas ante la probabilidad de existencia de choques exógenos. Es decir, drenajes potenciales de reservas para construir un stock de pasivos ponderados por riesgos.
- Las probabilidades se calculan a través de distribuciones observadas de salidas de cada fuente durante períodos de presión en el mercado cambiario.

Figure: Drains on the Balance of Payments



Source: WEO and staff calculations.

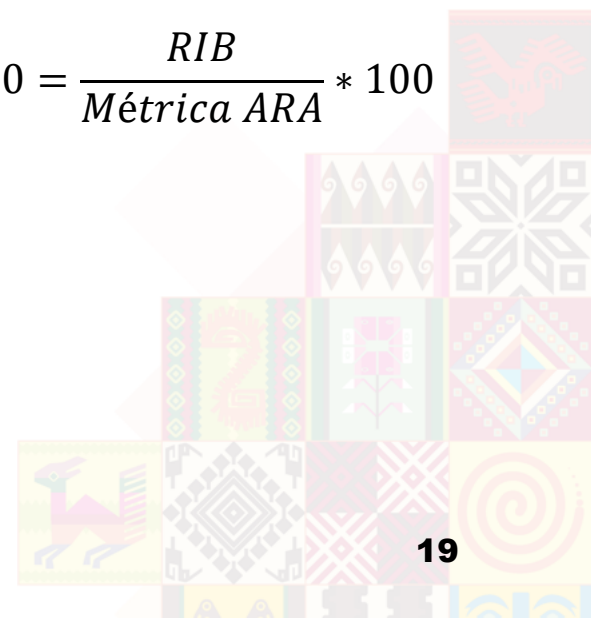




Cálculo de la cobertura de reservas adecuada

- **Segunda etapa:** Mide la proporción de reservas necesarias para afrontar el nivel de pérdida de reservas en caso de que la economía enfrente necesidades en la balanza de pagos, basándose en la experiencia de crisis pasadas.

$$\text{Cobertura de reservas} = \frac{\text{Nivel de reservas brutas}}{\text{Nivel de pérdida de reservas}} * 100 = \frac{RIB}{\text{Métrica ARA}} * 100$$





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

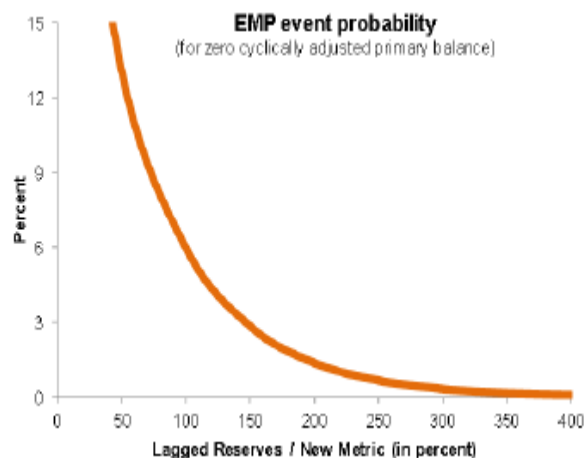
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Cálculo de la cobertura de reservas adecuada

• Cobertura de reservas adecuada:

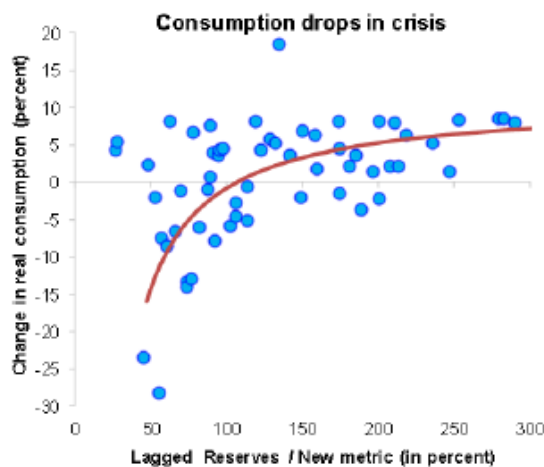
Enfoques

Prevención de crisis: Evaluar cómo los niveles de reservas pueden ayudar a prevenir la aparición de crisis en el futuro



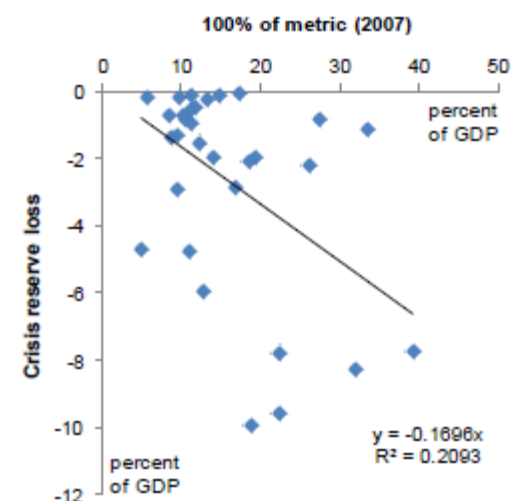
Las probabilidades de crisis disminuyen rápidamente a medida que la cobertura aumenta más allá de este rango

Mitigación de crisis: Analizar cómo las reservas pueden mitigar los efectos de una crisis una vez que ha comenzado



Las caídas significativas en el consumo se concentraron exclusivamente en países con ratios por debajo de 100%–150%

Pérdidas de reservas observadas: Examinar las pérdidas de reservas observadas durante episodios de crisis pasados para evaluar la efectividad de la métrica



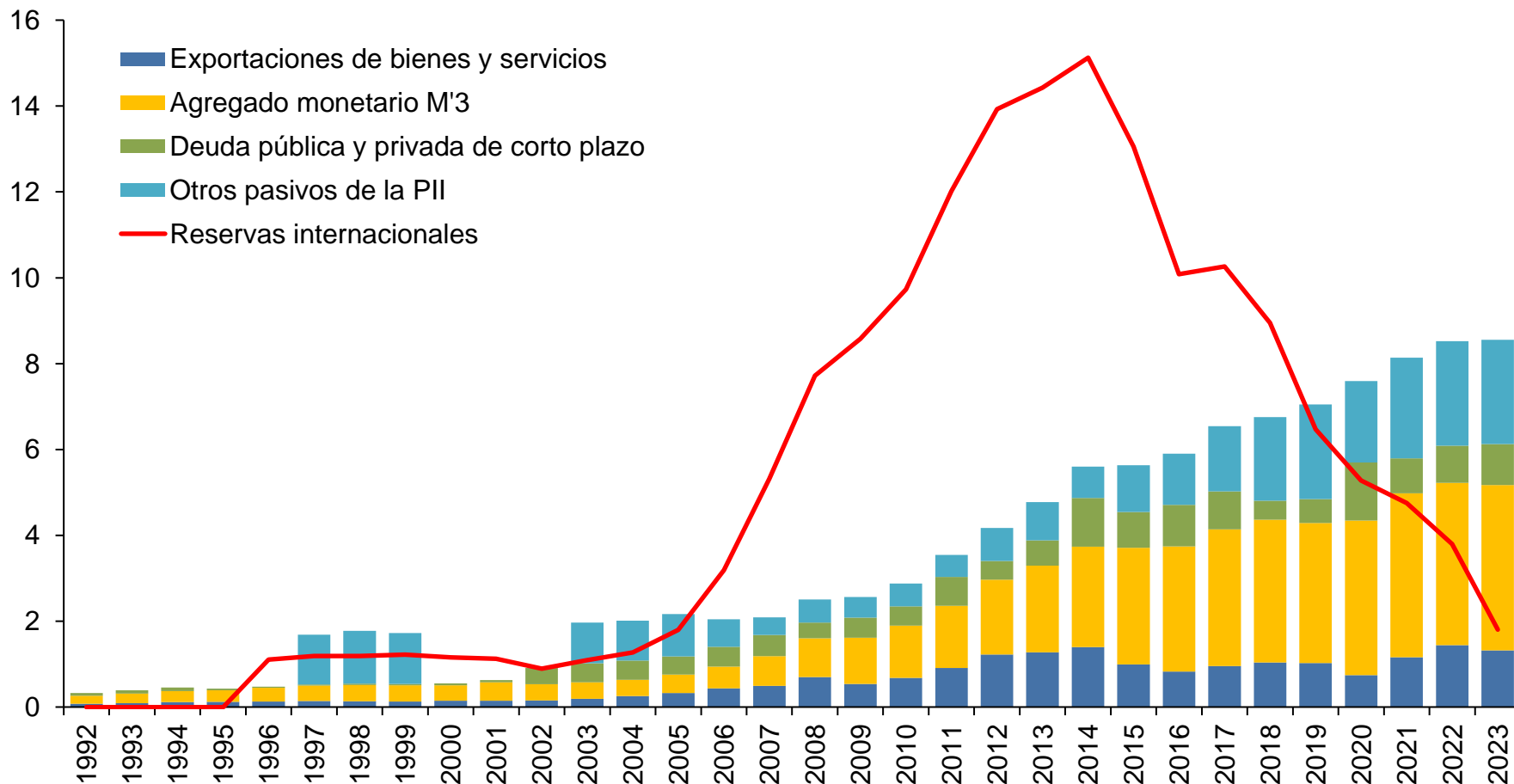
Las pérdidas reales de reservas durante la crisis suelen ser del 10% de la métrica y rara vez superan el 50%



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Bolivia: Descomposición de la métrica del Nivel de Activos de Reservas Adecuadas (ARA) del FMI, 1992 - 2023

(En billones de dólares)



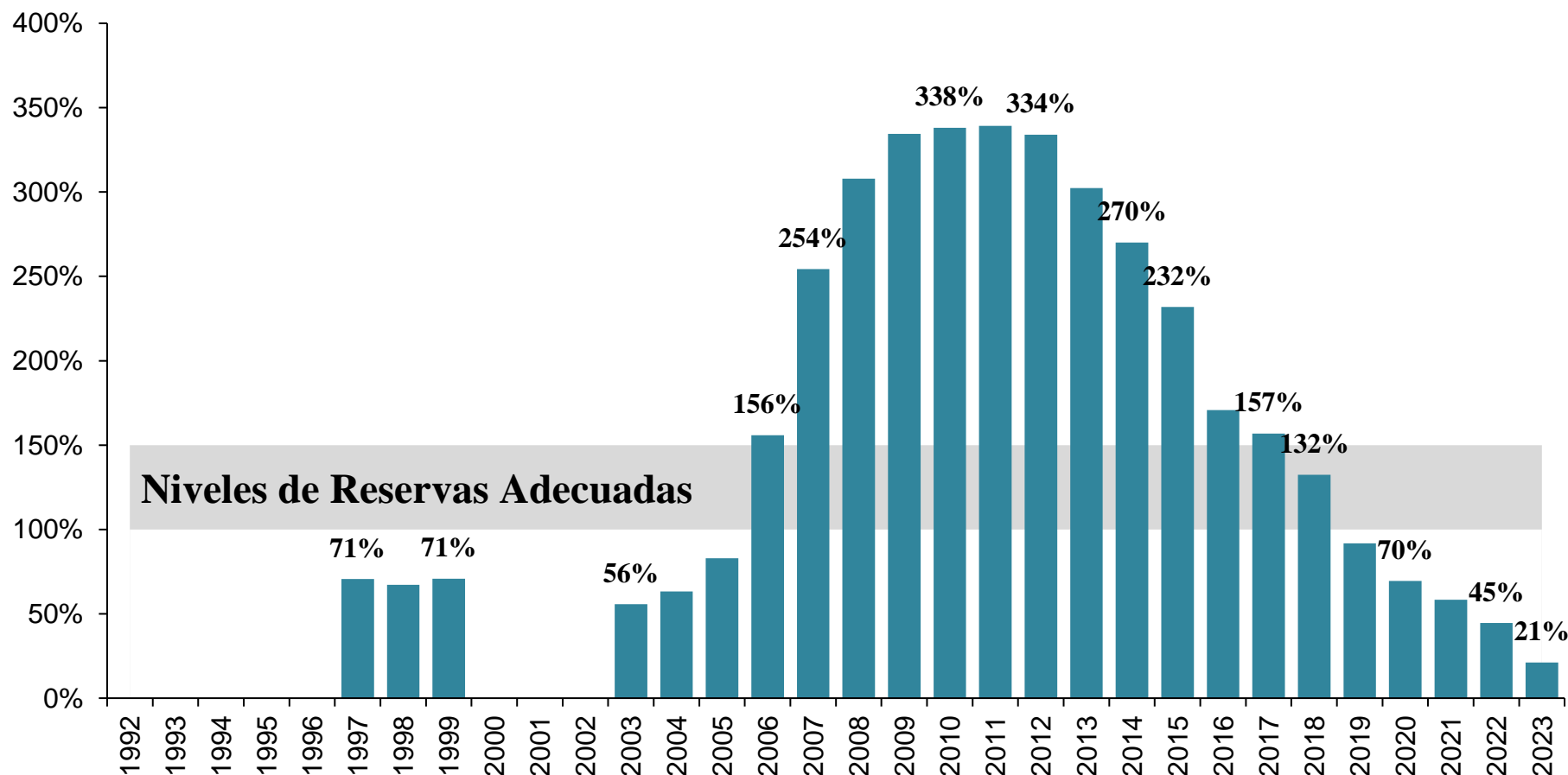


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Bolivia: Reservas Internacionales respecto la métrica del Nivel de Activos de Reservas Adecuadas (ARA) del FMI, 1992 - 2023

(En billones de dólares)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

ANEXOS MODELO ECONOMÉTRICO

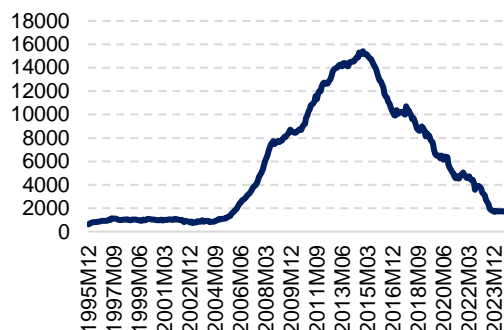




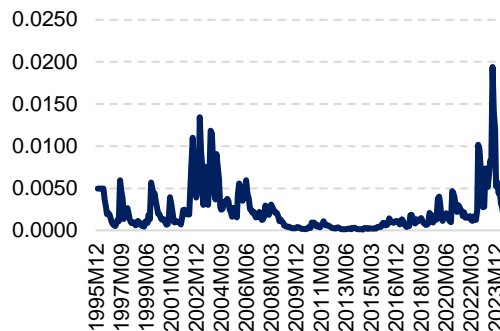
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS

Variables: Nivel óptimo de reservas internacionales, 1995m05 – 2024m07 (En millones de dólares)

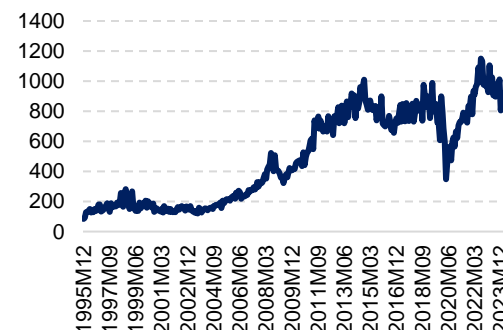
Reservas Internacionales Netas



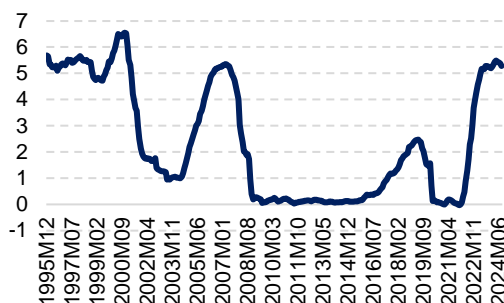
Volatilidad de la RIN



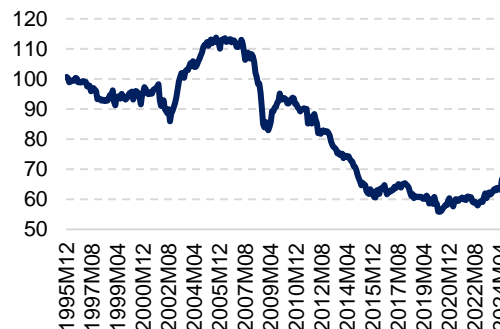
Importaciones



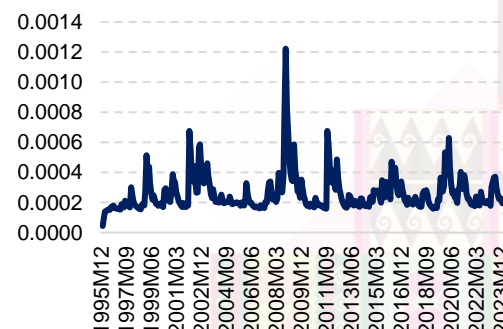
Tasa de los fondos federales de
EE.UU



Tipo de cambio real



Volatilidad del TCR



Ecuación de corto y largo plazo del modelo ARDL, y test cointegración de límites

ARDL Short-Term Regression Results

$$\begin{aligned} & \text{Log}(RIN_t) \\ &= 0.9255 * \text{Log}(RIN_{t-1}) + 0.2452 * \text{Log}(RIN_{t-2}) + 0.0862 * \text{Log}(RIN_{t-3}) - 0.2388 * \text{Log}(RIN_{t-4}) - 0.0252 \\ & * \text{Log}(Import_{t-12}) + 0.0018 * FEDFUND_{t-1} + 3.0469 * RIN_VAR_{t-14} - 28.5745 * TCR_VAR_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

ARDL Long Run Regression

$$\begin{aligned} \log(rin) = & 0.0180 * \log(rin_{t-1}) - 0.0252 * \log(import_{t-12}) + 0.0018 * fedfund_{t-1} + 3.0469 * rin_var_{t-14} - 28.5745 * \\ & tcr_var_{t-1} - 0.0925 * \Delta \log(rin_{t-1}) + 0.1526 * \Delta \log(rin_{t-2}) + 0.2388 * \Delta \log(rin_{t-3}) \end{aligned}$$

Bounds Test

F-Bounds Test

Null Hypothesis: No levels relationship

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	4.414832	10%	1.9	3.01
k 4		5%	2.26	3.48
		2.5%	2.62	3.9
		1%	3.07	4.44

Actual Sample Size 330

t-Bounds Test

Null Hypothesis: No levels relationship

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
t-statistic	3.977061	10%	-1.62	-3.26
		5%	-1.95	-3.6
		2.5%	-2.24	-3.89
		1%	-2.58	-4.23