

# MODELO DE PROYECCIÓN TRIMESTRAL

## Versión Simplificada

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

Marzo - 2023

### Notación:

- Letras mayúsculas designan variables “a un año” (por ejemplo,  $\Pi_t$  es la inflación de los últimos 4 trimestres y  $\Lambda_t$  es la depreciación nominal de los últimos 4 trimestres). Por su parte, las variables en letras minúsculas son tasas trimestrales anualizadas (por ejemplo,  $\pi_t$  es la tasa de inflación del trimestre  $t$  y  $\lambda_t$  es la tasa de depreciación nominal en el mismo periodo). Se tiene la relación del tipo:

$$\Pi_t = \frac{1}{4}(\pi_t + \pi_{t-1} + \pi_{t-2} + \pi_{t-3}).$$

- Una excepción a la convención anterior ocurre con las tasas de interés. Las tasas nominales de corto plazo (usualmente, tasas overnight) se denotan con  $i_t$ . Asimismo, en el caso de las tasas de interés reales, se utiliza  $R_t$  para nombrar el nivel de la tasa y  $r_t$  para nombrar a su brecha.
- Para una variable típica  $z_t$ ,  $\bar{z}_t$  denota su valor de equilibrio de mediano plazo y  $\bar{z}$  denota su valor de estado estacionario (equilibrio de largo plazo).
- El símbolo  $\varepsilon_t$  designa choques o errores de medición.
- Los coeficientes  $c$  y  $\rho$  se encuentran entre 0 y 1. Los primeros son típicamente utilizados para formar promedios, mientras que los segundos corresponden a parámetros de persistencia en procesos autorregresivos.
- $mn$  y  $me$  se utilizan como supraíndices para denotar tasas locales en moneda nacional y en moneda extranjera, por ejemplo  $i^{mn}$  e  $i^{me}$ . En el último caso, aunque se trate de una tasa real en dólares, ésta podría ser expresada en soles cuando se consideran tasas reales, utilizando la depreciación esperada. Del mismo modo,  $*$  denota variables determinadas internacionalmente, por ejemplo  $i^*$ , y usualmente valorizadas en dólares.

### En la tabla:

- $x$  : Variable determinada en ecuaciones que contienen choques  $\varepsilon$ . Por ejemplo, la ecuación (1) determina  $\pi^{sae}$ .
- $d$  : Definición o identidad (no contiene choques). Por ejemplo, la ecuación (5) determina  $\Pi_t$ .
- $z$  : Variable que sigue un *forcing process* y no es retroalimentada por la dinámica del modelo. Típicamente, estas variables son modeladas como  $z_t = (1 - \rho_z)\bar{z} + \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t$ .
- Los números entre llaves  $\{.\}$  se refieren a las ecuaciones que determinan la variable en cuestión. Los números entre parentesis  $(.)$  se refieren a las ecuaciones donde la variable participa directamente.

**CUADRO 1. VARIABLES EN EL MODELO DE PROYECCIÓN TRIMESTRAL**

Variable	Descripción		Ecuaciones relacionadas	Nombre MPT
<b>Inflación</b>				
$\pi^{sae}$	Inflación sin alimentos y energía	$x$	{1}, (2), (4), (7)	Dpsae
$\Pi^{sae}$	Inflación sin alimentos y energía (4 trimestres)	$d$	{2}, (6), (7)	D4psae
$\pi^{ae}$	Inflación de alimentos y energía	$x$	{3}, (4)	Dpae
$\pi$	Inflación total	$d$	{4}, (5), (28)	Dp
$\Pi$	Inflación total (4 trimestres)	$d$	{5}, (6)	D4p
$\Pi^e$	Expectativa de inflación 4 trimestres en adelante	$x$	{6}, (1), (14), (22)	ED4p
$\tilde{\Pi}$	Desvío de la inflación respecto a la meta	$d$	{7}, (11)	Rme
$\pi^m$	Inflación importada en S/	$x$	{8}, (3), (9)	Dpm
$\Pi^m$	Inflación importada en S/ (4 trimestres)	$d$	{9}, (1)	D4pm
$\bar{\pi}$	Meta de inflación	$z$	{10}, (7)	Meta
<b>Tasas de interés en moneda nacional</b>				
$i$	Tasa de interés de política monetaria	$x$	{11}, (13)	i
$i^n$	Tasa de interés nominal neutral	$z$	{12}, (11), (15), (20)	in
$i^{mn}$	Tasa de interés interbancaria en S/	$x$	{13}, (23)	imn
$R^{mn}$	Tasa de interés real doméstica	$d$	{14}, (17)	Rmn
$\bar{R}^{mn}$	Tasa de interés real doméstica de equilibrio	$x$	{15}, (17)	Rmn_eq
$z^{mn}$	Otros factores de la tasa de interés real de equilibrio	$x$	{16}, (15)	zmn
$r^{mn}$	Brecha de la tasa de interés real doméstica	$d$	{17}, (33)	rmn
<b>Tasas de interés en moneda extranjera</b>				
$i^{me}$	Tasa de interés interbancaria en US\$	$x$	{18}, (23)	ime
$R^{me}$	Tasa de interés real externa expresada en S/	$d$	{19}, (22)	Rme
$\bar{R}^{me}$	Tasa de interés real externa expresada en S/ de equilibrio	$x$	{20}, (22)	Rme_eq
$z^{me}$	Otros factores de la tasa de interés real externa de equilibrio	$x$	{49}, (20)	zme
$r^{me}$	Brecha de la tasa de interés real externa expresada en S/	$d$	{22}, (33)	rme
<b>Tipo de cambio</b>				
$\lambda_t$	Depreciación nominal	$x$	{23}, (8), (24), (25), (28)	Ds
$\Lambda_t$	Depreciación nominal (4 trimestres)	$d$	{24}, (25)	D4s
$\Lambda_t^e$	Expectativa de depreciación 4 trimestres en adelante	$x$	{25}, (19)	ED4s
$X$	Prima por riesgo (riesgo país + riesgo cambiario)	$x$	{26}, (23), (33)	x
$\bar{X}$	Prima por riesgo de equilibrio	$z$	{27}, (33)	x_eq
$\Delta Q$	Depreciación real multilateral	$d$	{28}, (29)	DQ
$q$	Brecha del tipo de cambio real multilateral	$d$	{29}, (30), (31)	q
$\Delta \bar{Q}$	Depreciación real multilateral de equilibrio	$x$	{30}, (29)	DQ_eq
<b>Brecha del producto y sus determinates</b>				
$y$	Brecha del producto	$x$	{31}, (11), (32)	y
$x^e$	Confianza empresarial	$x$	{32}, (31)	EDy
$\psi$	Índice de condiciones monetarias reales	$d$	{33}, (31)	rmc
$t$	Cambio en los ingresos estructurales	$z$	{34}, (31)	t
$g$	Cambio en el gasto público	$z$	{35}, (31)	g
$\Delta TI$	Crecimiento anualizado de los términos de intercambio	$z$	{36}, (37)	DTI
$\tau$	Impulso de los términos de intercambio	$x$	{37}, (31)	tau_ti
$\Delta Y^{pot}$	Crecimiento anualizado del PBI potencial	$x$	{38}, (39)	DY_eq
$\Delta Y$	Crecimiento anualizado del PBI	$x$	{39}, ()	DY
<b>Economía Externa</b>				
$\pi_t^*$	Inflación externa (IPE puro)	$x$	{40}, (41)	Dps
$\Pi^{**}$	Inflación externa (IPE puro, 4 trimestres)	$d$	{41}, (40)	D4ps
$\pi_t^{m*}$	Inflación importada en US\$	$x$	{42}, (8)	Dpms
$i^*$	Tasa de interés nominal externa de corto plazo	$x$	{43}, (18)	is
$r^*$	Brecha de la tasa de interés real externa	$x$	{44}, (45)	rs
$y^*$	Brecha del producto externa	$x$	{45}, (31), (40), (43)	ys
$i^{n*}$	Tasa de interés nominal neutral externa	$x$	{46}, (31), (40), (43)	ins
$R^*$	Tasa de interés real externa	$x$	{47}, (31), (40), (43)	Rs
$\bar{R}^*$	Tasa de interés real externa de equilibrio	$x$	{48}, (44)	Rs_eq
$z$	Otros factores de la tasa de interés real externa de equilibrio	$x$	{49}, (48)	z
$\Delta Y^{pot*}$	Crecimiento anualizado del PBI potencial externo	$z$	{50}, (51))	DYs_eq
$\Delta Y^*$	Crecimiento anualizado del PBI externo	$d$	{51}, ()	DYs

## CUADRO 2. RESIDUOS (CHOQUES) EN EL MODELO DE PROYECCIÓN TRIMESTRAL

		Ecuación	Nombre MPT
<b>Inflación</b>			
$\pi^{sae}$	Curva de Phillips	{1}	res_Dpsae
$\pi^{ae}$	Inflación de alimentos y energía	{3}	res_Dpae
$\Pi^e$	Expectativa de inflación 4 trimestres en adelante	{6}	res_ED4p
$\pi^m$	Inflación importada en S/	{8}	res_Dpm
$\bar{\pi}$	Meta de inflación	{10}	res_Meta
<b>Tasas de interés en moneda nacional</b>			
$i$	Regla de política monetaria	{11}	res_i
$i^n$	Tasa de interés nominal neutral	{12}	res_in
$i^{mn}$	Tasa de interés interbancaria en S/	{13}	res_imn
$z^{mn}$	Otros factores de la tasa de interés real doméstica de equilibrio	{16}	res_zmn
<b>Tasas de interés en moneda extranjera</b>			
$i^{me}$	Tasa de interés interbancaria en US\$	{18}	res_ime
$z^{me}$	Otros factores de la tasa de interés real externa expresada en S/ de equilibrio	{21}	res_zme
<b>Tipo de cambio</b>			
$\lambda_t$	Paridad descubierta de tasas de intereses	{23}	res_Ds
$\Lambda_t^e$	Expectativa de depreciación 4 trimestres en adelante	{25}	res_ED4s
$X$	Prima por riesgo cambiario	{26}	res_x
$\bar{X}$	Prima de riesgo cambiario de equilibrio	{27}	res_x_eq
$\Delta\bar{Q}$	Depreciación real multilateral de equilibrio	{30}	res_DQ_eq
<b>Brecha del producto y sus determinantes</b>			
$y$	Brecha del producto	{31}	res_y
$x^e$	Confianza empresarial	{32}	res_EDy
$t$	Cambio en los ingresos estructurales	{34}	res_t
$g$	Cambio en el gasto público	{35}	res_g
$\Delta TI$	Crecimiento anualizado de los términos de intercambio	{36}	res_DTI
$\tau$	Impulso de los términos de intercambio	{37}	res_tau
$\Delta Y^{\text{pot}}$	Crecimiento anualizado del PBI potencial	{38}	res_DY_eq
<b>Economía Externa</b>			
$\pi_t^*$	Curva de Phillips externa	{40}	res_Dps
$\pi_t^{m*}$	Inflación importada en US\$	{42}	res_Dpms
$i^*$	Regla de política monetaria externa	{43}	res_is
$i^{n*}$	Tasa de interés nominal neutral externa	{46}	res_ins
$z$	Otros factores de la tasa de interés real externa de equilibrio	{49}	res_z
$y^*$	Demanda agregada externa	{45}	res_ys
$\Delta Y^{\text{pot}*}$	Crecimiento anualizado del PBI potencial externo	{50}	res_DYs_eq

# 1 INFLACIÓN

- Curva de Phillips

$$\pi_t^{sae} = b_m \Pi_t^m + (1 - b_m)[b_{sae} \pi_{t-1}^{sae} + (1 - b_{sae}) \Pi_t^e] + b_y[c_y y_t + (1 - c_y) y_{t-1}] + \varepsilon_t^{sae} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Dpsae} = & \text{bm} * \text{D4pm} + (1 - \text{bm}) * (\text{bsae} * \text{Dpsae}(-1) + (1 - \text{bsae}) * \text{ED4p}) + \dots \\ & \dots + \text{by} * (\text{cy} * y + (1 - \text{cy}) * y(-1)) + \text{res\_Dpsae} \end{aligned}$$

- Inflación sin alimentos y energía (4 trimestres)

$$\Pi_t^{sae} = \frac{1}{4}(\pi_t^{sae} + \pi_{t-1}^{sae} + \pi_{t-2}^{sae} + \pi_{t-3}^{sae}) \quad (2)$$

$$\text{D4psae} = (\text{Dpsae} + \text{Dpsae}(-1) + \text{Dpsae}(-2) + \text{Dpsae}(-3))/4$$

- Inflación de alimentos y energía

$$\pi_t^{ae} = (1 - \rho_\pi^{ae})[b_s \pi_t^{sae} + (1 - b_s) \pi_t^m] + \rho_\pi^{ae} \pi_{t-1}^{ae} + \varepsilon_t^{ae} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Dpae} = & (1 - \text{rho\_Dpae}) * (\text{bs} * \text{Dpsae} + (1 - \text{bs}) * \text{Dpm}) + \text{rho\_Dpae} * \text{Dpae}(-1) \\ & \dots + \text{res\_Dpae} \end{aligned}$$

- Inflación total:

$$\pi_t = c_{sae} \pi_t^{sae} + (1 - c_{sae}) \pi_t^{ae} \quad (4)$$

$$\text{Dp} = \text{csae} * \text{Dpsae} + (1 - \text{csae}) * \text{Dpae}$$

- Inflación total (4 trimestres):

$$\Pi_t = \frac{1}{4}(\pi_t + \pi_{t-1} + \pi_{t-2} + \pi_{t-3}) \quad (5)$$

$$\text{D4p} = (\text{Dp} + \text{Dp}(-1) + \text{Dp}(-2) + \text{Dp}(-3))/4$$

- Expectativa de inflación 4 trimestres en adelante:

$$\Pi_t^e = \rho_{\pi^e} \Pi_{t-1}^e + (1 - \rho_{\pi^e})[(1 - c_p) \mathbb{E}_t(\Pi_{t+4}^{sae}) + c_p \Pi_{t-1}^e] + \varepsilon_t^{\Pi^e} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{ED4p} = & \text{rho\_ED4p} * \text{ED4p}(-1) + (1 - \text{rho\_ED4p}) * ((1 - \text{cp}) * \text{D4psae}(+4) + \dots \\ & \dots + \text{cp} * \text{D4p}(-1)) + \text{res\_ED4p} \end{aligned}$$

- Desvío de la inflación respecto a la meta:

$$\tilde{\Pi}_t = c_{FL} \mathbb{E}(\Pi_{t+4}^{SAE}) + (1 - c_{FL}) \pi_t^{SAE} - \bar{\pi}_t \quad (7)$$

$$\text{D4pdev} = \text{cFL} * \text{D4psae}(+4) + (1 - \text{cFL}) * \text{Dpsae} - \text{Meta}$$

- Curva de Phillips importada:

$$\pi_t^m = c_{mm} \pi_{t-1}^m + (1 - c_{mm}) \mathbb{E}_t(\Pi_{t+4}^m) + c_{mq}(\pi_{t-1}^{m*} + \lambda_{t-1} - \pi_{t-1}^m) + \varepsilon_t^m \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{Dpm} &= \text{cmm} * \text{Dpm}(-1) + (1 - \text{cmm}) * \text{D4pm}(+4) + \dots \\ &\dots + \text{cmq} * (\text{Dpms}(-1) + \text{Ds}(-1) - \text{Dpm}(-1)) + \text{res\_Dpm} \end{aligned}$$

- Inflación importada en S/ (4 trimestres):

$$\Pi_t^m = \frac{1}{4}(\pi_t^m + \pi_{t-1}^m + \pi_{t-2}^m + \pi_{t-3}^m) \quad (9)$$

$$\text{D4pm} = (\text{Dpm} + \text{Dpm}(-1) + \text{Dpm}(-2) + \text{Dpm}(-3))/4$$

- Meta de inflación:

$$\bar{\pi}_t = 0.5 * \bar{\pi} + 0.5 * \bar{\pi}_{t-1} + \varepsilon_t^{\bar{\pi}} \quad (10)$$

$$\text{Meta} = 0.5 * \text{Dp\_ss} + 0.5 * \text{Meta}(-1) + \text{res\_Meta}$$

## 2 TASAS DE INTERÉS EN MONEDA NACIONAL

- Regla de política monetaria:

$$i_t = f_i i_{t-1} + (1 - f_i)[i_t^n + f_\pi \tilde{\Pi}_t + f_y(c_{fy} y_t + (1 - c_{fy}) y_{t-1})] + \varepsilon_t^i \quad (11)$$

$$\begin{aligned} i &= f_i * i(-1) + (1 - f_i) * (i_n + f_p * \text{D4pdev} + f_y * (c_{fy} * y + (1 - c_{fy}) * y(-1))) \\ &\dots + \text{res\_i} \end{aligned}$$

- Tasa de interés nominal neutral:

$$i_t^n = (1 - \rho_{in}) \bar{i} + \rho_{in} i_{t-1}^n + \varepsilon_t^{in} \quad (12)$$

$$i_n = (1 - \rho_{in}) * i_{ss} + \rho_{in} * i_n(-1) + \text{res\_in}$$

- Tasa de interés interbancaria en S/:

$$i_t^{mn} = i_t + \varepsilon_t^{imn} \quad (13)$$

$$i_{mn} = i + \text{res\_imn}$$

- Tasa de interés real doméstica:

$$R_t^{mn} = i_t^{mn} - \Pi_t^e \quad (14)$$

$$R_{mn} = i_{mn} - \text{ED4p}$$

- Tasa de interés real doméstica de equilibrio

$$\bar{R}_t^{mn} = z_t^{mn} + C_{\gamma^{mn}}(\bar{\gamma}_{t+1} - \bar{\gamma}) + C_{\bar{R}^{mn}}(\bar{\gamma}_{t+1}^* - \bar{\gamma}^*) \quad (15)$$

$$R_{mn\_eq} = z_{mn} + cY_{mn} * (\text{DY\_eq}(+1) - \text{DY\_ss}) + cR_{mn} * (\text{DYS\_eq}(+1) - \text{DYS\_ss})$$

- Otros factores de la tasa de interés real doméstica de equilibrio

$$z_t^{mn} = (1 - \rho_{z^{mn}})\bar{R}^{mn} + \rho_{z^{mn}}z_{t-1}^{mn} + \varepsilon_t^{z^{mn}} \quad (16)$$

$$\text{zmn} = (1 - \text{rho\_zmn}) * \text{Rmn\_ss} + \text{rho\_zmn} * \text{zmn}(-1) + \text{res\_zmn}$$

- Brecha de la tasa de interés real doméstica:

$$r_t^{mn} = R_t^{mn} - \bar{R}_t^{mn} \quad (17)$$

$$\text{rmn} = \text{Rmn} - \text{Rmn\_eq}$$

### 3 TASAS DE INTERÉS EN MONEDA EXTRANJERA

- Tasa de interés interbancaria en US\$:

$$i_t^{me} = i_t^* + \varepsilon_t^{ime} \quad (18)$$

$$\text{ime} = \text{is} + \text{res\_ime}$$

- Tasa de interés real externa expresada en S/:

$$R_t^{me} = i_t^{me} - \Pi_t^e + \Lambda_t^e \quad (19)$$

$$\text{Rme} = \text{ime} - \text{ED4p} + \text{ED4s}$$

- Tasa de interés real externa expresada en S/ de equilibrio:

$$\bar{R}_t^{me} = z_t^{me} + C_{\gamma^{me}}(\bar{\gamma}_{t+1} - \bar{\gamma}) + C_{\bar{R}^{me}}(\bar{\gamma}_{t+1}^* - \bar{\gamma}^*) \quad (20)$$

$$\text{Rme\_eq} = \text{zme} + \text{cY\_me} * (\text{DY\_eq}(+1) - \text{DY\_ss}) + \text{cR\_me} * (\text{DYS\_eq}(+1) - \text{DYS\_ss})$$

- Otros factores de la tasa de interés real externa en S/ de equilibrio

$$z_t^{me} = (1 - \rho_{z^{me}})\bar{R}^{me} + \rho_{z^{me}}z_{t-1}^{me} + \varepsilon_t^{z^{me}} \quad (21)$$

$$\text{zme} = (1 - \text{rho\_zme}) * \text{Rme\_ss} + \text{rho\_zme} * \text{zme}(-1) + \text{res\_zme}$$

- Brecha de la tasa de interés real externa expresada en S/:

$$r_t^{me} = R_t^{me} - \bar{R}_t^{me} \quad (22)$$

$$\text{rme} = \text{Rme} - \text{Rme\_eq}$$

## 4 TIPO DE CAMBIO

- Paridad descubierta de tasas de interés

$$\lambda_t = \rho_\lambda \mathbb{E}_t(\lambda_{t+1}) + (1 + \rho_\lambda)(i_t^{me} + X_t - i_t^{mn} + \varepsilon_t^\lambda) \quad (23)$$

$$Ds = \text{rho\_Ds} * Ds(+1) + (1 + \text{rho\_Ds}) * (\text{ime} + x - \text{imn} + \text{res\_Ds})$$

- Depreciación nominal (4 trimestres):

$$\Lambda_t = \frac{1}{4}(\lambda_t + \lambda_{t-1} + \lambda_{t-2} + \lambda_{t-3}) \quad (24)$$

$$D4s = (Ds + Ds(-1) + Ds(-2) + Ds(-3))/4$$

- Expectativas de depreciación 4 trimestres en adelante:

$$\Lambda_t^e = \rho_{\lambda^e} \Lambda_{t-1}^e + (1 - \rho_{\lambda^e}) \left[ \left( \frac{\rho_\lambda}{1 + \rho_\lambda} \mathbb{E}_t(\Lambda_{t+4}) - \left( \frac{1}{1 + \rho_\lambda} \right) \frac{\lambda_t - 5\bar{\lambda}}{4} \right] + \varepsilon_t^{\Lambda^e} \quad (25)$$

$$ED4s = \text{rho\_ED4s} * ED4s(-1) + \dots$$

$$\dots + (1 - \text{rho\_ED4s}) * (\text{rho\_Ds} * D4s(+4) - (Ds - 5 * Ds_{ss})/4) / (1 + \text{rho\_Ds}) + \text{res\_ED4s}$$

- Prima por riesgo cambiario:

$$X_t = \bar{X}_t - \varepsilon_t^x \quad (26)$$

$$x = x_{eq} + \text{res\_x}$$

- Prima por riesgo cambiario de equilibrio:

$$\bar{X}_t = (1 - \rho_X) \bar{X} + \rho_X \bar{X}_{t-1} + \varepsilon_t^{\bar{X}} \quad (27)$$

$$x_{eq} = (1 - \text{rho\_x}) * x_{ss} + \text{rho\_x} * x_{eq}(-1) + \text{res\_x\_eq}$$

- Depreciación real multilateral:

$$\Delta Q_t = \pi_t^* + \lambda_t - \pi_t \quad (28)$$

$$DQ = Dps + Ds - Dp$$

- Brecha del TCR multilateral:

$$q_t = q_{t-1} + \frac{1}{4}(\Delta Q_t - \Delta \bar{Q}_t) \quad (29)$$

$$q = q(-1) + (DQ - DQ_{eq})/4$$

- Depreciación real multilateral de equilibrio:

$$\Delta \bar{Q}_t = \rho_q q_t + \varepsilon_t^{\Delta \bar{Q}} \quad (30)$$

$$DQ_{eq} = \text{rho\_DQ} * q + \text{res\_DQ\_eq}$$

## 5 BRECHA DEL PRODUCTO Y SUS DETERMINATES

- Demanda agregada:

$$\begin{aligned}
 y_t &= a_y y_{t-1} + a_y^e (y_{t-1} + x_t^e) + a_\psi \psi_{t-1} - a_t t_t + a_g g + a_q q_t + a_\tau \tau + a_y^* y_t^* + \varepsilon_t^y \\
 y &= ay*y(-1) + aEy*(y(-1) + EDy) + armc * rmc(-1) + - at*t + \dots \\
 &\dots + ag*g + aq*q + atau*tau+ ays*ys + res_y
 \end{aligned} \tag{31}$$

- Expectativas de crecimiento de la brecha producto:

$$\begin{aligned}
 x_t^e &= \rho_{x^e} x_{t-1}^e + (1 - \rho_{x^e})(\mathbb{E}_t(y_{t+1}) - y_{t-1}) + \varepsilon_t^{y^e} \\
 EDy &= rho\_EDy*EDy(-1) + (1 - rho\_EDy)*(y(+1) - y(-1)) + res\_EDy
 \end{aligned} \tag{32}$$

- Índice de condiciones monetarias reales:

$$\begin{aligned}
 \psi_t &= -[c_r^{mn} r_t^{mn} + c_r^{me} r_t^{me} + c_{HB}(X_t - \bar{X}_t)] \\
 rmc &= -( crmn*rmn + crme*rme + chb*( x - x\_eq ))
 \end{aligned} \tag{33}$$

- Cambio en los ingresos estructurales:

$$\begin{aligned}
 t &= \rho_t t_{t-1} + \varepsilon_t^t \\
 t &= rho\_t*t(-1) + res\_t
 \end{aligned} \tag{34}$$

- Cambio en el gasto público:

$$\begin{aligned}
 g &= \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t^g \\
 g &= rho\_g*g(-1) + res\_g
 \end{aligned} \tag{35}$$

- Crecimiento anualizado de los términos de intercambio:

$$\begin{aligned}
 \Delta TI &= \rho_{TI} \Delta TI_{t-1} + \varepsilon_t^{\Delta TI} \\
 DTI &= rho\_DTI*DTI(-1) + res\_DTI
 \end{aligned} \tag{36}$$

- Impulso de los términos de intercambio:

$$\begin{aligned}
 \tau &= (\alpha_l + \alpha_c) \tau_{t-1} - \alpha_l \alpha_c \tau_{t-2} + \frac{1}{4} (\alpha_l - \alpha_c) \Delta TI + \varepsilon_t^\tau \\
 tau &= (ataul + atauc)*tau(-1) - ataul*atauc*tau(-2) + \dots \\
 &\dots + (ataul - atauc)*DTI/4 + res\_tau
 \end{aligned} \tag{37}$$

- Crecimiento anualizado del PBI potencial:

$$\begin{aligned}
 \Delta Y_t^{pot} &= (1 - \rho_{\Delta Y^{pot}}) \Delta \bar{Y} + \rho_{\Delta Y^{pot}} \Delta Y_{t-1}^{pot} + \varepsilon_t^{\Delta Y^{pot}} \\
 DY\_eq &= (1 - rho\_DY\_eq)*DY\_ss + rho\_DY\_eq*DY\_eq(-1) + res\_DY\_eq
 \end{aligned} \tag{38}$$

- Crecimiento anualizado del PBI:

$$\begin{aligned}
 \Delta Y_t &= 4(y_t - y_{t-1}) + \Delta Y_t^{pot} \\
 DY &= 4*(y - y(-1)) + DY\_eq
 \end{aligned} \tag{39}$$



## 6 ECONOMÍA EXTERNA

- Curva de Phillips externa:

$$\pi_t^* = b_\pi^* \pi_{t-1}^* + (1 - b_\pi^*) \mathbb{E}_t(\Pi_{t+4}^*) + b_y^* y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad (40)$$

$$\text{Dps} = \text{bsp} * \text{Dps}(-1) + (1 - \text{bsp}) * \text{D4ps}(+4) + \text{bsy} * \text{ys}(-1) + \text{res\_Dps}$$

- Inflación externa (IPE puro, 4 trimestres):

$$\Pi_t^* = \frac{1}{4}(\pi_t^* + \pi_{t-1}^* + \pi_{t-2}^* + \pi_{t-3}^*) \quad (41)$$

$$\text{D4ps} = (\text{Dps} + \text{Dps}(-1) + \text{Dps}(-2) + \text{Dps}(-3))/4$$

- Inflación importada en US\$:

$$\pi_t^{m*} = (1 - c_{\pi^{m*}}) \pi_t^* + c_{\pi^{m*}} \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{m*} \quad (42)$$

$$\text{Dpms} = (1 - \text{cpms}) * \text{Dps} + \text{cpms} * \text{Dps}(-1) + \text{res\_Dpms}$$

- Regla de política monetaria (Libor en US\$ a 3 meses):

$$i_t^* = f_i^* i_{t-1}^* + (1 - f_i^*) (i_t^{n*} + f_\pi^* (\mathbb{E}_t(\Pi_{t+4}^*) - \bar{\pi}^*) + f_y^* y_t^*) + \varepsilon_t^{i^*} \quad (43)$$

$$\text{is} = \text{fsi} * \text{is}(-1) + (1 - \text{fsi}) * (\text{ins} + \text{fsp} * (\text{D4ps}(+4) - \text{Dps\_ss}) + \text{fsy} * \text{ys}) \\ \dots + \text{res\_is}$$

- Brecha de la tasa de interés real externa:

$$r_t^* = R_t^* - \bar{R}_t^* \quad (44)$$

$$\text{rs} = \text{Rs} - \text{Rs\_eq}$$

- Demanda agregada externa

$$y_t^* = a_{Ey}^* \mathbb{E}_t(y_{t+1}^*) + a_y^* y_{t-1}^* - a_r^* r_{t-1}^* + \varepsilon_t^{y^*} \quad (45)$$

$$\text{ys} = \text{asEy} * \text{ys}(+1) + \text{asy} * \text{ys}(-1) - \text{asr} * \text{rs}(-1) + \text{res\_ys}$$

- Tasa neutral externa:

$$i_t^{n*} = (1 - \rho_{in^*}) \bar{i}^* + \rho_{in^*} i_{t-1}^{n*} + \varepsilon_t^{in^*} \quad (46)$$

$$\text{ins} = (1 - \text{rho\_ins}) * \text{is\_ss} + \text{rho\_ins} * \text{ins}(-1) + \text{res\_ins}$$

- Tasa de interés real externa:

$$R_t^* = i_t^* - \mathbb{E}_t(\Pi_{t+4}^*) \quad (47)$$

$$\text{Rs} = \text{is} - \text{D4ps}(+4)$$

- Tasa de interés real externa de equilibrio:

$$\bar{R}_t^* = z_t + C_{Y^*}(\Delta \bar{Y}^{pot*}_{t+1} - \Delta \bar{Y}^*) \quad (48)$$

$$Rs\_eq = z + cY\_s * (DYS\_eq(+1) - DYs\_ss)$$

- Otros factores de la tasa de interés real externa de equilibrio

$$z_t = (1 - \rho_z)\bar{R}^* + \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (49)$$

$$z = (1 - \rho_z) * Rs\_ss + \rho_z * z(-1) + res\_z$$

- Crecimiento anualizado del PBI potencial externo:

$$\Delta Y_t^{pot*} = (1 - \rho_{\Delta Y^{pot*}})\Delta \bar{Y}^* + \rho_{\Delta Y^{pot*}}\Delta Y_{t-1}^{pot*} + \varepsilon_t^{\Delta Y^{pot*}} \quad (50)$$

$$DYS\_eq = (1 - \rho_{DYS\_eq}) * DYs\_ss + \rho_{DYS\_eq} * DYs\_eq(-1) + res\_DYS\_eq$$

- Crecimiento anualizado del PBI externo:

$$\Delta Y_t^* = 4(y_t^* - y_{t-1}^*) + \Delta Y_t^{pot*} \quad (51)$$

$$DYS = 4 * (ys - ys(-1)) + DYs\_eq$$