

**El retorno de las carabelas:  
Acuerdo Comercial Multipartes  
entre Ecuador y  
la Unión Europea**

Hugo Jácome, coordinador

**El retorno de las carabelas:  
Acuerdo Comercial Multipartes  
entre Ecuador y  
la Unión Europea**



**FLACSO**  
ECUADOR

---

El retorno de las carabelas: Acuerdo Comercial Multipartes entre Ecuador y la Unión Europea / coordinado por Hugo Jácome. Quito : FLACSO, Sede Ecuador, 2012.- (Serie Foro)

199 p. : diagramas, gráficos y tablas

ISBN: 978-9978-67-324-9

LIBRE COMERCIO ; ECUADOR ; UNIÓN EUROPEA ; COMERCIO INTERNACIONAL ; POLÍTICA COMERCIAL ; ACUERDOS COMERCIALES ; RELACIONES ECONÓMICAS INTERNACIONALES ; TRATADO DE LIBRE COMERCIO ; ASPECTOS ECONÓMICOS.

382.71 - CDD

---

© De la presente edición:

FLACSO, Sede Ecuador  
La Pradera E7-174 y Diego de Almagro  
Quito-Ecuador  
Telf.: (593-2) 323 8888  
Fax: (593-2) 323 7960  
[www.flacso.org.ec](http://www.flacso.org.ec)

ISBN:978-9978-67-324-9  
Cuidado de la edición: Paulina Torres  
Diseño de portada e interiores: Antonio Mena  
Imprenta: CrearImagen  
Quito, Ecuador, 2012  
1ª. edición: enero 2012

# Índice

<b>Presentación</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	9
<i>Hugo Jácome</i>	
<b>Implicaciones del posible Acuerdo Multipartes con la Unión Europea</b> .....	17
<i>Fander Falconí y Julio Oleas</i>	
<b>Amenaza de un TLC con la Unión Europea o la Constitución como punto de partida de las relaciones internacionales</b> .....	65
<i>Alberto Acosta</i>	
<b>El Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea: efectos económicos y distributivos para el Ecuador</b> .....	93
<i>Hugo Jácome y Martín Cicowiez</i>	
<b>Repensando los acuerdos de comercio y servicios en clave migratoria. El caso de la CAN-UE</b> .....	139
<i>Jacques Ramírez e Isabel Estévez</i>	

**Apéndices**

*Martín Cicowiez*

**Apéndice A**

Estructura matemática del MACEPES+ ..... 167

**Apéndice B**

Elasticidades empleadas para la  
calibración del MACEPES+ ..... 198

# Apéndices

Martín Cicowiez\*

## Apéndice A: Estructura matemática del MACEPES+

### Introducción

En este documento se presenta la estructura matemática del modelo computacional de equilibrio general desarrollado para evaluar el acuerdo de libre comercio Ecuador-Unión Europea. Como veremos, se toma como punto de partida el modelo MACEPES (Modelo de Análisis de Choques Exógenos y de Protección Económica y Social) (ver Cicowiez y Sánchez, 2010) que Ponce et al. (2010) implementaron para Ecuador utilizando una matriz de contabilidad social de 2005.

En su versión original, el MACEPES se desarrolló en el marco del proyecto “Implicaciones de la Política Macroeconómica, los Choques Externos, y los Sistemas de Protección Social en la Pobreza, la Desigualdad y la Vulnerabilidad en América Latina y el Caribe”. Dicho proyecto fue coordinado por la Oficina Subregional de la CEPAL en México y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UN-DESA, por sus siglas en inglés). El presente documento se basa en una versión anterior elaborada por Martín Cicowiez y Marco V. Sánchez de UN-DESA (ver Cicowiez y Sánchez, 2010).

---

\* CEDLAS-UNLP; martin@depeco.econo.unlp.edu.ar

Los modelos de equilibrio general computable pueden ser multi-país o –como el MACEPES– centrar su atención en un único país. En el primer caso, la información necesaria para la calibración viene dada por una colección de matrices de contabilidad social conectadas por flujos comerciales. Dicha información puede obtenerse de la base de datos que elabora el GTAP (Global Trade Analysis Project). Sin embargo, el proceso que se requiere para “consistenciar” la información de distintos países hace que, muchas veces, la información para países individuales no alcance un estándar de calidad mínimo, particularmente en el caso de los países pequeños. Como veremos, en este trabajo se utiliza un enfoque intermedio, donde se utiliza un modelo para Ecuador pero que permite desagregar las exportaciones e importaciones y la recaudación arancelaria por socio comercial. En términos generales, la ventaja que tiene un modelo como este por sobre otro calibrado con la base de datos del GTAP es que permite captar con mayor detalle las especificidades de la economía que se modela. Por otro lado, los socios comerciales del país objeto de estudio se modelan de manera relativamente rudimentaria. En particular, aparecen a través de funciones de demanda de exportaciones y oferta de importaciones.

## El modelo

### Subíndices

En la presentación matemática del modelo se emplean los siguientes subíndices:

- t = tiempo
- a = actividades
- c = bienes
- f = factores
- i = para las instituciones
- insd = para las instituciones domésticas
- insdng = para las instituciones domésticas diferentes del gobierno
- h = hogares
- r = socios comerciales

Además, se utiliza la siguiente notación:

- mayúsculas para variables endógenas
- minúsculas para variables exógenas
- letras griegas para parámetros de comportamiento
- las cantidades y precios empiezan con Q y P, respectivamente

### Variables

La lista de variables del modelo se muestra a continuación. Como veremos, algunas de estas variables se hacen exógenas como parte de la regla de cierre macroeconómico del modelo. Sin embargo, en la presentación todas las variables se tratan como (potencialmente) endógenas.

$ABSNOI_t$	absorción total
$ALPHA_A$	productividad total de los factores de la actividad a
$CALALPHA_A$	TFP para calibración dinámica
$CPI_t$	índice precios consumidor
$CSSOC_{f,ac,t}$	tasa contribución a la seguridad social factor f agente ac
$CSSOCADJ_t$	factor ajuste CSSOC
$DPI_t$	índice precios domésticos productor
$EG_t$	gasto gobierno
$EH_{h,t}$	gasto consumo hogar h
$ESSOC_t$	gasto institución seguridad social
$EXR_t$	tipo de cambio nominal
$FDI_t$	inversión extranjera directa
$FSAV_t$	ahorro resto mundo (moneda resto mundo)
$FSAVGDP_t$	ratio entre FSAV y GDPNOM
$GADJ_t$	factor ajuste consumo gobierno
$GDPNOM_t$	PIB nominal precios mercado
$GDPREAL_t$	PIB real precios mercado
$GDPREALFC_t$	PIB real costo factores
$GOVCONABS_t$	participación consumo gobierno en absorción
$GOVCONGDP_t$	ratio entre consumo total gobierno y GDPNOM
$GSAV_t$	ahorro gobierno
$GSAVGDP_t$	ratio entre GSAV y GDPNOM

$IADJ_t$	factor ajuste inversión
$INSSAV_{i,t}$	ahorro institución doméstica diferente del gobierno i
$INVABS_t$	participación inversión en absorción
$INVGDP_t$	ratio entre inversión y GDPNOM
$KFLOW_t$	flujo neto de capitales desde row
$MPS_{i,t}$	propensión marginal ahorrar institución $i \in insdng$
$MPSADJ_t$	factor ajuste propensión marginal ahorrar
$PA_{a,t}$	precio actividad a
$PCAP_{f,t}$	precio capital $f \in fcap$
$PD_{c,t}$	precio bien c domestico
$PE_{c,t}$	precio bien c exportación moneda doméstica
$PER_{c,r,t}$	precio doméstico de las exportaciones E bien c hacia r
$PINTA_{a,t}$	precio agregado insumos intermedios actividad a
$PM_{c,t}$	precio bien c importación moneda doméstica
$PMR_{c,r,t}$	precio doméstico de las importaciones M bien c desde r
$PQD_{c,ac,t}$	precio demanda bien compuesto c agente ac
$PQS_{c,t}$	precio oferta bien compuesto c
$P_{c,r,t}^*$	precio de importación bien c en país r
$PVA_{a,t}$	precio valor agregado actividad a
$PWER_{c,r,t}$	precio exportación bien c a socio r (moneda resto mundo)
$PWMR_{c,r,t}$	precio importación bien c de socio r (moneda resto)
$PX_{c,t}$	precio productor bien c
$QA_{a,t}$	nivel actividad a
$QCAPNEW_{f,a,t}$	nuevo capital $f \in fcap$ actividad a
$QD_{c,t}$	ventas (=compras) bien c domestico
$QE_{c,t}$	exportaciones bien c
$QER_{c,r,t}$	exportaciones bien c hacia r
$QF_{f,a,t}$	demanda factor f actividad a
$QFINS_{i,f,t}$	oferta factor f institución ins
$QFINSADJ_t$	factor ajuste QFINS
$QFMIG_{f,t}$	migración desde formal hacia informal
$QFS_{f,t}$	oferta factor f
$QG_{c,t}$	consumo gobierno bien c
$QGABS_{c,t}$	ratio entre QG y ABSNOM
$QGGDP_{c,t}$	ratio entre QG y GDPNOM
$QGGRW_{c,t}$	tasa crecimiento endógena consumo gobierno bien c

$QGPCREAL_{c,t}$	consumo per cápita real gobierno bien c
$QH_{c,h,t}$	consumo bien c hogar h
$QHPCREAL_t$	consumo per cápita real
$QINT_{c,a,t}$	consumo intermedio bien c actividad a
$QINTA_{a,t}$	agregado insumos intermedios actividad a
$QINV_{c,t}$	inversión bien c
$QM_{c,t}$	importaciones bien c
$QMR_{c,r,t}$	importaciones bien c desde r
$QQ_{c,t}$	demanda doméstica bien compuesto c (M+D)
$QSSOC_{c,t}$	consumo bien c institución seguridad social
$QVA_{a,t}$	valor agregado actividad a
$QX_{c,t}$	oferta doméstica bien compuesto c (E+D)
$REXR_t$	tipo de cambio real
$SHCAPNEW_{f,a,t}$	participación actividad a en nuevo capital $f \in fcap$
$SHIF_{i,f,t}$	participación institución ins en ingreso factor f
$SHISSOC_{i,t}$	participación institución desde ssoc hacia i en ingreso ssoc
$SSOCADJ_t$	factor ajuste consumo ssoc
$SSOCSAV_t$	ahorro institución seguridad social
$SUBQ_{c,ac,t}$	subsidio consumo bien c agente ac
$TA_{a,t}$	tasa impuesto producción actividad a
$TAADJ_t$	factor ajuste TA
$TE_{c,r,t}$	tasa impuesto exportaciones bien c a socio r
$TEADJ_t$	factor ajuste TE
$TF_{f,t}$	tasa impuesto ingreso factor f
$TFACT_{f,a,t}$	tasa impuesto utilización factor f actividad a
$TFACTADJ_t$	factor ajuste TFACT
$TFADJ_t$	factor ajuste TF
$TM_{c,r,t}$	tasa arancel bien c a socio r
$TMADJ_t$	factor ajuste TM
$TQ_{c,t}$	tasa impuesto indirecto bien c
$TQADJ_t$	factor ajuste TPRODUCTS
$TRDALPHA_{a,t}$	productividad endógena actividad a por apertura comercial
$TRDGGDP_t$	foreign trade as share of GDP
$TREV_t$	recaudación tributaria
$TRII_{i,i,t}$	transferencia desde $i \in insdng$ hacia i'
$TRISSOC_{i,t}$	transferencia desde ssoc hacia i



$TV_{c,ac,t}$	tasa impuesto valor agregado
$TVADJ_t$	factor ajuste TVAT
$TY_{i,t}$	tasa impuesto ingreso institución $i \in insdng$
$TYADJ_t$	factor ajuste TY
$UERAT_{f,t}$	tasa desempleo factor f -- observada se asigna a flabfor
$WALRAS_t$	=0 en equilibrio
$WCAPAVG_{f,t}$	precio promedio alquiler capital $f \in fcap$
$WF_{f,t}$	precio factor f
$WFDIST_{f,a,t}$	factor distorsión precio factor f actividad a
$WFREAL_{f,t}$	salario real factor f
$WFREALMIN_{f,t}$	salario real mínimo factor f
$YF_{f,t}$	ingreso factor f
$YG_t$	ingreso gobierno
$YI_{i,t}$	ingreso institución $i \in insdng$
$YIF_{i,f,t}$	ingreso factorial institución i
$YSSOC_t$	ingreso institución seguridad social
$ZETA_{f,t}$	distorsión institucional factor f para regla cierre keynesiana

Como puede observarse, respecto del MACEPES original, se agregó el subíndice r a los impuestos sobre exportaciones e importaciones, al mismo tiempo que los precios mundiales que recibe el país doméstico ahora se identifican por país de destino u origen según se trate de exportaciones e importaciones, respectivamente.

Así, las variables endógenas PWE y PWM son reemplazadas por PWER y PWMR, respectivamente.

### Ecuaciones

#### Función de producción

Nivel 1. En este apartado se describe la función de producción de cada una de las actividades identificadas en el modelo. En primer lugar, tanto el valor agregado como así también los insumos intermedios son una pro-

porción fija del producto (ver ecuaciones (FP1) y (FP2), respectivamente). Es decir, se utiliza una función de producción tipo Leontief para combinar valor agregado e insumos intermedios. La ecuación (FP3) establece la igualdad entre ingreso y costo de cada actividad; de esta ecuación se obtiene, implícitamente, el precio del valor agregado  $PVA_{a,t}$ . Como veremos, las demás variables que aparecen en la ecuación (FP3) se determinan en otras ecuaciones del modelo. La ecuación (FP4) calcula el precio del agregado de insumos intermedios como el promedio ponderado del precio de cada uno de los bienes y servicios que se demandan como insumos intermedios. El coeficiente  $ica_{c,a}$  indica la cantidad del bien c que se emplea en la actividad a por unidad de  $QINTA_{a,t}$ .

$$QVA_{a,t} = iva_a QA_{a,t} \quad (FP1)$$

$$QINTA_{a,t} = inta_a QA_{a,t} \quad (FP2)$$

$$PA_{a,t} (1 - TA_{a,t}) QA_{a,t} = PVA_{a,t} QVA_{a,t} + PINTA_{a,t} QINTA_{a,t} \quad (FP3)$$

$$PINTA_{a,t} = \sum PQD_{c,a,t} ica_{c,a} \quad (FP4)$$

Nivel 2. En segundo lugar, se determina la composición del valor agregado y del agregado de insumos intermedios. Las ecuaciones (FP5) y (FP6) son las condiciones de primer orden del problema de optimización que resuelven las firmas. Como se observa, la tecnología de producción de valor agregado es de tipo CES (elasticidad de sustitución constante). La variable  $ZETA_{f,t}$  se hace endógena para implementar una regla de cierre macroeconómico keynesiana con nivel empleo endógeno y salario real exógeno (ver más abajo). La ecuación (FP7) se utiliza cuando la remuneración al capital (físico) se calcula de forma residual, restando del valor agregado la remuneración a los demás factores productivos. La remuneración al factor f que paga la actividad a se calcula como  $WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t}$ . En consecuencia, la remuneración que recibe cada factor f puede diferir entre actividades<sup>1</sup>. Los insumos intermedios se combinan empleando una

1 El valor de  $WFDIST(f,a)$  puede computarse si, además de la SAM, se cuenta con información

tecnología Leontief o de coeficientes fijos (ver ecuación (FP8)). Así, los insumos intermedios son una proporción fija del agregado de insumos intermedios que, a su vez, es una proporción fija del producto.

$$QVA_{a,t} = ALPHAVA_{a,t} \left( \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a,t}^{-\rho va_a} \right)^{-\left(\frac{1}{\rho va_a}\right)} \quad (FP5)$$

$$QF_{f,a,t} = \left[ \frac{PVA_{a,t}}{WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} (1 + TFACT_{f,a,t} + CSSOC_{f,a,t})} \right]^{\sigma va_a} (\delta_{f,a}^{va})^{va_a} (ALPHAVA_{a,t})^{va_a-1} QVA_{a,t} ZETA_{f,t} \quad (FP6)$$

$f \in fncap$

$$WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} (1 + TFACT_{f,a,t} + CSSOC_{f,a,t}) QF_{f,a,t} = PVA_{a,t} QVA_{a,t} - \sum_{f \in fncap} WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} (1 + TFACT_{f,a,t} + CSSOC_{f,a,t}) QF_{f,a,t} \quad (FP7)$$

$f \in fcap$

$$QINT_{c,a,t} = ica_{c,a} QINTA_{a,t} \quad (FP8)$$

Finalmente, es necesario transformar la producción de cada actividad en producción de bienes y servicios; para ello, se emplea una tecnología de coeficientes fijos (ver ecuación (FP9)). El parámetro  $\theta_{a,c}$  mide la producción de bien o servicio c por unidad de actividad a. El precio de cada actividad es un promedio ponderado de los precios de los bienes y servicios que produce (ecuación (FP10)).

acerca de la cantidad de factor f empleado por cada actividad a. Por ejemplo, cantidad de trabajadores en cada sector productivo.

$$QX_{c,t} = \sum_a \theta_{a,c} QA_{a,t} \quad (FP9)$$

$$PA_{a,t} = \sum_c \theta_{a,c} PX_{c,t} \quad (FP10)$$

### Precios Comercio Internacional

Las ecuaciones (PW1) y (PW2) calculan los precios domésticos (i.e., en Ecuador) de importaciones y exportaciones bilaterales, respectivamente. En el MACEPES extendido, tanto los precios mundiales como los impuestos al comercio son bilaterales. Las tasas arancelarias  $TM_{c,r,t}$  pueden emplearse para simular escenarios de liberalización comercial bilateral; en particular, una reducción de  $TM_{c,r,t}$  permite simular una reducción en la tasa arancelaria que Ecuador aplica a las importaciones de bien c desde el socio comercial r en el período t. Por su parte, cambios en las tasas arancelarias de los socios comerciales pueden simularse como se explica más abajo.

$$PMR_{c,r,t} = (1 + TM_{c,r,t}) EXR_t \cdot PWMR_{c,r,t} \quad (PW1)$$

$$PER_{c,r,t} = (1 - TE_{c,r,t}) EXR_t \cdot PWER_{c,r,t} \quad (PW2)$$

### Bien Compuesto Consumo

Por el lado del consumo, siguiendo el supuesto de Armington (1969), se asume que los bienes se diferencian según el país de origen. Así, es posible modelar el comercio en dos direcciones (i.e., el mismo bien se exporta e importa de manera simultánea). El modelado se realiza en dos etapas. En la primera, se elige la composición doméstico versus importado del consumo. En la segunda, se elige la composición de las importaciones por país de origen. En ambos casos, se utilizan funciones de tipo de CES.

La ecuación (IM1) agrega importaciones  $QM_{c,t}$  y bienes domésticos  $QD_{c,t}$  para “producir” el bien Armington  $QQ_{c,t}$ <sup>2</sup>. Como veremos, el bien importado es, a su vez, un agregado de las importaciones desde los distintos socios comerciales identificados en el modelo. La ecuación (IM2) es la condición de tangencia que determina la composición doméstico/importado óptima. El precio de oferta del bien Armington  $QQ_{c,t}$  se calcula como un promedio ponderado del precio de las variedades doméstica e importada del bien c (ver ecuación (IM3)). El grado en que los precios mundiales se transmiten a los precios domésticos es función de (1) la participación de las importaciones en el consumo total y (2) la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados. Para los bienes que sólo se demandan domésticamente o sólo se importan, la ecuación (IM1) se reemplaza por la (IM1’) al mismo tiempo que la ecuación (IM2) queda excluida del modelo.

$$QQ_{c,t} = \phi q_c \left( \delta q_c^M QM_{c,t}^{-\rho q_c} + \delta q_c^D QD_{c,t}^{-\rho q_c} \right)^{\frac{1}{\rho q_c}} \quad (IM1)$$

$$QQ_{c,t} = QM_{c,t} + QD_{c,t} \quad (IM1')$$

$$\frac{QM_{c,t}}{QD_{c,t}} = \left( \frac{PD_{c,t} \delta q_c^M}{PM_{c,t} \delta q_c^D} \right)^{\frac{1}{1+\rho q_c}} \quad (IM2)$$

$$PQS_{c,t} QQ_{c,t} = PD_{c,t} QD_{c,t} + PM_{c,t} QM_{c,t} \quad (IM3)$$

La ecuación (IM4) define el precio de demanda del bien Armington  $QQ_{c,t}$ . El impuesto a las ventas recae sobre todos los agentes que demandan el bien c con tasa  $TQ_{c,t}$ . En cambio, la tasa del impuesto al valor agregado ( $TV_{c,ac,t}$ ) puede diferir entre agentes económicos; en particular, suele ser cero para el consumo intermedio cuando el IVA se modela como un impuesto sobre el consumo final. En el caso de Ecuador, el COU registra

2 La elasticidad de sustitución entre compras domésticas e importaciones es  $\alpha q_c = 1(\rho q_c - 1)$ .

un subsidio al consumo de “Aceites refinados de petróleo y de otros productos”. En el modelo, dicho subsidio aparece con tasa  $SUBQ_{c,ac,t}$ .

$$PQD_{c,ac,t} = PQS_{c,t} \left( 1 + TQ_{c,t} + TV_{c,ac,t} - SUBQ_{c,ac,t} \right) \quad (IM4)$$

$ac = a, h, gov, s - i, dstk$

Demanda importaciones de bien c desde país r.- Las ecuaciones (IM5) y (IM6) se utilizan para modelar la posibilidad de importar el bien c desde los distintos países r incluidos en el modelo. De la ecuación (IM5) se obtienen las importaciones bilaterales. De la ecuación (IM6) surge el precio  $PM_{c,t}$  del total importado de bien c,  $QM_{c,t}$ . La ecuación (IM5) surge del problema de optimización que resuelven los importadores de bien c, para determinar el origen de sus importaciones (ver Apéndice).

$$QMR_{c,r,t} = \left( \frac{PM_{c,t}}{PMR_{c,r,t}} \right)^{\alpha q_r c} \left( \delta q_{c,r}^{MR} \right)^{\rho q_r c} QM_{c,t} \left( \phi q_r c \right)^{\alpha q_r c - 1} \quad (IM5)$$

$$PM_{c,t} QM_{c,t} = \sum_r PMR_{c,r,t} QMR_{c,r,t} \quad (IM6)$$

#### Bien Compuesto Producción

La producción de cada bien o servicio puede destinarse al mercado doméstico o exportarse al resto del mundo. A su vez, las exportaciones se desagregan en las que se dirigen a cada uno de los socios comerciales identificados en el modelo. Así, se trata de una formulación simétrica a la utilizada por el lado del consumo. En ambos casos (i.e., ventas domésticas versus exportaciones y exportaciones hacia distinto destino) se utilizan funciones de tipo CET (elasticidad de transformación constante).

La ecuación (EX1) es la función que agrega ventas domésticas y exportaciones. El parámetro  $\rho t_c$  se relaciona con la elasticidad de transforma-

ción entre ambos destinos para la producción doméstica<sup>3</sup>. La ecuación (EX2) surge de las CPO de la maximización de beneficios del productor. La ecuación (EX3) es la condición de beneficios nulos para el productor del bien c. De ella se obtiene el precio  $PX_{c,t}$ . Para los bienes que sólo se venden domésticamente o sólo se exportan, la ecuación (EX1) se reemplaza por la (EX1') al mismo tiempo que la ecuación (EX2) no forma parte del modelo.

$$QX_{c,t} = \phi t_c \left( \delta t_c^E QE_{c,t}^{\rho t} + \delta t_c^D QD_{c,t}^{\rho t} \right)^{\frac{1}{\rho t}} \quad (EX1)$$

$$QX_{c,t} = QE_{c,t} + QD_{c,t} \quad (EX1')$$

$$\frac{QE_{c,t}}{QD_{c,t}} = \left( \frac{PE_{c,t}}{PD_{c,t}} \frac{\delta t_c^D}{\delta t_c^E} \right)^{\frac{1}{\rho t - 1}} \quad (EX2)$$

$$PX_{c,t} QX_{c,t} = PD_{c,t} QD_{c,t} + PE_{c,t} QE_{c,t} \quad (EX3)$$

Oferta exportaciones de bien c hacia país r.- Las ecuaciones (EX4) y (EX5) se emplean para modelar la posibilidad de exportar el bien c hacia los distintos países r identificados en el modelo. De la ecuación (EX4) se obtienen las exportaciones bilaterales. De la ecuación (EX5) surge el precio  $PE_{c,t}$  del total exportado de bien c,  $QE_{c,t}$ . La ecuación (EX4) surge del problema de optimización que resuelven los exportadores de bien c para determinar el destino de sus exportaciones (ver Apéndice).

$$QER_{c,r,t} = \left( \frac{PER_{c,r,t}}{PE_{c,t}} \right)^{\alpha r_c} \left( \delta t_{c,r}^{ER} \right)^{\alpha r_c} QE_{c,t} \left( \phi t_r \right)^{(1 + \alpha r_c)} \quad (EX4)$$

$$PE_{c,t} QE_{c,t} = \sum_r PER_{c,r,t} QER_{c,r,t} \quad (EX5)$$

3 La elasticidad de transformación entre ventas domésticas y exportaciones es  $\alpha r_c = 1 (\rho t_c + 1)$ .

Función demanda de exportaciones país doméstico.- El MACEPES extendido permite al analista seleccionar destinos donde las exportaciones del país doméstico de bienes determinados enfrentan una función de demanda con elasticidad-precios inferior a infinito. En general, esta función se aplicará a todos los socios comerciales. En nuestro caso, esta posibilidad es relevante para simular cualquier acuerdo de libre comercio (e.g., Ecuador-UE). La implementación de esta característica requiere agregar al MACEPES la ecuación (EDEM1), donde el “mapping”  $mapcred(c,r)$  identifica bienes c y destinos r donde el país doméstico enfrenta una función de demanda por sus exportaciones – o función de demanda de importaciones del socio comercial.

$$QER_{c,r,t} = \overline{qer}_{c,r,t} \left( \frac{P^*_{c,r,t}}{pwser_{c,r,t}} \right)^{-\eta_{c,r}} \quad (c,r) \in mapcred(c,r) \quad (EDEM1)$$

$$P^*_{c,r,t} = PWER_{c,r,t} (1 + t^*_{c,r,t}) \quad (c,r) \in mapcred(c,r) \quad (EDEM2)$$

donde  $\overline{qer}_{c,r,t}$  es – inicialmente – el valor obtenido de la SAM para las exportaciones de bien c hacia el país r,  $pwser_{c,r,t}$  es el precio mundial de los sustitutos de las exportaciones de bien c hacia el país r<sup>4</sup>,  $\eta_{c,r}$  es la elasticidad-precio de la demanda de exportaciones de bien c hacia el país r, y  $P^*_{c,r,t}$  es el precio CIF del bien c que enfrentan los importadores del país r – ver definición en ecuación (EDEM2).

Por lo tanto, se agregan al modelo original 2(c + r) ecuaciones al mismo tiempo que se hacen endógenos (a) el precio que recibe el país doméstico por sus exportaciones de bien c hacia el país r (PWER), y (b) el precio que CIF del bien c que enfrentan los importadores del país r (P\*). Con estas modificaciones es posible simular (1) cambios exógenos en los aranceles que imponen los socios comerciales a las importaciones que realizan desde el país doméstico - mediante reducciones de  $t^*$ , y (2) cambios exógenos de la demanda de exportaciones del país doméstico -

4 Por ejemplo, podría tratarse de las bananas de Costa Rica que compiten con las ecuatorianas en el mercado de la UE.

mediante aumentos de  $\overline{qer}_{c,t}$ . Adicionalmente, un incremento de  $pwser_{c,r,t}$  también haría, *ceteris paribus*, incrementar la demanda de exportaciones del país doméstico. Cabe resaltar que, se espera, una reducción de  $\tau^*$  haga caer  $P^*$  al mismo tiempo que incremente  $PWER$ ; la magnitud de dichas variaciones dependerá del valor que tomen las elasticidades de oferta de exportaciones del país doméstico y demanda de importaciones del socio comercial.

De lo anterior se deriva la importancia de las elasticidades relacionadas con el comercio para determinar los resultados de cualquier simulación de liberalización comercial que se realice con el MACEPES.

### Instituciones domésticas diferentes del Gobierno

El ingreso total de cada factor productivo  $f$  se calcula como la suma de dos componentes: la remuneración factorial por parte de las actividades, y las transferencias que recibe desde el resto del mundo (ver ecuación (H1)). Como se mencionó, la remuneración que paga la actividad  $a$  al factor  $f$  se calcula como el producto entre  $WF_{f,t}$  (i.e., el salario promedio del factor) y  $WFDIST_{f,a,t}$ , un factor de “distorsión” que mide el desvío del salario que paga la actividad  $a$  respecto del salario promedio del factor  $f$ . Como veremos, esta forma de computar la remuneración factorial que paga cada actividad permite implementar con relativa facilidad supuestos alternativos acerca de la movilidad factorial entre sectores productivos.

La ecuación (H2) calcula la participación de cada institución en la dotación total de cada factor productivo. En la ecuación (H3) se computa el ingreso factorial, neto de impuestos, que reciben las distintas instituciones identificadas en el modelo. El ingreso de la institución  $i$  (con  $i \in insdng$ ) surge de sumar tres componentes: (1) ingresos factoriales netos de las contribuciones a la seguridad social que recaen sobre las instituciones, (2) transferencias desde otras instituciones, y (3) subsidio al desempleo (ver ecuación (H4)). Las transferencias, a su vez, las recibe desde el Gobierno, el resto del mundo, otras instituciones domésticas no gubernamentales, y la institución que puede emplearse para modelar la seguridad social. Por su parte, el subsidio al desempleo es función de la dotación del factor subsi-

diado que posee cada institución. Las transferencias que realizan las instituciones domésticas diferentes del gobierno (e.g., hogares, empresas, ong) se computan como un porcentaje de su ingreso neto de impuestos directos y ahorro (ver ecuación (H5)).

$$YF_{f,t} = \sum_a WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} QF_{f,a,t} + transfr_{f,row,t} EXR_t \quad (H1)$$

$$SHIF_{i,f,t} = \frac{QFINS_{i,f,t}}{\sum_i QFINS_{i,f,t}} \quad (H2)$$

$$YIF_{i,f,t} = SHIF_{i,f,t} (1 - TF_{f,t}) YF_{f,t} \quad (H3)$$

$$YI_{i,t} = \sum_f YIF_{i,f,t} (1 - CSSOC_{f,t}) + transfr_{i,gov,t} CPI_t + transfr_{i,row,t} EXR_t + \sum_{i' \in insdng} TRII_{ii't} + TRISSOC_{i,t} \quad i' \in insdng \quad (H4)$$

$$+ \sum_{j \in juendog} \left( \frac{QFINS_{i,f,t}}{\sum_{i' \in insdng} QFINS_{i',f,t}} TRUESUB_{f,t} \right) TRII_{i,t} = shii_{i,t} [(1 - TY_{i,t}) YI_{i,t} - INSSAV_{i,t}] \quad i' \in insdng \quad (H5)$$

Ahorro.- El ahorro de las instituciones domésticas no gubernamentales es una función lineal del ingreso (ver ecuación (H6)). El parámetro  $sh0_i$  es la ordenada al origen al tiempo que la propensión marginal a ahorrar  $MPS_{i,t}$  es la pendiente. En la versión original del MACEPES, la tasa de ahorro de las instituciones domésticas no gubernamentales era una proporción fija del ingreso. Por lo tanto, si la tasa de ahorro inicial era negativa, un incremento del ingreso generaba una caída del ahorro, un comportamiento no del todo razonable. Por su parte, la propensión marginal a ahorrar de las instituciones domésticas diferentes del gobierno se calcula en la ecuación (H7). En la calibración,  $MPSADJ_t$  es igual a la uni-

dad. Como veremos, la variable  $MPSADJ_t$  es endógena o exógena dependiendo de la regla de cierre macroeconómico que se utilice.

$$INSSAV_{i,t} = CPI_t sh0_i + MPS_{i,t} (1 - TY_{i,t}) YI_{i,t} \quad i \in insdng \quad (H6)$$

$$MPS_{i,t} = \overline{mps}_i MPSADJ_t \quad i \in insdng \quad (H7)$$

Hogares.- El gasto en consumo de los hogares se calcula como el ingreso neto de las transferencias que realiza a otras instituciones, los impuestos directos que enfrentan, y el ahorro (H8). Los hogares deciden cuánto consumir de cada bien según una función de utilidad de tipo Stone-Geary; así la ecuación (H9) – que surge de las CPO del problema de optimización que resuelven los hogares– representa un sistema de gasto lineal. Nótese que los hogares son la única institución doméstica diferente del gobierno que consume bienes.

$$EH_{h,t} = \left(1 - \sum_i shii_{i,h}\right) \left[ (1 - TY_{i,t}) YI_{i,t} - INSSAV_{h,t} \right] \quad (H8)$$

$$PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} = PQD_{c,h,t} \gamma_{c,h,t} + \beta_{c,h} \left( EH_{h,t} - \sum_{c'} PQD_{c,h,t} \gamma_{c',h,t} \right) \quad (H9)$$

#### Inversión por origen

En la ecuación (INV1) se computa el consumo de bien c con destino inversión. Como puede observarse, la formulación utilizada asume que la composición por tipo de bien de la inversión se mantiene constante en los valores iniciales. Es decir, ante un aumento de la inversión, la demanda para inversión de todos los bienes se incrementa en igual proporción. En esta versión del modelo, no se realiza una diferenciación explícita entre inversión pública y privada.

$$QINV_{c,t} = \overline{qinv}_c IADJ_t \quad (INV1)$$

#### Gobierno

La ecuación (G1) calcula el consumo del gobierno de bien c en el período t. La variable  $QGGRW_{c,t}$  puede utilizarse para endogenizar la tasa de crecimiento del consumo público de cada bien c. Por su parte, el parámetro  $qggrw_{c,t}$  puede utilizarse para imponer una determinada tasa de crecimiento al consumo público de cada bien c. Inicialmente, la variable  $GADJ_t$  es igual a la unidad; es endógena bajo ciertas reglas de cierre macroeconómico.

$$QG_{c,t} = \left(1 + \overline{qggrw}_{c,t} GADJ_t + QGGRW_{c,t}\right) QG_{c,t-1} \quad (G1)$$

Las ecuaciones (G2)-(G9) computan las tasas impositivas como el producto entre la tasa impositiva inicial –es decir, la que surge de la SAM como el cociente entre recaudación y base imponible– y un factor de ajuste; esta formulación brinda gran flexibilidad para la simulación de escenarios contrafácticos. Inicialmente, todos los factores de ajuste son iguales a la unidad. Los parámetros con nombre finalizado en 01 se utilizan para determinar cuáles tasas impositivas pueden modificarse de manera endógena.

$$TA_{a,t} = \overline{ta}_{a,t} \left(1 + TAADJ_t ta01_{a,t}\right) \quad (G2)$$

$$TV_{c,t} = \overline{tv}_{c,t} \left(1 + TVADJ_t tv01_{a,t}\right) \quad (G3)$$

$$TQ_{c,t} = \overline{tq}_{c,t} \left(1 + TQADJ_t tq01_{c,t}\right) \quad (G4)$$

$$TY_{i,t} = \overline{ty}_{i,t} \left(1 + TYADJ_t ty01_{i,t}\right) \quad i \in insdng \quad (G5)$$

$$TE_{c,t} = \overline{te}_{c,t} \left(1 + TEADJ_t te01_{c,t}\right) \quad (G6)$$

$$TM_{c,r,t} = \overline{tm}_{c,r,t} \left(1 + TMADJ_t tm01_{c,t}\right) \quad (G7)$$



$$TF_{f,t} = \overline{tf}_{c,t} (1 + TFADJ_{t,tf} 01_{c,t}) \quad (G8)$$

$$TFACT_{f,a,t} = \overline{tfact}_{f,a,t} (1 + TFACTADJ_{t,tfact} 01_{f,a,t}) \quad (G9)$$

La ecuación (G10) computa la recaudación tributaria (neta) total. La ecuación (G11) computa el ingreso del Gobierno a partir de las siguientes cuatro fuentes: (1) recaudación tributaria, (2) transferencias que recibe desde el resto del mundo, (3) transferencias que recibe desde las demás instituciones domésticas, y (4) ingreso factorial – en el caso de Ecuador, se trata de ingresos petroleros. Nótese que las transferencias desde el resto del mundo se multiplican por el “tipo de cambio” para expresarlas en moneda doméstica. El costo total del subsidio al desempleo se calcula en la ecuación (G12); es el producto de la tasa de reemplazo (i.e., la porción del salario que cubre el subsidio) y la mano de obra desempleada. El Gobierno utiliza su ingreso para comprar bienes y hacer transferencias (ver ecuación (G13)). A su vez, las transferencias van desde el Gobierno hacia los hogares, la institución de la seguridad social, y los trabajadores desempleados. El ahorro corriente del Gobierno se computa en la ecuación (G14).

$$\begin{aligned} TREV_t = & \sum_{i \in \text{insdng}} TY_{i,t} YI_{i,t} + \sum_f TF_{f,t} YF_{f,t} + \sum_c TQ_{c,t} PQS_{c,t} QQ_{c,t} \\ & + \sum_{c,a,t} (TV_{c,a,t} - SUBQ_{c,a,t}) PQS_{c,t} QINT_{c,a,t} \\ & + \sum_{c,h,t} (TV_{c,h,t} - SUBQ_{c,h,t}) PQS_{c,t} QH_{c,h,t} \\ & + \sum_c (TV_{c,jnssoc,t} - SUBQ_{c,jnssoc,t}) PQS_{c,t} QG_{c,t} \\ & + \sum_c (TV_{c,gov,t} - SUBQ_{c,gov,t}) PQS_{c,t} QG_{c,t} \\ & + \sum_c (TV_{c,s-i,t} - SUBQ_{c,s-i,t}) PQS_{c,t} QINV_{c,t} \\ & + \sum_c (TV_{c,dstk,t} - SUBQ_{c,dstk,t}) PQS_{c,t} qdst_{c,t} \\ & + \sum_{c,r,t} TM_{c,r,t} EXR_t PWMR_{c,r,t} QMR_{c,r,t} + \sum_c TE_{c,r,t} EXR_t PWER_{c,r,t} QER_{c,r,t} \end{aligned}$$

$$+ \sum_a TA_{a,t} PA_{a,t} QA_{a,t} + \sum_{j,a} TFACT_{f,a,t} WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} QF_{f,a,t} \quad (G10)$$

$$YG_t = \quad (G11)$$

$$TREV_t + EXR_t \text{trnsfr}_{gov,row,t} + \sum_{i \in \text{insdng}} TRII_{gov,i,t} + \sum_f YIF_{gov,f,t} + TRISSOC_{gov,t}$$

$$TRUESUB_{f,t} = \text{uesubreprat}_{f,t} WF_{f,t} \sum_{i \in \text{insdng}} QFINS_{i,f,t} UERAT_{f,t} \quad (G12)$$

$$EG_t = \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_{i \in \text{insdng}} \text{trnsfr}_{i,gov,t} CPI_t + \text{trnsfr}_{row,gov,t} EXR_t \quad (G13)$$

$$+ \text{trnsfr}_{consoc,gov,t} CPI_t + \text{trnsfr}_{inssoc,gov,t} CPI_t + \sum_f TRUESUB_{f,t}$$

$$GSAV_t = YG_t - EG_t \quad (G14)$$

### Seguridad social

Las ecuaciones en este bloque forman parte del modelo sólo cuando la SAM identifica a la institución que administra la seguridad social. Así, en la aplicación del MACEPES al estudio del acuerdo Ecuador-UE, no se utilizan. La ecuación (SSOC1) define la tasa de las contribuciones a la seguridad social; la formulación es similar a la utilizada para las tasas impositivas. La ecuación (SSOC2) define el ingreso de la institución que administra la seguridad social. La ecuación (SSOC3) determina el consumo corriente de bienes y servicios por parte de la institución que administra la seguridad social. La ecuación (SSOC4) define las transferencias que la SSOC realiza a las demás instituciones del modelo; son un porcentaje fijo de su ingreso. El gasto corriente de la SSOC se define en la ecuación (SSOC5). La ecuación (SSOC6) calcula el ahorro de la SSOC como la diferencia entre sus ingresos y gastos corrientes.

$$CSSOC_{f,ac,t} = \overline{cssoc}_{f,ac,t} (1 + CSSOCADJ_t) \quad (SSOC1)$$

$$YSSOC_t = \sum_{i \in \text{insdng}} TRII_{\text{inssoc},i,t} + \text{trnsfr}_{\text{inssoc},row,t} EXR_t + \text{trnsfr}_{\text{inssoc},gov,t} CPI_t$$

$$+ \sum_{f,a} CSSOC_{f,a,t} WF_{f,t} WFDIST_{f,a,t} QF_{f,a,t} + \text{trnsfr}_{\text{consoc},gov,t} CPI_t \quad (\text{SSOC2})$$

$$+ \sum_{f,i \in \text{insdng}} CSSOC_{f,i,t} YIF_{i,f,t}$$

$$QSSOC_{c,t} = (1 + q\text{ssocgrw}_{c,t} \text{SSOCADJ}_t) QSSOC_{c,t-1} \quad (\text{SSOC3})$$

$$TRISSOC_{i,t} = SHISSOC_{i,t} YSSOC_t \quad (\text{SSOC4})$$

$$ESSOC_{i,t} = PQD_{c,\text{inssoc},t} QSSOC_{c,t} + \sum_f TRISSOC_{i,t} \quad (\text{SSOC5})$$

$$SSOCSAV_t = YSSOC_t - ESSOC_t \quad (\text{SSOC6})$$

Condiciones de equilibrio

Mercados factoriales.- La oferta total de cada factor productivo se calcula a partir de sumar las dotaciones institucionales (ver ecuación (E1)). La ecuación (E2) es la condición de equilibrio entre oferta y demanda de los factores tierra y recursos naturales. Además, la ecuación (E2) se aplica a los mercados laborales cuando no se diferencia entre los segmentos formal e informal del mercado laboral. Como veremos, la oferta de cada factor puede ser endógena o exógena dependiendo de la regla de cierre macroeconómico.

$$QFS_{f,t} = \sum_i QFINS_{i,f,t} \quad (\text{E1})$$

$$QFS_{f,t} (1 - UERAT_{f,t}) = \sum_a QF_{f,a,t} \quad \begin{matrix} f \in \text{fnlab} \\ f \in \text{flab2} \\ f \notin \text{fcap} \end{matrix} \quad (\text{E2})$$

Como se discutió, el MACEPES permite diferenciar los segmentos formal e informal del mercado laboral. A su vez, tal diferenciación puede rea-

lizarse para cada categoría de trabajo (por ejemplo, calificados y no calificados). Las siguientes dos ecuaciones sólo forman parte del modelo cuando se diferencian los segmentos formal e informal del mercado laboral. La ecuación (E3) es la condición de equilibrio en el segmento formal del mercado laboral. Como se observa, la porción  $QFMIG_{f,t}$  de trabajadores formales decide migrar al segmento informal en busca de empleo. La ecuación (E4) es la condición de equilibrio en el segmento informal del mercado laboral. La migración formal-informal se describe más abajo.

$$(QFS_{f,t} - QFMIG_{f,t})(1 - UERAT_{f,t}) = \sum_a QF_{f,a,t} \quad f \in \text{flabfor} \quad (\text{E3})$$

$$QFS_{f,t} + QFMIG_{\text{flabfor},t} = \sum_a QF_{f,a,t} \quad \begin{matrix} f \in \text{flabinfor} \\ \text{flabfor} \in \text{mforinfor} \end{matrix} \quad (\text{E4})$$

Mercados de bienes.- La ecuación (E5) establece la igualdad entre oferta y demanda del bien compuesto (Armington)  $QQ_{c,t}$ . Como se observa, la oferta de dicho bien se destina a consumo de los hogares, consumo intermedio, inversión (i.e., formación bruta de capital fijo), variación de existencias, consumo del gobierno, y consumo de la institución que administra la seguridad social.

$$\sum_h QH_{c,h,t} + \sum_a QINT_{c,a,t} + QINV_{c,t} + qdst_{c,t} + QG_{c,t} + QSSOC_{c,t} = QQ_{c,t} \quad (\text{E5})$$

Cuenta corriente balanza de pagos.- La ecuación (E6) es la cuenta corriente de la balanza de pagos que se expresa en moneda del resto del mundo; el lado izquierdo (derecho) muestra las entradas (salidas) de divisas. Como se observa, el total de exportaciones e importaciones se obtiene como la suma a través de los bienes c y los socios comerciales r.



$$\begin{aligned} & \sum_{c,r} PWER_{c,r,t} QER_{c,r,t} + \sum_{i \in nsd} trnsfr_{i,row,t} + \sum_j trnsfr_{f,row,t} + FSAV_t = \\ & \sum_{c,r} PWMR_{c,r,t} QMR_{c,r,t} + trnsfr_{row,gov,t} + \sum_j \frac{YIF_{row,f,t}}{EXR_t} + \frac{\sum_{i \in nsdng} TRII_{row,i,t}}{EXR_t} \quad (E6) \\ & + \frac{\sum_{i \in ssoc} TRISSOC_{row,i,t}}{EXR_t} \end{aligned}$$

La ecuación (E7) es la cuenta de capital de la balanza de pagos; desagrega el ahorro del resto del mundo en flujos de capital e inversión extranjera directa. En general, asumiremos que la IED sigue una trayectoria exógena; por ejemplo, que permanece constante en relación al PIB.

$$FSAV_t = KFLOW_t + FDI_t \quad (E7)$$

Equilibrio ahorro-inversión.- La ecuación (E8) establece la igualdad entre ahorro e inversión. Las instituciones que pueden contribuir al ahorro total son cuatro: instituciones domésticas no gubernamentales, el Gobierno, la institución que administra la seguridad social, y el resto del mundo. La variable WALRAS debe ser cero en equilibrio.

$$\begin{aligned} & \sum_c PQD_{c,s-i,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dsik,t} qdst_{c,t} + WALRAS_t = \\ & \sum_{i \in nsdng} INSSAV_{i,t} + GSAV_t + EXR_t FSAV_t + SSOC SAV_t \quad (E8) \end{aligned}$$

### Índices de precios

La ecuación (IP1) calcula el índice de precios al consumidor. El IPC se define como un promedio ponderado de los precios de los bienes compuestos Armington que enfrentan los hogares. La ponderación de cada bien está dada por su participación en el consumo total de las familias. La ecuación (IP2) computa un índice de precios para los bienes producidos domésticamente; se define como un promedio ponderado de los precios

de los bienes producidos por el país doméstico que se venden en el mercado doméstico. La ponderación de cada bien viene dada por su participación en la producción doméstica total.

$$\sum_{c,h} PQD_{c,h,t} cwts_{c,h} = CPI_t \quad (IP1)$$

$$\sum_c PD_{c,t} dwts_c = DPI_t \quad (IP2)$$

### Desempleo

Este bloque de ecuaciones se utiliza para modelar la existencia de desempleo con salario real mínimo (i.e., inflexible a la baja). La ecuación (U1) define el salario real como el cociente entre el salario nominal y el índice de precio al consumidor. La ecuación (U2) asume que el salario mínimo es función del consumo per cápita de los hogares, la tasa de desempleo (ver Blanchflower y Oswald (1994))<sup>5</sup>, el índice de precios al consumidor, y el precio promedio del valor agregado. Las ecuaciones (U3) y (U4) imponen un límite inferior al salario mínimo y a la tasa de desempleo, respectivamente. La ecuación (U5) establece una relación de complementariedad entre el salario real y la tasa de desempleo, que permite modelar las dos situaciones que pueden darse en el mercado del factor con desempleo: (1) el salario real es igual al mínimo y existe desempleo, o (2) el salario real es superior al mínimo y no existe desempleo.

$$WFREAL_{f,t} = \frac{WF_{f,t}}{CPI_t} \quad (U1)$$

5 La ecuación que determina el salario mínimo real se modificó para facilitar la calibración del modelo. En particular, se utiliza la tasa de desempleo como determinante de los salarios, y no la tasa de empleo como en la versión anterior del MACEPES. En consecuencia, puede emplearse la literatura sobre la curva de salarios para dar valor a la elasticidad  $\phi_{wfuerat}$ .

$$WFREALMIN_{f,t} = \overline{wfrealmin}_{f,t} \left( \frac{QHPCREAL_t}{QHPCREAL^0} \right)^{qwfqhf_f} \left( \frac{UERAT_{f,t}}{UERAT_f^0} \right)^{qwfuerat_f} \left( \frac{CPI_t}{CPI^0} \right)^{qwfcpif_f} \left( \frac{PVAAVG_t}{PVAAVG^0} \right)^{qwfpvaf_f} \quad (U2)$$

$$WFREAL_{f,t} \geq WFREALMIN_{f,t} \quad f \in fuendog \quad (U3)$$

$$UERAT_{f,t} \geq ueratmin_f \quad f \in fuendog \quad (U4)$$

$$(WFREAL_{f,t} - WFREALMIN_{f,t})(UERAT_{f,t} - ueratmin_f) = 0 \quad (U5)$$

Migración formal-informal.- La ecuación (U6) se utiliza para modelar la migración formal-informal. Se asume que migración desde el segmento formal al segmento informal del mercado laboral es función del salario esperado -i.e., el salario multiplicado por la probabilidad de encontrar empleo.

$$QFMIG_{f,t} = kmig_f \left[ \frac{WF_{flabfor,t}}{(1 - UERAT_{f,t})WF_{f,t}} \right]^{\psi_f} \quad f \in flabfor \quad (U6)$$

### Cuentas nacionales

La ecuación (CN1) define el Producto Interno Bruto (PIB) a costo de factores; se utiliza en la calibración dinámica del modelo para imponer una tasa de crecimiento al PIB a costo de factores en el escenario de base. La ecuación (CN2) define el PIB nominal a precios de mercado, calculado por el lado de los usos. En la ecuación (CN3) se computa el PIB real a precios de mercados.

$$GDPREALFC_t = \sum_a PVA_a^0 QVA_{a,t} \quad (CN1)$$

$$GDPNOM_t = \sum_{c,h} PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} + \sum_c PQD_{c,s-i,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dstk,t} qdst_{c,t} + \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inssoc,t} QSSOC_{c,t} + \sum_{c,r} PWER_{c,r,t} EXR_t QER_{c,r,t} - \sum_{c,r} PWMR_{c,r,t} EXR_t QMR_{c,r,t} \quad (CN2)$$

$$GDPREAL_t = \sum_{c,h} PQD_c^0 QH_{c,h,t} + \sum_c PQD_{c,s-i}^0 QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dstk}^0 qdst_{c,t} + \sum_c PQD_c^0 QG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inssoc}^0 QSSOC_{c,t} + \sum_{c,r} PWER_{c,r}^0 EXR^0 QER_{c,r,t} - \sum_{c,r} PWMR_{c,r}^0 EXR^0 QMR_{c,r,t} \quad (CN3)$$

Las ecuaciones (CN4) y (CN5) definen el cociente entre el ahorro del Gobierno y del resto del mundo y el PIB a precios de mercado, respectivamente. Como se muestra más abajo, estas ecuaciones pueden utilizarse para imponer ciertas reglas de cierre macroeconómico al modelo. La ecuación (CN6) computa la participación del consumo público de cada bien  $c$  en el PIB; la ecuación (CN7) es similar pero se refiere al consumo total del Gobierno. La ecuación (CN8) mide la participación de la inversión en el PIB.

$$GSAVGDP_t = \frac{GSAV_t}{GDPNOM_t} \quad (CN4)$$

$$FSAVGDP_t = \frac{FSAV_t EXR_t}{GDPNOM_t} \quad (CN5)$$

$$QGGDP_{c,t} = \frac{PQD_{c,gov,t} QG_{c,t}}{GDPNOM_t} \quad (CN6)$$

$$GOVCONGDP_t = \frac{\sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t}}{GDPNOM_t} \quad (CN7)$$

$$INVGDP_t = \frac{\sum_c PQD_{c,s-i,t} QINV_{c,t}}{GDPNOM_t} \quad (CN8)$$

La ecuación (CN9) define la absorción como la suma de tres componentes: (1) el consumo de los hogares, (2) el consumo del Gobierno, y (3) la demanda para inversión. La ecuación (CN10), similar a la ecuación (CN6), calcula la participación del consumo público de bien c en la absorción total. Las ecuaciones (CN11) y (CN12) definen la relación entre inversión y absorción y consumo público y absorción, respectivamente.

$$ABSNO M_t = \sum_{c,h} PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} + \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,insoc,t} QSSOC_{c,t} + \sum_c PQD_{c,s-i,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dstk,t} qdst_{c,t} \quad (CN9)$$

$$QGABS_{c,t} = \frac{PQD_{c,gov,t} QG_{c,t}}{ABSNO M_t} \quad (CN10)$$

$$GOVCONABS_t = \frac{\sum_c PQ_{c,gov,t} QG_{c,t}}{ABSNO M_t} \quad (CN11)$$

$$INVABS_t = \frac{\sum_c PQD_{c,s-i,t} QINV_{c,t}}{ABSNO M_t} \quad (CN12)$$

### Productividad total factores

La ecuación (TFP1) calcula un indicador de apertura comercial (i.e., el cociente entre exportaciones más importaciones y el PIB a precios de mercado). La ecuación (TFP2) establece una relación positiva entre TFP sec-

torial y apertura comercial. El parámetro  $tfptrdwt_{t,t2}$  mide la ponderación del período t2 en la determinación de la TFP del período t. La ecuación (TFP3) computa el parámetro de escala que aparece en la función de producción de valor agregado presentada más arriba (ver ecuación (FP5)).

$$TRDGDP_t = \frac{\sum_{c,r} PWER_{c,r}^0 EXR^0 QER_{c,r,t} + \sum_{c,r} PWMR_{c,r}^0 EXR^0 QMR_{c,r,t}}{GDPREALMP_t} \quad (TFP1)$$

$$TRDALPHAVA_{a,t} = \sum_{t2} \left( tfptrdwt_{t,t2} \frac{TRDGDP_{t2}}{TRDGDP^0} \right)^{tfpelastrd_a} \quad (TFP2)$$

$$ALPHAVA_{a,t} = \phi_{a,t} CALALPHAVA_t TRDALPHAVA_{a,t} \quad (TFP3)$$

### Dinámica

En este apartado, los flujos se miden al final de cada período mientras que los stocks se miden al inicio de cada período. El subíndice fcap se refiere a los diferentes tipos de capital que se identifican en el modelo – usualmente, contiene un único elemento.

Al finalizar cada período, debe decidirse cómo se asigna la inversión entre los diferentes sectores productivos. Es decir, debe determinarse cómo se modifica el stock de capital que cada actividad tiene disponible para utilizar el período siguiente. En nuestro caso, se asume que las actividades con una tasa de retorno al capital superior al promedio reciben una proporción de la inversión (i.e., del nuevo capital) más elevada que su participación en el stock total de capital del período anterior.

La tasa de retorno promedio del capital se calcula en la ecuación (D1); es el cociente entre la remuneración total al capital y el stock de capital total. La participación de cada actividad en el nuevo stock de capital se calcula en la ecuación (D2), de acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior. El parámetro  $\kappa$ , que varía entre cero y uno, mide el grado de movilidad del capital entre sectores productivos. Cuando el parámetro  $\kappa$  es

igual a cero, la inversión se asigna entre sectores de acuerdo a la participación inicial de cada sector en el stock de capital total. Cuando el parámetro  $\kappa$  es positivo, la inversión se asigna entre sectores de acuerdo a las diferencias en las tasas de retorno al capital. El precio de una unidad de bien de capital se calcula en la ecuación (D3); el parámetro  $iccap_c$  mide la cantidad de bien c que se requiere para producir una unidad de nuevo capital. El nuevo capital que recibe cada sector al finalizar el período t se calcula en la ecuación (D4). Luego, ese nuevo capital incrementa el stock de capital sectorial disponible al inicio del período siguiente (ver ecuación (D5)). Por último, las ecuaciones (D6) y (D7) muestran cómo se actualizan los stocks de capital y trabajo, respectivamente.

Como veremos, a fin de endogenizar la oferta laboral se agrega un factor de ajuste en la ecuación (D7). La variable  $QFINSADJ_t$  aumenta (disminuye) cuando aumenta (disminuye) la demanda laboral. Es decir, a diferencia de la versión original, la oferta laboral puede ser una variable endógena al interior de cada período.

$$WCAPAVG_{fcap,t} = \frac{\sum_a QF_{fcap,a} WF_{fcap} WFDIST_{fcap,a}}{\sum_a QF_{fcap,a'}} \quad (D1)$$

$$SHRCAPNEW_{fcap,a,t} = \frac{QF_{fcap,a,t}}{\sum_a QF_{fcap,a',t}} \left[ 1 + \kappa \left( \frac{WF_{fcap,t} WFDIST_{fcap,a,t}}{WCAPAVG_{fcap,t}} - 1 \right) \right] \quad (D2)$$

$$PCAP_{fcap,t} = \sum_c iccap_c PQD_{ct} \quad (D3)$$

$$QCAPNEW_{fcap,at} = SHRCAPNEW_{fcap,a,t} \frac{\sum_c PQD_{ct} QINV_{ct}}{PCAP_{fcap,t}} \quad (D4)$$

$$QF_{fcap,a,t} = QF_{fcap,a,t-1} (1 - deprcap_{fcap}) + QCAPNEW_{fcap,a,t-1} \quad (D5)$$

$$QFINS_{ins,fcap,t} = QFINS_{ins,fcap,t-1} + shif_{ins,fcap,t} \sum_a QCAPNEW_{fcap,a,t-1} \quad (D6)$$

$$QFINS_{i,f,t} = (1 + QFINSADJ_t qfins01_{i,f} + qfacgrwrat_{f,t}) QFINS_{i,f,t-1} \quad f \in fexog \quad (D7)$$

Adicionalmente, la dinámica del modelo requiere la imposición de tasas de crecimiento para la población, el consumo mínimo, y las transferencias capturadas en el parámetro  $trnsfr$ .

### Misceláneos

Tipo de cambio real.- El tipo de cambio real se define como el cociente entre los precios de bienes transables y no transables (ecuación (MIS1)). Las ecuaciones (MIS2) y (MIS3) calculan el consumo per cápita de los hogares y el precio promedio del valor agregado, respectivamente. La ecuación (MIS4) calcula el consumo público per cápita de cada bien c.

$$REXR_t = \frac{EXR_t}{DPI_t} \quad (MIS1)$$

$$QHPCREAL_t = \frac{\sum_{c,h} PQD_{c,h}^0 QH_{c,h,t}}{pop_t} \quad (MIS2)$$

$$PVAAVG_t = \frac{\sum_a PVA_{a,t} QVA_{a,t}}{\sum_a QVA_{a,t}} \quad (MIS3)$$

$$QGPCREAL_{c,t} = \frac{\sum_{c,h} PQD_{c,gov}^0 QG_{c,t}}{pop_t} \quad (MIS4)$$

### Reglas de cierre macroeconómico

Como puede verificarse, el número de variables supera al número de ecuaciones. En consecuencia, algunas variables del modelo deben tratarse como exógenas. Dependiendo de las variables que se eligen para hacer

exógenas (i.e., fijar) se obtiene un comportamiento macroeconómico diferente. En particular, debe seleccionarse la forma en que se equilibran los mercados de factores, el Gobierno, el sector externo de la economía, y el ahorro-inversión. En lo que sigue se discuten algunas alternativas.

- Mercados factoriales.- Los factores productivos pueden ser (1) móviles entre sectores, o (2) específicos de cada actividad productivos. En el primer caso, además, puede asumirse pleno empleo o desempleo generado por algún tipo de rigidez salarial. En términos de la implementación en el MACEPES, la opción (1) requiere asumir que QF es endógena al tiempo que WFDIST es exógena. Por su parte, la opción (2) requiere asumir que QF es exógena al tiempo que WFDIST es endógena; así, la remuneración al factor específico puede variar entre sectores productivos.
- Gobierno.- Para el Gobierno se ofrecen tres alternativas para equilibrar el presupuesto de éste: (1) ahorro (i.e., déficit), (2) cambios en el consumo público de bienes, y (3) ajustes en las tasas de algún impuesto. Así, uno de esos tres componentes del presupuesto público es endógeno al tiempo que los otros dos siguen trayectorias que se imponen de manera exógena.
- Sector externo.- Para el sector externo se ofrecen dos mecanismos para igualar entradas y salidas de divisas: (1) el ahorro del resto del mundo, y (2) el tipo de cambio real. Así, una de dichas variables es endógena al tiempo que la otra sigue una trayectoria exógena o regla de comportamiento determinada.
- Ahorro-inversión.- En este caso, se contemplan tres alternativas para igualar el ahorro y la inversión: (1) la inversión real es exógena al tiempo que las propensiones marginales a ahorrar de las instituciones domésticas diferentes del Gobierno se ajustan de manera endógena (i.e., *investment-driven*), (2) la inversión real es endógena al tiempo que las propensiones marginales a ahorrar de las instituciones domésticas diferentes del Gobierno son exógenas (i.e., *savings-driven*), y (3)

tanto la inversión como las propensiones marginales a ahorrar son exógenas al tiempo que el nivel de empleo ajusta para igualar ahorro e inversión, en este caso, se trata de una regla de cierre de corte netamente keynesiano.

### Bibliografía

- Blanchflower, David G. y Andrew J. Oswald (1994). *The Wage Curve*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cicowiez, Martín y Marco V. Sánchez-Cantillo (2010). *Efectividad y viabilidad de la política pública frente a los choques externos: un análisis de simulaciones*. CEPAL-México y UN-DESA.
- Ponce, Juan, José Antonio Sánchez y Sebastián Burgos (2010). “Implicaciones de la política macroeconómica, los choques externos y los sistemas de protección social en la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad. El caso del Ecuador, 1990-2006”. Colección Documentos de Proyectos CEPAL.

### Apéndice B

#### Elasticidades empleadas para la calibración del MACEPES+

Sector	sigmaq	sigmat	sigma-va	elas-gasto
Banano, café y cacao	1,349	1,619	0,240	0,705
Flores	1,349	1,619	0,240	0,705
Otros productos agrícolas	1,349	1,619	0,240	0,705
Petróleo y gas	1,349	1,619	0,200	1,231
Minería	1,349	1,619	0,200	1,447
Pescado	1,319	1,583	0,823	0,705
Café	1,319	1,583	1,120	0,705
Otros alimentos procesados	1,319	1,583	1,120	0,705
Bebidas	1,319	1,583	1,120	0,705
Textiles	0,830	0,996	1,260	0,920
Cuero	0,830	0,996	1,260	0,920
Refinación de petróleo	0,660	0,792	1,260	1,231
Química	0,660	0,792	1,260	1,447
Caucho y plástico	0,660	0,792	1,260	1,447
Productos minerales no metálicos	0,660	0,792	1,260	1,447
Metalmecánica	0,660	0,792	1,260	1,447
Maquinaria y equipo	0,660	0,792	1,260	1,447
Vehículos	0,660	0,792	1,260	1,447
Otras manufacturas	1,692	2,030	1,260	1,447
Electricidad, gas y agua	0,825	0,990	1,260	1,227
Construcción	0,825	0,990	1,680	1,447
Comercio	0,825	0,990	1,680	1,447
Hoteles y restaurantes	0,825	0,990	1,680	1,689
Transporte	0,825	0,990	1,680	1,248

Comunicaciones	0,825	0,990	1,680	1,248
Servicios financieros y prof.	0,825	0,990	1,680	1,447
Administración pública	0,825	0,990	1,680	1,447
Educación	0,825	0,990	1,680	1,079
Salud	0,825	0,990	1,680	1,470
Otros servicios	0,825	0,990	1,680	1,447
Referencias: sigmaq = elasticidad sustitución importaciones y compras domésticos sigmat = elasticidad transformación exportaciones y ventas domésticas sigma-va = elasticidad sustitución factores de producción en valor agregado				

Este libro se terminó de  
imprimir en enero de 2012  
en la imprenta CrearImagen  
Quito, Ecuador