

# **UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE PARA COLOMBIA. ANDI-CIDE<sup>1</sup>**

Generalmente los modelos de equilibrio general computable se ocupan de análisis de estática comparativa, en los que se tienen en cuenta los grandes agregados macroeconómicos, pero no necesariamente las especificidades de las cuentas nacionales. El presente modelo pretende producir resultados que sean directamente comparables con los formatos habituales que se emplean en la producción de las Cuentas Nacionales de Colombia, incluyendo conceptos tales como márgenes de comercialización, márgenes de transporte, servicios bancarios imputados, etc.; al tiempo que considera las ramas productivas como sectores que producen varios tipos de bienes, es decir, como actividades multiproducto. Así mismo, emplea la definición institucional que se usa en aquellas y las transacciones inter-institucionales que se contabilizan en el país, permitiendo resultados comparables con la información producida por el DANE, tanto al nivel de la producción como de los equilibrios institucionales.

Como características particulares el modelo ANDI-CIDE, incorpora una función de demanda para los principales cinco países y/o bloques comerciales con los que negocia el país; y con propósitos de proyección, incluye el efecto de expectativas y clima de negocios de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC)<sup>2</sup>.

El documento está organizado así: en la primera parte se hace una presentación de la estructura del modelo; la segunda explica la calibración de los datos; la tercera introduce la incorporación de algunas variables de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC) en el modelo; la cuarta muestra los resultados del modelo recursivo de proyección, en la quinta se hace un ejercicio de estática comparativa y, por último, en la sexta parte se hacen algunas observaciones generales del modelo.

## **1. Estructura del modelo.**

El modelo define quince sectores productivos (agricultura, café sin tostar, minería, petróleo, industrias de bienes de consumo, industrias de bienes intermedios, industrias de bienes de capital, electricidad gas y agua, construcción, comercio, transporte, comunicaciones, servicios bancarios, otros servicios privados y

---

<sup>1</sup> Los autores son Jesús Alonso Botero de la Corporación para la Investigación y Docencia Económica CIDE y el Centro de Estudios Económicos de la ANDI.

<sup>2</sup> La Encuesta de Opinión Industrial Conjunta se realiza mensualmente y participan además de la ANDI, los siguientes Gremios manufactureros, ACOPLASTICOS, ACICAM, ACOPI, ANFALIT, Cámara Colombiana del Libro, CAMACOL e ICPC.

servicios del gobierno). La correspondencia con la clasificación de Cuentas Nacionales se presenta en el Cuadro Nro. 1:

**CUADRO 1**

<b>SECTORES EN EL MODELO</b>	<b>CLASIFICACION CUENTAS NACIONALES</b>
CAFÉ SIN TOSTAR	1
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS	2, 3, 4 y 5
MINERIA	6, 8 y 9
PETROLEO	7
INDUSTRIA BIENES CONSUMO	12 a 21 y 24
INDUSTRIA BIENES INTERMEDIOS	22, 23, 25 a 34
INDUSTRIA BIENES DE CAPITAL	35 a 38
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	10 y 11
CONSTRUCCIÓN	39 y 40
COMERCIO	41
TRANSPORTE	44, 45, 46 Y 47
COMUNICACIONES	48
BANCOS	49
OTROS SERVICIOS PRIVADOS	42, 43, 50, 51, 52, 53, 54 Y 55
SERVICIOS PRESTADOS POR EL GOBIERNO	56, 57, 58 y 59

El modelo considera cuatro tipos de trabajo: trabajo agrícola, trabajo urbano asalariado calificado, trabajo urbano no calificado asalariado y trabajo urbano no calificado no asalariado.

Para la modelación sectorial, se definieron dos grandes grupos que permiten dar tratamiento diferencial a los mecanismos de determinación de precios y al uso de la capacidad instalada. Estos son el EIBP y IEBN<sup>3</sup>. El Cuadro Nro. 2 resume esos subconjuntos.

<sup>3</sup> La descripción de estos conjuntos aparece en el Anexo 1.

**CUADRO 2**  
**MODELACION SECTORIAL DE LA PRODUCCION**

SECTOR	FUNCION DE PRODUCCION		
	CES (IEBP)		EXOGENA (IEBN)
	FIJACION DE PRECIOS		
	Mark-up Flexible	Precios vacian mercado	
	IMU	INMU	
CAFE			X
AGROPECUARIO		X	
MINERIA	X		
PETROLEO			X
INDUSTRIA			
Bienes de Consumo	X		
Bienes Intermedios	X		
Bienes de Capital	X		
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	X		
CONSTRUCCION	X		
COMERCIO	X		
TRANSPORTE	X		
COMUNICACIONES	X		
BANCOS	X		
SERVICIOS PRIVADOS	X		
SERVICIOS DEL GOBIERNO			X

Los sectores pertenecientes al conjunto *IEBP* se modelan a partir de una función de producción CES entre trabajo y capital<sup>4</sup>. El conjunto *IEBP* se subdivide a su vez en el conjunto *IMU*, cuyos precios se fijan mediante una regla de Mark-up flexible y en el conjunto *INMU*, en el que los precios vacian el mercado. La fijación de precios depende, en este último caso, del equilibrio competitivo ya que los empresarios minimizan costos dado su stock de capital<sup>5</sup>.

En los demás sectores (el conjunto *IMU*), se emplea un esquema de mark-up flexible, donde los empresarios aplican un mark-up sobre el costo de sus insumos intermedios de acuerdo al nivel de uso de su capacidad instalada<sup>6</sup>: cuando éste

<sup>4</sup> Los sectores que se modelan a partir de funciones de producción CES conforman el conjunto IEBP. El café, el petróleo y los servicios del gobierno conforman el conjunto IEBN, que es el complemento del anterior.

<sup>5</sup> Un mecanismo alternativo que se ha utilizado para el conjunto *INMU* es suponer que hay un mark-up fijo y que el empresario tiene a su disposición recursos fijos no limitados, pudiendo escoger el nivel de ellos que resulta adecuado para alcanzar el nivel de producción que cubra la demanda, pagando al factor variable su productividad marginal.

<sup>6</sup> Para el año base 1999 se tomó como dato una tasa de utilización de la capacidad instalada de 67.99%, que corresponde al promedio anual reportado por la Encuesta de Opinión industrial Conjunta (EOIC).

crece, el mark-up aumenta<sup>7</sup>. De esta manera, el capital efectivamente empleado en la producción se convierte en una variable endógena, permitiendo que la economía opere en niveles en los cuales la curva de oferta no es vertical, manteniendo no obstante el principio básico de que el nivel de empleo del trabajo depende de su productividad marginal.

Los sectores que conforman el conjunto *IEBN* (café, petróleo y servicios del gobierno) no se modelan mediante funciones de producción y no incluyen restricciones de oferta en su modelación. El café genera el nivel de producción necesario para atender su demanda externa e interna. La primera se considera exógena, tanto en precios como en cantidades. El precio pagado al exportador en moneda nacional es también exógeno, lo que hace que el “impuesto o subsidio”<sup>8</sup> cafetero se ajuste, para permitir la compatibilidad del precio interno y el precio externo. El precio interno, por su parte, es exógeno y la oferta total se ajusta a la suma de demanda doméstica y demanda externa.

En el sector petróleo, tanto la cantidad como el precio exportado son exógenos. Dado el nivel exógeno de impuestos petroleros, se determina el precio en moneda nacional de las exportaciones. El precio interno, por su parte, se determina aplicando un mark-up fijo sobre el costo de los insumos distintos a mano de obra. La oferta se ajusta a la demanda.

También en el caso de los servicios del gobierno se aplica un mark-up fijo exógeno, que el modelo calibra a partir de la información del año base. La oferta se ajusta a la demanda. Los últimos dos sectores mencionados conforman el subconjunto *IMKF*.

Para la modelación de la demanda del trabajo, los sectores que se modelan por función de producción se subdividen en dos conjuntos (Cuadro Nro. 3). El primero, el subconjunto *I1S* (sectores rurales), donde se considera un sólo tipo de trabajo (agrícola) que se agrega al capital. Y, el segundo, compuesto por los restantes sectores (subconjunto *IVS*), donde se agregan el trabajo “asalariado no calificado”<sup>9</sup> y el “no asalariado no calificado” mediante una función CES, para formar el trabajo “no calificado”. Este a su vez se agrega al trabajo “calificado” para determinar el trabajo total empleado en el sector.

---

<sup>7</sup> El modelo supone que el mark-up es cíclico. Estudios recientes han analizado la posibilidad contraria, es decir, comportamientos anticíclicos. El signo de la elasticidad respectiva puede cambiarse, para analizar esta posibilidad.

<sup>8</sup> Se refiere a las herramientas de manejo de los precios del café utilizadas por las autoridades económicas.

<sup>9</sup> Se definió como trabajo calificado, aquel que tiene como mínimo estudios secundarios completos y ha realizado algún estudio adicional. Esta definición corresponde a lo que en la Encuesta de Hogares se clasifica como “nivel educativo Superior”.

**CUADRO 3**  
**MODELACION SECTORIAL DEL TRABAJO (IEBP)**

SECTOR	Agregación Trabajo Calificado y No Calificado (IVS)	Un solo tipo de Trabajo (I1S)
AGROPECUARIO		X
MINERIA	X	
INDUSTRIA		
Bienes de Consumo	X	
Bienes Intermedios	X	
Bienes de Capital	X	
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	X	
CONSTRUCCION	X	
COMERCIO	X	
TRANSPORTE	X	
COMUNICACIONES	X	
BANCOS	X	
SERVICIOS PRIVADOS	X	

En cuanto a la oferta de trabajo, primero se determinan exógenamente el crecimiento de la población y la tasa de participación laboral y luego de esta oferta total se sustrae la oferta agrícola (que crece a una tasa exógenamente determinada) para establecer la oferta urbana. Para determinar la oferta urbana no calificada se resta de la oferta urbana, la oferta urbana cuya tasa de crecimiento es exógena.

La decisión de ingresar al mercado asalariado por parte del trabajador no calificado, depende del ingreso esperado en el sector asalariado (éste depende, a su vez, del salario del trabajo no calificado, determinado exógenamente y del nivel de desempleo) y de la remuneración del trabajo no calificado informal, determinada endógenamente. El desempleo en los sectores agrícola y calificado es exógeno. El trabajo asalariado no calificado, dado el salario fijo, se ajusta por cantidades, en tanto que el trabajo no asalariado no calificado se ajusta por precios, manteniendo una tasa de desempleo exógena.

Los sectores en los que hay importaciones (*IM*) se subdividen en sectores modelados mediante funciones tipo Armington<sup>10</sup> (*IMM*) y sectores de importaciones exógenas (*IMS*) (Cuadro No. 4). En cuanto a las exportaciones, se

<sup>10</sup> La función de importaciones tipo Armington, supone que el país es un "país pequeño" y por ende tomador de precios en la economía mundial, que compra en el exterior bienes "diferenciados" respecto a los bienes que produce domésticamente, lo que permite que estos tengan precios diferentes y que ambos sean demandados. El grado de diferenciación se mide por la "elasticidad de sustitución" (RHOM en el modelo).

define el conjunto IE como aquel que comprende los sectores que realizan exportaciones (Cuadro No. 4). Al interior de este conjunto se establecen dos subconjuntos: ICAF (que incluye el sector cafetero) en el que el impuesto o subsidio a las exportaciones es endógeno, a fin de garantizar el ajuste entre el precio externo y el precio interno, ambos exógenos; y el conjunto INCAF (que comprende los demás sectores exportadores) en los que la tasa de impuesto o subsidio es exógena.

**CUADRO 4  
MODELACION SECTORIAL DEL COMERCIO EXTERIOR**

SECTOR	EXPORTACIONES (IE)		IMPORTACIONES (IM)	
	Frontera de Posibilidades de Produccion CET (IFLEX)	Exogenas (IRIG)	Modelacion Argminton (IMM)	Exogenas (IMS)
CAFE		X		
AGROPECUARIO	X		X	
MINERIA		X	X	
PETROLEO		X	X	
INDUSTRIA				
Bienes de Consumo	X		X	
Bienes Intermedios	X		X	
Bienes de Capital	X		X	
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA		X		X
TRANSPORTE		X		X
COMUNICACIONES		X		X
BANCOS		X		X
SERVICIOS PRIVADO	X			X

Desde el punto de vista de la modelación del precio de exportación, el conjunto IE se divide en dos grupos: IFLEX (industria, agricultura y servicios privados), sectores con precios flexibles; e IRIG (los demás sectores exportadores), los cuales enfrentan precios fijos en el mercado externo. Los primeros se modelan mediante una frontera de posibilidades de producción tipo CET<sup>11</sup>, enfrentando una demanda externa que se determina mediante funciones de demanda de elasticidad constante, para los bloques comerciales con los que el país negocia (Cuadro Nro. 5);<sup>12</sup> los segundos tienen exógenamente determinado tanto el precio como la cantidad.

<sup>11</sup> La modelación bajo el esquema de "frontera de posibilidades de producción" de la forma de "elasticidad constante de transformación" CET, considera que el empresario determina la combinación óptima de ventas domésticas y exportaciones, en función del precio relativo de ambas. Se asume en general, algún grado de diferenciación entre ambos bienes, definida por la elasticidad de transformación (RHOC en el modelo)

<sup>12</sup> Se consideran cinco bloques comerciales o países: Venezuela, Estados Unidos, el resto del ALCA, la Unión Europea y el resto del mundo. La elasticidad demanda de las exportaciones es – 3.77.

**CUADRO 5**  
**VALORES PARA LA MODELACION DE LAS EXPORTACIONES**  
**FLEXIBLES CON LOS PAISES O BLOQUES COMERCIALES**

PAIS / BLOQUE COMERCIAL	PARTICIPACION DE LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS EN LAS COMPRAS DE SUS SOCIOS	DISTRIBUCION DE LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS ENTRE VENTAS A SOCIOS COMERCIALES
VENEZUELA	6.51%	16.6%
USA	0.53%	33.2%
RESTO ALCA	0.47%	20.8%
EURO	0.23%	12.2%
RESTO PAISES	0.07%	17.2%

La estructura de variables reales del modelo se hace explícita en el Gráfico Nro. 1. Las ramas producen bienes exportables y bienes destinados al mercado doméstico. Estos últimos pueden ser producción propia de la rama, o productos de otras ramas, que se agregan en un gran total de producción de bienes, el cual se distribuye, a su vez, entre los sectores de acuerdo a coeficientes fijos. La producción total de cada bien se combina con las importaciones para obtener la oferta total a precios de productor. A dicha oferta se adicionan los impuestos al valor agregado y los costos de transacción (márgenes comerciales y de transporte) para determinar la oferta a precios de adquisición<sup>13</sup>.

El modelo considera las siguientes instituciones denotadas por (*LR*): hogares, incluyendo instituciones privadas sin ánimo de lucro (HOG); sociedades no financieras, desagregadas a su vez en Empresas privadas (EMPPR) y Empresas públicas (EMPPU); sociedades financieras, distinguiendo entre Seguros y Cajas de pensiones (EMPSP) y el resto del sector (EMPMF); administración pública central (ADMC); administración pública local (ADML); seguridad social (SSOC); y resto del mundo (RESTO).

Los ingresos factoriales de cada institución provienen de la distribución del ingreso de las ramas. La remuneración al trabajo incluye la remuneración a los asalariados y una porción de la renta mixta y va dirigida a los hogares. La remuneración al capital, que incluye el excedente bruto de explotación y el remanente de la renta mixta, se distribuye entre las instituciones de acuerdo a vectores de participación exógenos. La asignación del ingreso primario y la distribución secundaria del ingreso se resumen en cinco grandes conceptos: renta de la propiedad (incluyendo intereses, dividendos, etc); primas y seguros (primas netas e indemnizaciones); transferencias; operaciones de la seguridad social

<sup>13</sup> Los sectores distintos a “comercio” y “transporte” forman el conjunto *INCOM*.

(contribuciones y prestaciones); e impuestos. Los tres primeros se consideran operaciones entre instituciones cuyo monto se fija exógenamente en términos reales; las contribuciones a la seguridad social dependen de la aplicación de tasas exógenas a la remuneración del trabajo agrícola, del trabajo calificado y del trabajo no calificado asalariado, en tanto que las prestaciones correspondientes evolucionan según una tasa que refleja la proporción de las contribuciones que debe destinarse a servicios a los afiliados al sistema. Los impuestos se calculan a partir de los ingresos totales y la tasa impositiva de cada institución.

Los aportes parafiscales (SENA e ICBF) se incluyen en Cuentas Nacionales como impuestos a la rama. En el modelo se reclasifican como remuneración al trabajo, para después descontarlos de la remuneración total como un impuesto a la nómina. En este sentido, se tratan como aportes a la seguridad social y su valor se determina con relación al ingreso del trabajo y no al nivel de producción de la rama, como ocurriría de no darles este tratamiento.<sup>14</sup>

Las demandas se modelan así:

- La inversión depende del cierre macroeconómico. En los cierres “guiados por la inversión” es exógena; en el cierre “guiado por el ahorro” depende del nivel de éste<sup>15</sup>. La distribución sectorial depende de un vector de coeficientes fijos.
- El consumo tiene, en el cierre keynesiano, una parte fija y una parte variable, que depende de la propensión marginal a consumir; en los demás cierres, depende de una tasa de ahorro de cada una de las instituciones y su distribución sectorial se realiza mediante el Sistema Lineal de Gasto.
- El gasto público es exógeno.
- Los inventarios son una proporción fija de la producción total.

En los mercados externos es posible ajustar la tasa de cambio o el déficit en cuenta corriente. Como es habitual (y debido a la ley de Walras) la ecuación de equilibrio externo es redundante.

El modelo permite dos cierres macroeconómicos alternativos: el primero (“guiado por ahorro”) hace que la inversión dependa del ahorro total de las instituciones. El segundo (“guiado por la inversión”) parte de una determinación exógena de la inversión y hace que el ahorro se ajuste para producir el equilibrio macroeconómico. Este cierre tiene dos variantes posibles: la primera usa una ecuación de ahorro, según la cual éste es un porcentaje del ingreso disponible.

---

<sup>14</sup> El aporte a las cajas de compensación se clasifica, en Cuentas Nacionales, como una contribución sobre la nómina.

<sup>15</sup> Los cierres macroeconómicos se analizan en detalle en párrafos posteriores.

Dada la inversión, el modelo determina el porcentaje del ingreso destinado al ahorro que es consistente con la generación de ahorro necesaria para el equilibrio macroeconómico. El cierre alternativo introduce un factor variable en la ecuación de mark-up de los sectores del subconjunto *IEBP*. Ese factor permite que la oferta se desplace, lo que, aunado al uso de una función consumo de propensión marginal a consumir constante, produce un ajuste de tipo “keynesiano”. El mencionado factor (la utilización de la capacidad instalada ICAP) es común a dichos sectores y opera a través de la ecuación del mark-up: cuando se da un incremento de la demanda exógena, la variable ICAP aumenta, permitiendo un mayor mark-up a los sectores *IEBP*.

Cabe anotar que el modelo puede fácilmente convertirse a un modelo neoclásico convencional: basta hacer que el conjunto *IMU* sea un conjunto vacío. Los sectores quedan entonces modelados de manera neoclásica. En este caso, sólo son posibles dos cierres tradicionales: “guiado por el ahorro” y “guiado por la inversión”, con la tasa de ahorro de los hogares flexible, para producir el equilibrio macroeconómico.

## **2. Calibración de los parámetros.**

El año base del modelo es 1999 y la base de datos está constituida básicamente por las Cuentas Nacionales de Colombia publicadas por el DANE. Para los datos del mercado laboral se utilizó la Encuesta Nacional de Hogares del DANE de septiembre de 1999.

El modelo está escrito en GAMS y el programa incluye un módulo de calibración de los parámetros, que partiendo de algunos valores exógenos, determina el valor requerido en los demás parámetros, para hacer que los datos observados en el año base, sean una solución de equilibrio en el modelo. Los parámetros exógenos se presentan el Cuadro Nro. 6.

Cabe resaltar que se suponen elasticidades altas en la función CET (RHOC), en el entendimiento de que es relativamente fácil para el empresario reemplazar producción doméstica por producción exportable

La elasticidad de la función de demanda de exportaciones (ELAST) es, igualmente alta, reflejando la relativa sustitución de los bienes exportables respecto a los bienes de países competidores.

**CUADRO 6**  
**ELASTICIDADES SECTORIALES**

SECTOR	ELASTICIDAD TRABAJO CAPITAL	ELASTICIDAD TRABAJO CALIFICADO Y NO CALIFICADO	ELASTICIDAD TRABAJO FORMAL E INFORMAL	ELASTICIDAD DEL MARK-UP AL NIVEL DE USO	ELASTICIDAD FUNCION ARMINGTON	ELASTICIDAD FUNCION CET	ELASTICIDAD DEMANDA EXPORTACIONES	ELASTICIDAD CONSUMO DE ENGEL
	RHOP	RHON	RHOT	ELASTMU	RHOM	RHOC	ELAST	ENGEL
CAFE	0.5	0.3	0.3	2.0	0.0	-20	-3.77	0.333
AGROPECUARIO	0.5	0.3	0.3	2.0	2.0	-20	-3.77	0.333
MINERIA	0.5	0.3	0.3	2.0	2.0	-20	-3.77	0.333
PETROLEO	0.5	0.3	0.3	2.0	2.0	-20	-3.77	0.333
INDUSTRIA								
Bienes de Consumo	0.5	0.3	0.3	2.0	2.0	-20	-3.77	0.579
Bienes Intermedios	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	0.722
Bienes de Capital	0.5	0.3	0.3	2.0	0.2	-20	-3.77	0.722
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	0.5	0.3	0.3	2.0	0.2	-20	-3.77	0.722
CONSTRUCCION	0.5	0.3	0.3	2.0	0.0	-20	-3.77	0.722
COMERCIO	0.5	0.3	0.3	2.0	0.0	-20	-3.77	0.782
TRANSPORTE	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	1.219
COMUNICACIONES	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	1.219
BANCOS	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	1.866
SERVICIOS PRIVADOS	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	1.000
SERVICIOS DEL GOBIERNO	0.5	0.3	0.3	2.0	0.5	-20	-3.77	1.000

En las elasticidades ingreso (ENGEL) se refleja el hecho de que los bienes agrícolas son inelásticos, en tanto que los servicios son muy elásticos y los bienes industriales tienen una elasticidad intermedia.

En las funciones de producción se adoptan parámetros de baja sustitución entre factores y en el mark-up, se asume que el aumento en el uso de la capacidad instalada permite una mejora en el margen del empresario, en una función relativamente elástica.

### 3. Modelación con variables de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC).

Si bien el modelo básico es de naturaleza estática y está calibrado para el año 1999, se construyeron dos programas adicionales: uno de estática comparativa, que permite simular el efecto de un cambio en alguna variable exógena sobre el equilibrio del año que se elija y un modelo recursivo de proyección, que determina el equilibrio en una secuencia de años, a partir de 1999.

En el modelo recursivo, se incorporó como criterio adicional para la proyección, algunas de las variables cualitativas de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC) que realiza la ANDI junto con otros importantes Gremios manufactureros. El objetivo es incorporar en la proyección, la percepción de los Empresarios sobre la situación presente de sus negocios y las expectativas sobre el volumen de ventas en el corto plazo, relacionadas, en ambas funciones, con la tasa de interés real.

El impacto de las variables de la EOIC sobre la trayectoria de proyección del modelo, se realiza a través de los componentes de demanda por consumo y por inversión. Más específicamente, una mejora en el clima de los negocios o en las expectativas de ventas tienen un impacto positivo sobre el crecimiento económico.

En el caso del consumo, las variables de la EOIC afectan la propensión marginal a consumir (*PRHO*), la cual se actualiza en cada período mediante la siguiente ecuación<sup>16</sup>:

$$\Delta PRHO_t = -0.032 * \Delta TIR_t + 0.065 * \Delta BSE_t$$

donde *PRHO* es la propensión a consumir; *TIR* es la tasa de interés real promedio del período; *BSE* es el indicador de “Buena situación de la empresa”, de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC); y  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias.

Para la inversión, el impacto de las variables de la EOIC se da a través de los inventarios. El modelo es el siguiente<sup>17</sup>:

$$\Delta ZINV_t = \frac{1}{2} (-0.23479 - 2.813 * TIR_t + 0.668 * VP_{t-1})$$

donde *ZINV* es la demanda de inversión y *VP* es el indicador de “Volumen de pedidos altos o normales” de la EOIC.

#### 4. Modelo Recursivo

El modelo recursivo determina el equilibrio en una secuencia de años, a partir de 1999<sup>18</sup>. Dado una serie de supuestos exógenos y dada la inversión, el modelo acumula el capital nuevo al capital existente, reflejando efectos de oferta derivados de la evolución de la economía.

Para los años 2000-2002, las variables exógenas, se actualizan usando principalmente, como fuentes de información principalmente el DANE, el DNP y la Balanza de Pagos del Banco de la República (Cuadro Nro. 7).

---

<sup>16</sup> Los valores de la ecuación se obtuvieron de una estimación econométrica, con datos anuales entre 1990 y el año 2001. La fuente de los datos de consumo de los hogares y de la inversión bruta (FBKF) es las nuevas Cuentas Nacionales Base 1994=100. Como medida de la tasa de interés real, se tomó la tasa DTF promedio del año ajustada por la inflación al consumidor. Las series de la EOIC son promedios anuales.

<sup>17</sup> Idem

<sup>18</sup> La información requerida se canaliza a través del archivo *VARIABLES EXOGENAS.xls*

**CUADRO 7**  
**VARIABLES EXOGENAS MODELO RECURSIVO**

	1999	2000	2001	2002
<b>INDICADORES GENERALES (Variación anual)</b>				
Inflación domestica	9.2%	8.7%	7.6%	6.0%
Inflación externa	0.9%	-0.1%	-0.6%	-1.9%
Devaluación fin de periodo	21.5%	19.0%	2.8%	24.7%
Devaluación promedio anual	23.2%	18.7%	10.2%	9.9%
<b>EXPORTACIONES EXOGENAS (Variación anual)</b>				
Precio externo petróleo	39.3%	64.2%	-13.7%	2.7%
Precio externo café	-21.7%	-10.7%	-39.2%	5.7%
Precio externo carbón	-9.2%	-6.1%	16.2%	-2.2%
Precio externo ferroniquel	19.8%	55.1%	-36.3%	14.1%
Precio externo oro	-15.3%	-0.1%	1.9%	11.7%
Volumen Exportaciones Petróleo	15.8%	-25.9%	-16.7%	-2.9%
Volumen Exportaciones Café	-10.7%	-9.6%	17.6%	-7.8%
Volumen Exportaciones Carbón	-0.2%	8.2%	17.8%	-12.6%
Volumen Exportaciones Ferroniquel	7.6%	-11.5%	74.6%	0.0%
Volumen Exportaciones Oro	-29.9%	2.0%	-41.1%	0.0%
Valor Exportaciones Esmeraldas	35.8%	-14.1%	-7.8%	0.0%
<b>INDICADORES LABORALES (Porcentajes)</b>				
TGP urbana (%)	60.1%	60.7%	62.3%	61.5%
Crecimiento Población rural	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%
Crecimiento Población urbana	2.0%	2.5%	2.3%	2.2%
Crecimiento Mano obra calificada	4.1%	4.1%	4.1%	4.1%
<b>INDICADORES IMPOSITIVOS (Variación anual)</b>				
Aranceles y sobretasas	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Subsidio a las exportaciones	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
IVA ajustado con mejora en el recaudo	0.0%	-6.3%	6.7%	0.0%
Otros Impuesto indirectos al Producto	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Incremento Tasa Impuestos Directos a las Empresas	0.0%	5.0%	0.0%	5.0%
Incremento Tasa Impuestos hogares	0.0%	5.0%	0.0%	3.0%
Incremento Tasa Impuestos Empresas Publicas	0.0%	5.0%	0.0%	5.0%
Tasa Aportes a la Seguridad Social	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>GASTO E INVERSION (Variación anual)</b>				
Consumo Gobierno	3.6%	-0.7%	1.4%	0.6%
Inversión Empresas Públicas	-38.6%	0.7%	17.5%	6.6%
Inversión Gobierno	-27.6%	0.2%	-3.6%	-7.9%
Inversión Empresas privadas	-38.6%	0.7%	17.5%	6.6%
Inversión hogares en Vivienda	-41.8%	-11.1%	11.0%	22.9%
<b>OTROS INDICADORES (Porcentajes)</b>				
Tasa formación inventarios	0.5%	1.3%	1.0%	1.3%
Buena Situación Empresa (Promedio anual, EOIC)	20.6%	43.7%	43.4%	44.5%
Volumen de Pedidos Altos o Normales (Promedio anual, EOIC)	44.0%	70.9%	62.6%	71.0%
DTF Real	11.1%	3.1%	4.5%	2.9%
Propensión Marginal a Consumir	-0.3%	1.8%	-0.1%	0.1%
Relación Prestaciones/Contribuciones a la Seguridad Social	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Precio interno café (Crecimiento anual)	4.4%	3.2%	-14.8%	-2.8%
<b>BALANZA DE PAGOS (US\$ Millones)</b>				
Exportaciones no registradas	1,837.3	904.4	904.4	904.4
Importaciones no registradas	1,938.2	1,903.5	1,903.5	1,903.5
Otras operaciones no registradas	67.5	67.5	67.5	67.5
Transferencias netas	1,454.6	1,668.5	2,292.3	2,376.5
Renta de los Factores Neto - Servicios financieros	-1,533.2	-2,533.6	-2,630.0	-2,739.4
Remuneración asalariados en el exterior	25.7	30.2	34.8	24.7
Déficit Cuenta Corriente	510.1	424.0	-1,214.9	-1,578.5

Empleando el cierre alternativo de inversión<sup>19</sup> y cerrando el mercado externo con tasa de cambio endógena, los principales resultados del modelo recursivo son (Cuadro Nro. 8):

<b>CUADRO 8</b>			
<b>CRECIMIENTO ESTIMADO DEL PIB</b>			
<b>POR RAMAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA</b>			
<b>RAMAS DE ACTIVIDAD</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
PIB AGROPECUARIO	5.0%	0.0%	0.2%
PIB MINERIA	-13.5%	-3.3%	-4.0%
PIB INDUSTRIA	6.3%	-0.3%	1.5%
PIB SERVICIOS	2.9%	2.5%	1.9%
MENOS: SBI	3.9%	2.3%	2.0%
MAS: DERECHOS E IMPUESTOS	4.4%	3.5%	2.0%
<b>PIB TOTAL REAL</b>	<b>2.8%</b>	<b>1.6%</b>	<b>1.4%</b>
<b>CRECIMIENTO ESTIMADO DEL PIB</b>			
<b>POR COMPONENTES DE DEMANDA</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
PRODUCTO INTERNO BRUTO	2.8%	1.6%	1.4%
IMPORTACIONES	4.3%	5.7%	2.8%
<b>TOTAL OFERTA FINAL</b>	<b>3.0%</b>	<b>2.2%</b>	<b>1.6%</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>2.9%</b>	<b>2.2%</b>	<b>1.4%</b>
HOGARES	4.2%	2.5%	1.7%
GOBIERNO	-0.7%	1.4%	0.6%
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>7.6%</b>	<b>9.5%</b>	<b>6.0%</b>
SUBTOTAL: DEMANDA FINAL INTERNA	3.5%	3.2%	2.1%
EXPORTACIONES	0.3%	-3.2%	-1.2%
<b>TOTAL DEMANDA FINAL</b>	<b>3.0%</b>	<b>2.2%</b>	<b>1.6%</b>
<b>BALANZA DE PAGOS ESTIMADA</b>			
<b>Millones de dólares</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
A. BIENES	2,399	235	-174
EXPORTACIONES BIENES	15,451	13,969	13,633
IMPORTACIONES BIENES	13,052	13,734	13,807
B. SERVICIOS	-1,133	-1,141	-1,059
C. RENTA DE FACTORES	-2,510	-2,602	-2,721
D. TRANSFERENCIAS	1,669	2,292	2,377
<b>TOTAL CUENTA CORRIENTE</b>	<b>424</b>	<b>-1,215</b>	<b>-1,579</b>
<b>CIFRAS E INDICADORES DE EMPLEO ESTIMADAS</b>			
<b>MILES DE PERSONAS</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	17,786	18,674	18,840
EMPLEO TOTAL	14,946	15,456	15,769
EMPLEO RURAL	3,191	3,220	3,249
EMPLEO URBANO	11,755	12,236	12,520
EMPLEO CALIFICADO	2,255	2,347	2,443
EMPLEO NO CALIFICADO	5,122	5,268	5,407
EMPLEO INFORMAL	4,378	4,621	4,669
TASA GLOBAL DE PARTICIPACION	60.7%	62.3%	61.5%
TASA DE DESEMPLEO TOTAL	16.0%	17.2%	16.3%
TASA DE DESEMPLEO URBANO	17.6%	19.1%	17.9%
<b>INDICADORES FISCALES ESTIMADOS</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
PIB NOMINAL (\$MM)	171,701	186,281	200,996
DEFICIT SECTOR PUBLICO NO FINANCIERO (\$MM)	-7,717	-8,555	-8,868
DEFICIT COMO PORCENTAJE DEL PIB)	-4.5%	-4.6%	-4.4%

<sup>19</sup> El modelo está descrito en la Sección 1 sobre la estructura del modelo.

## 5. Estática Comparativa

Para ilustrar el uso del modelo en ejercicios de estática comparativa, se simula el impacto de una caída del 40% en la demanda de exportaciones de Venezuela y su impacto sobre Colombia. Para llevar a cabo el ejercicio, vamos a suponer diversas opciones de modelación, tanto en el cierre macroeconómico, como en la descripción del ajuste sectorial, así:

❖ Tipos de cierre macroeconómico de Ahorro e Inversión considerados.

- Cierre neoclásico: El cierre que a menudo se denomina neoclásico supone tasas de ahorro fijas y una inversión endógena. Es un “cierre guiado por el ahorro”.
- Cierre por inversión exógena: Un cierre alternativo habitual en los modelos de equilibrio general es aquel que determina la inversión exógenamente, dejando que la tasa de ahorro de los hogares se ajuste, para producir el equilibrio.
- Cierre keynesiano: Supone una función consumo de propensión marginal a consumir constante, la inversión exógena y un mecanismo de ajuste de la oferta: en este caso, una variable que se incorpora en la función de mark-up y que hace que éste varíe, para permitir el equilibrio. De esta forma, el stock de capital es fijo, pero el nivel de uso de la capacidad instalada varía, para permitir el ajuste.

❖ Modelación sectorial:

Un grupo de sectores (café, petróleo y servicios del gobierno) se definen siempre como sectores de precio fijo, en los que el precio es exógenamente determinado mediante una regla de mark-up fijo sobre costos.

Los demás sectores pueden modelarse de diversas formas, así:

- Capital fijo: El valor agregado se modela mediante una función de producción, en la que se combinan trabajo y capital. La cantidad de trabajo empleada se determina igualando el precio del trabajo con su producto marginal. El capital empleado en la producción es exógeno y los precios clarifican el mercado.
- Precio rígidos: Los precios sectoriales son rígidos y el capital es endógeno, para permitir el ajuste de oferta y demanda. Tanto el valor agregado como el trabajo empleado se modelan como en la opción anterior.
- Mark up flexible: Un subgrupo de sectores se modela mediante un mark up flexible, que varía cuando varía el índice de uso de capacidad instalada. Si

éste aumenta, el mark up aplicado aumenta también. Se excluye de este esquema el sector agrícola, que se modela como en el caso del capital fijo.

Las combinaciones posibles se resumen en la siguiente tabla:

	Capital fijo	Precios rígidos	Mark up flexible
Cierre neoclásico	X	X	X
Cierre por inversión exógena.	X	X	X
Cierre keynesiano			X

Con respecto al sector externo, los modelos pueden suponer tasa de cambio fija o ahorro externo fijo, para alcanzar el equilibrio en el mercado de divisas<sup>20</sup>.

Los resultados del ejercicio de estática comparativa con base en 1999, se presentan en el siguiente cuadro, que incluye el PIB total en miles de millones de pesos, el valor de las exportaciones y las importaciones, en millones de dólares, el saldo en cuenta corriente, también en millones de dólares y un índice de tasa de cambio.

El cuadro compara los resultados básicos, con los resultados obtenidos en el análisis de estática comparativa, en los distintos cierres y con los diferentes

**CUADRO 9**  
**RESULTADOS DEL MODELO DE ESTADICA COMPARATIVA**  
**SIMULANDO UNA CAIDA DEL 40% DE EXPORTACIONES A VENEZUELA**

Combinaciones del Modelo		PIB Millones pesos	Exportaciones Millones US\$	Importaciones Millones US\$	Cuenta Corriente Millones US\$	Tasa de Cambio
<b>MODELO BASICO</b>		<b>151,565</b>	<b>14,166</b>	<b>12,541</b>	<b>476</b>	<b>100.00</b>
<b>I. CIERRE NEOCLASICO</b>						
Capital Fijo	Tasa cambio fija	151,620	13,823	12,571	91	100.00
Capital Fijo	Ahorro externo fijo	151,509	14,034	12,419	477	102.50
Mark up flexible	Tasa cambio fija	151,468	13,725	12,664	-103	100.00
Mark up flexible	Ahorro externo fijo	151,321	14,023	12,406	477	102.10
<b>II. CIERRE POR INVERSION EXOGENA</b>						
Capital Fijo	Tasa cambio fija	151,535	13,836	12,493	187	100.00
Capital Fijo	Ahorro externo fijo	151,503	14,030	12,415	477	102.50
Precios rígidos	Tasa cambio fija	144,141	13,643	12,032	483	100.00
Mark up flexible	Tasa cambio fija	151,337	13,743	12,515	72	100.00
Mark up flexible	Ahorro externo fijo	151,320	14,023	12,405	477	102.10
<b>III. CIERRE KEYNESIANO</b>						
Mark up flexible	Tasa cambio fija	150,158	13,718	12,441	126	100.00
Mark up flexible	Ahorro externo fijo	151,874	14,052	12,434	477	102.20

supuestos acerca de cierre sectorial y ajuste externo.

<sup>20</sup> Cabe anotar que si la tasa de cambio es fija, el ahorro externo ajusta simultáneamente el mercado externo y el ahorro y la inversión, en aquellos modelos en los que el capital es endógeno. Por ello, se asume en estos casos que tanto la inversión como la tasa de ahorro de los hogares son exógenas.

## 6. Usos y limitaciones del modelo.

Como se anota en la introducción, el modelo pretende replicar la economía colombiana, arrojando resultados comparables con los formatos habitualmente empleados en el análisis de coyuntura económica.

Aunque contiene elementos “*ad-hoc*” (particularmente la demanda de exportaciones, la distribución del trabajo no calificado entre asalariado y no asalariado y la modelación del mecanismo de fijación de precios en los sectores urbanos), incorpora los lineamientos básicos de la caracterización microeconómica de los agentes y los mecanismos de cierre típicos de los modelos macroeconómicos, todo ello aplicado en un esquema contrastable con datos empíricos.

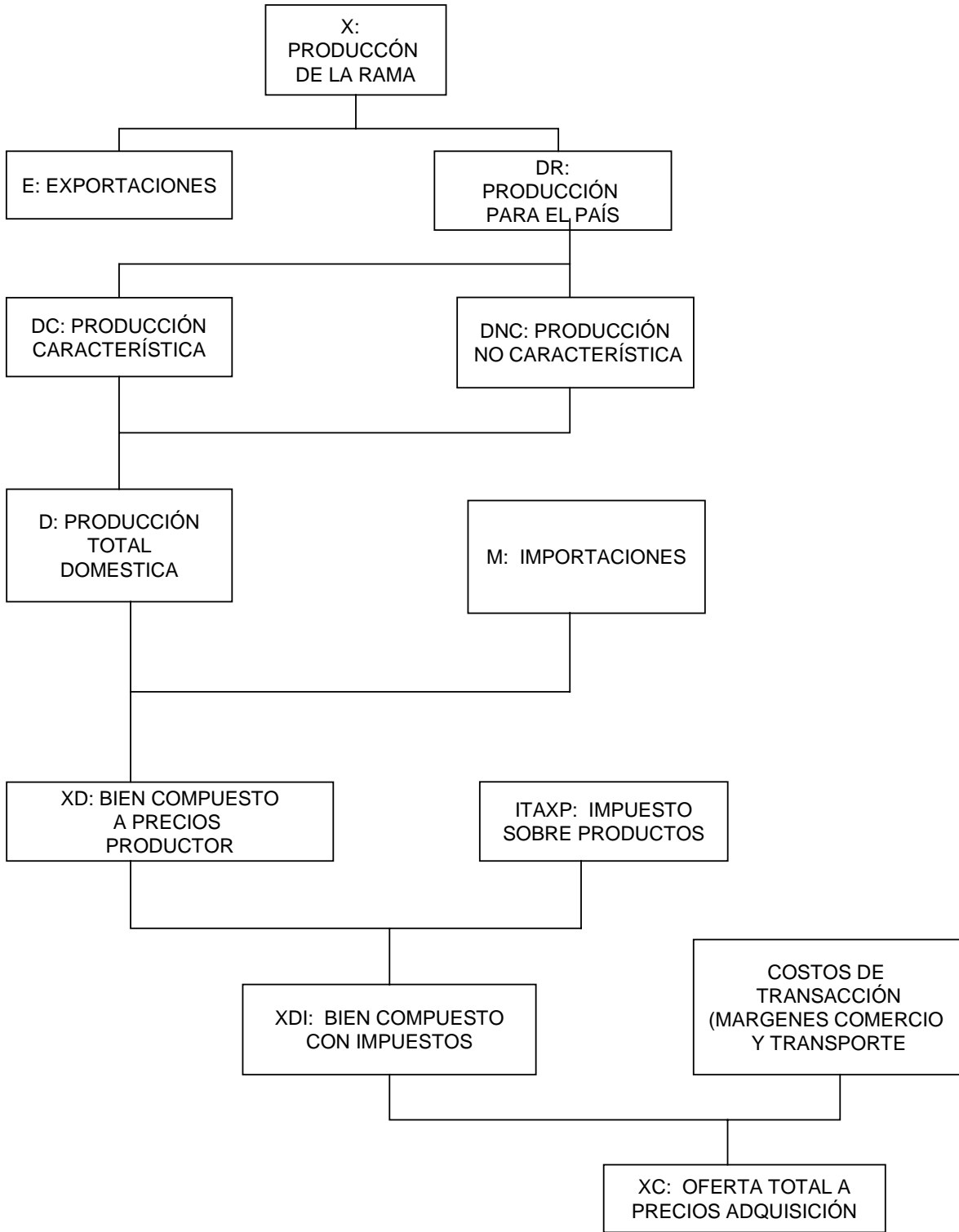
Su uso ideal es el relacionado con estática comparativa: ¿cómo se altera un equilibrio, cuando se presenta un cambio en alguna variable exógena?. Pero su empleo como mecanismo de proyección obliga a una buena adaptación del modelo a la realidad. En este sentido, el modelo replica de manera adecuada el período 1999-2002, con sus fluctuaciones y sus shocks exógenos, permitiendo un buen grado de confiabilidad en los ejercicios de estática comparativa para los que se emplee.

Ahora bien, hay limitaciones importantes que deben ser tenidas en cuenta:

- Es un modelo de la economía real. No incluye, en consecuencia, mercados financieros y la inflación es exógena.
- Aunque en la actualización de variables y parámetros se incluyen ecuaciones sencillas sobre la propensión a consumir y la inversión privada, sería ideal contar con esquemas dinámicos que permitieran modelar, de manera más fundamentada, las decisiones de ahorro e inversión.

En estos dos campos, son posibles ulteriores desarrollos del modelo.

**GRAFICO No. 1**



## ANEXO 1

### ECUACIONES DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

#### CONJUNTOS

Los conjuntos definidos en el modelo son:

I y II. Sectores y sus ramas correspondientes: El conjunto de los productos está denotado por I. El conjunto de las ramas productivas está denotado por II;. Las operaciones de pago a factores se realizan al nivel de ramas; los equilibrios de mercado se llevan a cabo al nivel de productos. Agricultura, café, minería, petróleo, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, construcción, transporte, comunicaciones, electricidad gas y agua, comercio, servicios bancarios, servicios privados y servicios del gobierno).

IEBP(II). Sectores en los que se considera la función de producción entre trabajo y capital: Agricultura, minería, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, construcción, transporte, comunicaciones, electricidad gas y agua, comercio, servicios bancarios y servicios privados.

IEBN(II). Sectores cuyo Excedente Bruto de Explotación se determina residualmente: petróleo, café, servicios del gobierno.

IMKF(IEBN). Sectores con mark-up fijo: petróleo, servicios del gobierno.

INCOM(I). Productos distinto al Comercio y Transporte: todos los sectores, excepto Comercio y Transporte.

IMU(IEBP) Sectores cuyo precio se modela mediante mark-up endógeno: minería, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, construcción, transporte, comunicaciones, electricidad gas y agua, comercio, servicios bancarios y servicios privados.

INMU(IEBP). Sectores que no se modelan por mark-up: Agricultura.

I1S(IEBP). Sectores en los que hay un solo tipo de trabajo: Agricultura.

IVS(IEBP). Sectores en los que hay varios tipos de trabajo: Minería, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, construcción, transporte, comunicaciones, electricidad gas y agua, comercio, servicios bancarios y servicios privados.

L. Tipos de trabajo: trabajo agrícola, trabajo urbano calificado, trabajo no calificado asalariado, trabajo no calificado no asalariado.

IE(II). Sectores exportadores. Agricultura, minería, petróleo, café, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, electricidad, gas y agua, transportes, comunicaciones, servicios bancarios y servicios privados

IM(I). Sectores importadores: agricultura, minería petróleo, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital, electricidad gas y agua, transporte, comunicaciones, servicios bancarios y servicios privados.

IFLEX(IE). Sectores exportadores de precios flexibles: Agricultura, industria de bienes de consumo, industria de bienes intermedios, industria de bienes de capital y servicios privados.

IRIG(IE). Sectores exportadores de precios exógenos: Café, minería, petróleo, transporte, comunicaciones, servicios bancarios, electricidad, gas y agua.

LR. Instituciones en el modelo: Hogares, incluyendo instituciones privadas sin ánimo de lucro (HOG); Empresas privadas (EMPPR), Empresas públicas (EMPPU), Seguros y Cajas de pensiones (EMPSP), resto del sector financiero (EMPMI), administración pública central (ADMIC), administración pública local (ADML), seguridad social (SSOC) y resto del mundo (RESTO).

IP. Países o bloques comerciales con los que se negocia: Estados Unidos, Venezuela, Resto ALCA, Unión Europea y resto del mundo.

### **ECUACIONES.**

Las ecuaciones del modelo son:

$$1) \quad PM_I = PWM_I \cdot ER \cdot (1 + TM_I) \quad \text{para } I=IM$$

El precio doméstico de las importaciones en los sectores que tienen importaciones es igual al precio externo, por la tasa de cambio más los impuestos y aranceles a las importaciones.

$$2) \quad PE_I = PWE_I \cdot ER \cdot (1 + TE_I) \quad \text{para } I=IE$$

El precio de los bienes exportables distintos al café es igual al precio externo, por la tasa de cambio, más los subsidios a las exportaciones. En el caso del sector cafetero, la tasa de subsidio es endógena: se fija el precio interno y la tasa de subsidio se ajusta para igualar este precio al precio externo. En los demás sectores, la tasa de subsidio es exógena.

$$3) \quad PC_I \cdot XD_I = PD_I \cdot D_I + PM_I \cdot M_I$$

El valor de las compras totales en el país es igual al valor de las compras de producción doméstica más las compras de importación.

$$4) \quad PX_{II} \cdot X_{II} = PR_{II} \cdot DR_{II} + PE_{II} \cdot E_{II}$$

Las ventas totales de los productores nacionales son iguales a las ventas domésticas antes de impuesto al valor agregado más las ventas de exportación.

$$5) \quad PACT_{II} = (PX_{II} - \sum_J PXC_J \cdot IO_{J,II}) / ACTX_{II}$$

El precio de valor agregado bruto (incluyendo impuestos a la rama) es igual al precio de la venta menos los coeficientes de insumo producto a precios corrientes, dividido por la proporción de valor agregado bruto en el año base.

$$6) \quad PVA_{II} = PACT_{II} / VAACT_{II} - ITAXR_{II} \cdot PVA_{II}$$

El precio de valor agregado neto es igual al precio de valor agregado bruto dividido por la razón de valor agregado neto a bruto en el año base, menos los impuestos a la rama a precios corrientes.

$$7) \quad PR_{II} \cdot DR_{II} = DC_{II} \cdot PD_{II} + DNC_{II} \cdot PDNC$$

El valor de la producción total de la rama es igual al valor de la producción característica más el valor de la producción no característica.

$$8) \quad \begin{aligned} PXC_I \cdot XC_I &= PIC_I \cdot XDI_I + PIC_{COME} \cdot XC_I \cdot MMARG_{COME,I} \\ &+ PIC_{TRAN} \cdot XC_I \cdot MMARG_{TRAN,I} \end{aligned} \quad \text{para } I=INCOM.$$

La oferta total a precios de adquisición es igual a la oferta incluyendo impuestos más los márgenes de comercialización y de transporte.

$$9) \quad PXC_I = PIC_I \quad \text{para } I=COME, TRAN$$

El precio del comercio y el transporte no incluye márgenes de comercio o transporte.

$$10) \quad PDNC = \sum_I PD_I \cdot COMPNC_I$$

El precio de la producción no característica se define mediante un vector de coeficientes fijos y los precios de cada sector.

$$11) \quad XDI_I \cdot PIC_I = PC_I \cdot XD_I \cdot (1 + ITAXP_I + ITAX_I)$$

Al valor del bien compuesto, se le adicionan los impuestos indirectos sobre el producto.

$$12) \quad XDI_I = XD_I / COMPX_I$$

La relación entre el bien compuesto sin impuestos y el bien compuesto incluyendo impuestos, es igual a la relación en el año base. Es decir, las variaciones que se presentan en períodos subsecuentes se interpretan como variaciones de precio.

$$13) \quad VA_I = BP_I (\delta_I \cdot TD_I^{-\rho_I} + (1 - \delta_I \cdot (KAP_I \cdot IU_I)^{-\rho_I})^{-1/\rho_I}) \quad \text{para } I=INMU, IMU$$

La función de producción define el valor agregado en términos del trabajo agregado y el capital, en una función CES. Para los sectores  $I=INMU$ ,  $IU=1$ . Para los sectores  $I=IMU$ ,  $IU$  es una variable endógena, que determina el índice sectorial de uso del capital.

$$14) \quad \frac{W_I}{PVA_I} = BP_I \cdot \delta_I \cdot TD_I^{(-1-\rho_I)} (\delta_I \cdot TD_I^{-\rho_I} + (1 - \delta_I \cdot (KAP_I \cdot IU_I)^{-\rho_I})^{-1/\rho_I})^{(-1-\rho_I)/\rho_I}$$

para  $I=INMU, IMU$ . En el caso de los sectores  $INMU$ ,  $IU=1$ . Para los sectores  $IMU$ , la variable  $IU$  es una variable endógena. Esta ecuación expresa la regla de optimización de los empresarios: el producto marginal del trabajo es igual al salario real.

$$15) \quad PD_I = (1 + MU_I) \cdot \sum_J PXC_J \cdot IO_{J,I} \quad \text{para } I=IMU, IMKF$$

El precio se fija aplicando un Mark-up al costo de los insumos intermedios. En el caso de los sectores  $IMU$ , el mark-up es una variable endógena, que depende del índice de uso del capital (ver ecuación (16)); en los sectores  $IMKF$  es una variable exógena. En la versión alternativa que supone recursos fijos ilimitados para el subconjunto  $INMU$ <sup>21</sup> la ecuación se aplica también para dicho subconjunto. En ese caso, el nivel de capital ( $KAP$ ) se deja libre, permitiendo que el empresario escoja el nivel adecuado al mark-up elegido.

$$16) \quad MU_I = ICAP \cdot MUCONST_I \cdot \left( \frac{IU_I}{IU_{0,I}} \right)^{MUELAST_I} \quad \text{para } I=IMU$$

El mark-up depende de un indicador general de la economía ( $ICAP$ ) y del índice de uso del capital. Cuando éste aumenta, el mark-up aumenta (la elasticidad es positiva).

---

<sup>21</sup> Ver nota 5.

$$17) \quad X_I = \frac{VA_I / VAACT_I}{ACTX_I}$$

El modelo define tres tipos de cantidades, vinculadas por coeficientes fijos de insumo producto: el producto (X); el valor agregado incluyendo impuestos (ACT) y el valor agregado neto de impuestos (VA). La relación entre estas cantidades está determinada así: VAACT es la relación entre VA y ACT; y ACTX es el coeficiente que vincula X y ACT.

$$18) \quad TD_I = LTD_I \cdot VA_I \quad \text{para } I=IEBN$$

Los sectores *IEBN* determinan su demanda de trabajo mediante coeficientes fijos, LTD.

$$19) \quad TDL_{L,I} = REL_{L,I} \cdot TD_I \quad \text{para } I=IEBN \text{ y } AGRI, L=A, C, NC, CP.$$

Los sectores *IEBN* distribuyen su demanda total de trabajo entre los cuatro tipos de trabajo mediante un vector de coeficientes fijos. En el sector agrícola sólo se emplea trabajo agrícola, así que  $REL_{A,AGRI}=1$ .

$$20) \quad W_I \cdot TD_I = \sum_L WL_{L,I} \cdot TDL_{L,I} \quad \text{para } L=A, C, NC, CP \text{ y } I=IEBN, AGRI.$$

El salario promedio sectorial es la suma ponderada de los cuatro tipos de trabajo considerados en el modelo.

$$21) \quad TD_I = BN_I (\eta_I \cdot TDL_{C,I}^{-\sigma_I} + (1 - \eta_I) \cdot TDL_{S,I}^{-\sigma_I})^{-1/\sigma_I} \quad \text{para } I=IVS$$

El trabajo calificado y el trabajo no calificado (S), se agregan mediante una función CES, para conformar el trabajo total empleado en el sector.

$$22) \quad \frac{WL_{C,I}}{WL_{S,I}} = \left( \frac{TDL_{S,I}}{TDL_{C,I}} \right)^{1+\sigma_I} \left( \frac{\eta_I}{1 - \eta_I} \right) \quad \text{para } I=IVS.$$

La demanda de trabajo queda determina por la senda de expansión de la función de producción.

$$23) \quad W_I \cdot TD_I = WL_{C,I} \cdot TDL_{C,I} + WL_{S,I} \cdot TDL_{S,I} \quad \text{para } I=IVS$$

El precio promedio del trabajo es igual a la suma ponderada de los salarios del trabajo calificado y el trabajo no calificado.

$$24) \quad TDL_{S,I} = BT_I (\tau_I \cdot TDL_{NC,I}^{-\nu_I} + (1 - \tau_I) \cdot TDL_{CP,I}^{-\nu_I})^{-1/\nu_I} \quad \text{para } I=IVS$$

El trabajo no calificado asalariado y el trabajo no asalariado, se agregan mediante una función CES, para conformar el trabajo total no calificado (S) empleado en el sector.

$$25) \quad \frac{WL_{NC,I}}{WL_{CP,I}} = \left( \frac{TDL_{CP,I}}{TDL_{NC,I}} \right)^{1+\nu_I} \left( \frac{\tau_I}{1-\tau_I} \right) \quad \text{para } I=IVS.$$

La demanda de trabajo no calificado queda determinada por la senda de expansión de la función de producción correspondiente.

$$26) \quad WL_{S,I} \cdot TDL_{S,I} = WL_{NC,I} \cdot TDL_{NC,I} + WL_{CP,I} \cdot TDL_{CP,I} \quad \text{para } I=IVS$$

El precio promedio del trabajo no calificado es igual a la suma ponderada de los salarios del trabajo no calificado asalariado y el trabajo no asalariado.

$$27) \quad WL_{L,I} = WDIST_{L,I} \cdot WM_L \quad \text{para } L=A, C, NC, CP \text{ y para todos los sectores}$$

Los precios sectoriales del trabajo guardan una relación constante con el precio medio del tipo de trabajo.

$$28) \quad RELAU = RELAUX \cdot \left( \frac{WM_{CP}}{WM_{NC} \cdot \frac{\sum_I TDL_{NC,I}}{TS_{NC}}} \right)^{ELASTCP}$$

La oferta de trabajo no calificado se distribuye entre trabajo asalariado y trabajo no asalariado. La decisión de ingresar a uno u otro mercado se modela mediante el parámetro *RELAU*, que depende de la relación de precios del trabajo no asalariado, ajustado por la probabilidad de empleo y la remuneración del trabajo no calificado no asalariado<sup>22</sup>.

$$29) \quad RELAU = \frac{TS_{CP}}{TSURB - TS_C - TS_{CP}}$$

En el mercado de trabajo, tanto la oferta agrícola de trabajo ( $TS_A$ ) como la oferta urbana (TSURB) son exógenas<sup>23</sup>. La oferta urbana se distribuye entre calificada y

<sup>22</sup> En la calibración básica, la tasa de desempleo se calcula a partir del empleo (endógenamente determinado) y la oferta de trabajo asalariado no calificado, que se fija exógenamente. Para los equilibrios siguientes, esta oferta se actualiza con la tasa de crecimiento de la oferta urbana.

<sup>23</sup> En la actualización del modelo se procede así: se determina el crecimiento de la población y la nueva tasa de participación laboral, con lo cual se determina la oferta total, de donde se descuenta

no calificada. Y la oferta no calificada se distribuye entre oferta asalariada y no asalariada. La ecuación (29) expresa la relación entre estos dos tipos de oferta en función de la variable *RELAU*, que depende, a su vez, de la relación de precios de los dos tipos de trabajo (ecuación (28)). Si el precio relativo del trabajo no calificado asalariado aumenta, entonces la variable *RELAU* disminuye, reflejando un desplazamiento del sector informal al sector formal.

30) La condición de equilibrio de los mercados de trabajo se expresa como:

$$TS_L \cdot (1 - DESEM_L) = \sum_I TDL_{L,I} \quad \text{para } L=A, C, NC, CP.$$

En el trabajo agrícola, en el trabajo calificado y en el trabajo no calificado no asalariado, la tasa de desempleo se fija exógenamente y el precio del trabajo ajusta el mercado; en el trabajo no calificado asalariado, el precio es exógeno y el desempleo endógeno.

31) Las exportaciones se modelan mediante una función CET, que expresa la frontera de posibilidades de producción. De dicha función se deriva la senda de expansión, que determina la combinación óptima de producción para el mercado doméstico y producción exportable, en términos de la relación de precios. No obstante, para mantener la consistencia del modelo con las cuentas nacionales, se reescala en cada período la función CET, obligando a que se cumpla la condición de agregación para todos los sectores:

$$X_I = E_I + DR_I$$

$$32) \quad \frac{E_I}{DR_I} = EXPEX \cdot \left( \frac{PE_I}{PR_I} \cdot \frac{1 - \varepsilon_I}{\varepsilon_I} \right)^{-1/(\omega_I+1)} \quad \text{para } I=IFLEX$$

La senda de expansión depende de la relación de precios y de los parámetros de la función CET.

33) La condición de agregación se utiliza también en el caso de las importaciones:

$$XD_I = M_I + D_I$$

$$34) \quad \frac{M_I}{D_I} = IMPEX \cdot \left( \frac{PM_I}{PD_I} \cdot \frac{1 - \theta_I}{\theta_I} \right)^{-1/(\kappa_I+1)} \quad \text{para } I=IMM$$

---

la oferta agrícola (que crece a una tasa exógenamente determinada) y se determina la oferta urbana. La oferta calificado crece también a una tasa exógenamente determinada.

La senda de expansión se deriva de la función de Armington: depende de la relación de precios y de los parámetros de la función de agregación.

$$35) \quad DC_I = DR_I \cdot PPC_I$$

La producción característica es una proporción fija de la producción total.

$$36) \quad DNC_I = DR_I \cdot (1 - PPC_I)$$

La producción no característica es una proporción fija de la producción total.

$$37) \quad D_I = DC_I + COMPNC_I \sum_J DNC_J$$

La producción total de cada bien para el consumo interno es igual a la producción característica de la rama correspondiente, más una proporción fija de la producción no característica total.

$$38) \quad XDI_I = (1 - MMARG_{COME,I} - MMARGT_{TRAN,I}) \cdot XC_I \text{ para } I=INCOM$$

$$XDI_{COME} = XC_{COME} + \sum_J MMARG_{COME,J} \cdot XC_J \text{ para } J=INCOM$$

$$XDI_{TRAN} = XC_{TRAN} + \sum_J MMARGT_{TRAN,J} \cdot XC_J \text{ para } J=INCOM$$

La producción total de cada sector, es igual a la producción menos los márgenes de comercialización y transporte, que se adicionan a la producción de los sectores comercial y de transporte.

$$39) \quad CR = CRK + PRH0 \cdot (Y_{HOG} * (1 - DIRECT_{HOG}) - CONT) / IPC$$

El consumo real total es igual a un consumo básico fijo, más la propensión marginal a consumir como un porcentaje exógeno del ingreso, una vez que se han descontado los impuestos y las contribuciones a la seguridad social (CONT) (ingreso disponible).

$$40) \quad CTOT = CR \cdot IPC$$

El consumo nominal es el consumo real por el índice de precios. Esta ecuación, junto con la ecuación (39) se utiliza en el cierre llamado "keynesiano", que es el cierre empleado en las corridas básicas del modelo. Los cierres alternativos usan la siguiente ecuación:

$$41) \quad CTOT = TCONS * Y_{HOG}$$

En este caso, el consumo es una proporción fija del ingreso.

$$42) \quad C_I = THETA_I + EME_I \cdot (CTOT - \sum_J THETA_J \cdot PXC_J) / PXC_I$$

El consumo sectorial se determina mediante el Sistema Lineal de Gasto.

$$43) \quad CONT = TASASS \cdot \left( \sum_I WL_{A,I} TDL_{A,I} + (1 - PARTRE) \sum_I WL_{C,I} TDL_{C,I} + \sum_I WL_{NC,I} TDL_{NC,I} \right)$$

Las contribuciones a la seguridad social se calculan sobre la remuneración del trabajo agrícola, el trabajo calificado y el trabajo no calificado asalariado. El trabajo calificado se considera neto de remuneración a mano de obra del exterior.

$$Y_{HOG} = \sum_I WL_{A,I} TDL_{A,I} + (1 - PARTRE) \sum_I WL_{C,I} TDL_{C,I} + \sum_I WL_{NC,I} TDL_{NC,I} \\ + \sum_I WL_{CP,I} TDL_{CP,I} + PART_{HOG} YK + TR_{HOG} + PRI_{HOG} + RE_{HOG} +$$

$$44) \quad COMPEXT \cdot ER + REMEXT \cdot ER + RENSS \cdot PROPSS \cdot CONT + \\ RENSP \cdot (1 - PROPSS) \cdot CONT - TASASI \left( \sum_I WL_{C,I} TDL_{C,I} \right) \\ - TASASN \left( \sum_I WL_{NC,I} TDL_{NC,I} \right)$$

El ingreso de los hogares es igual a los ingresos laborales, netos de pagos a asalariados del exterior, más un porcentaje de los ingresos del capital, más transferencias, primas netas de seguros y otras rentas, más los beneficios de la seguridad social, tanto pública como privada.

$$45) \quad YK = \left( \sum_I VA_I PVA_I - W_I TD_I \right) - SBI \cdot PXC_{BANC}$$

La remuneración al capital se define como la diferencia entre el valor agregado neto de impuestos y los pagos salariales, menos el valor de los servicios bancarios imputados.

$$46) \quad Y_{JR} = PART_{JR} YK + TR_{JR} + PRI_{JR} + RE_{JR} \\ \text{para } JR = EPR, EPU, EFI$$

El ingreso de las empresas es igual a su participación en la remuneración al capital, más las transferencias, rentas y seguros netos que reciban.

$$47) \quad Y_{SSPR} = PART_{SSPR} YK + TR_{SSPR} + PRI_{SSPR} + RE_{SSPR} \\ + (1 - PROPSS) \cdot CONT$$

Los ingresos de la seguridad social privada son su participación en la remuneración al capital, más las rentas, seguros y transferencias.

$$Y_{SS} = PART_{SS}YK + TDIS_{SS} \sum_{LL} DIRECT_{LL}Y_{LL} +$$

$$48) \quad DISM_{SS} \left( \sum_{IM} (M_{IM} PM_{IM} - PWM_{IM} ER \cdot M_{IM}) + \sum_I (VA_I PVA_I ITAXR_I) \right) +$$

$$DISM_{SS} \left( \sum_I PC_I XD_I (ITAXP_I + ITAX_I) \right) + TRANS_{SS} + (PROP_{SS}) \cdot CONT$$

Los ingresos de la seguridad social pública incluyen la posible participación en los impuestos recaudados, más las contribuciones recibidas, más transferencias netas provenientes del gobierno central (*TRANS*).

$$Y_{SPC} = DIS_{SPC} \sum_{LL} DIRECT_{LL}Y_{LL} +$$

$$DISM_{SPC} \left( \sum_{IM} (M_{IM} PM_{IM} - PWM_{IM} ER \cdot M_{IM}) + \sum_I (VA_I PVA_I ITAXR_I) \right) +$$

$$49) \quad DISM_{SPC} \left( \sum_I PC_I XD_I (ITAXP_I + ITAX_I) \right) + PART_{SPC}YK +$$

$$TASASI \left( \sum_I WL_{C,I} TDL_{C,I} \right) + TASASN \left( \sum_I WL_{NC,I} TDL_{NC,I} \right)$$

para  $LL = EPR, EPU, EFI, HOG, SSPR$ .

Los ingresos del sector público central incluyen una participación *DIS* en los impuestos directos, más una participación *DISM* en los aranceles e impuestos indirectos, más la participación en la remuneración al capital, más el recaudo por aportes a las cajas de compensación, que se definen como parte del gobierno central en las Cuentas Nacionales.<sup>24</sup>

$$Y_{SPL} = DIS_{SPL} \sum_{LL} DIRECT_{LL}Y_{LL} +$$

$$50) \quad DISM_{SPL} \left( \sum_{IM} (M_{IM} PM_{IM} - PWM_{IM} ER \cdot M_{IM}) + \sum_I (VA_I PVA_I ITAXR_I) \right) +$$

$$DISM_{SPL} \left( \sum_I PC_I XD_I (ITAXP_I + ITAX_I) \right) + PART_{SPL}YK +$$

$$+ PTR \cdot Y_{SPC}$$

para  $LL = EPR, EPU, EFI, HOG, SSPR$ .

Los ingresos de las administraciones públicas locales provienen también de los impuestos, de la participación en la remuneración del capital; y de las transferencias recibidas de la Administración Pública Central.

$$51) \quad SAVE_{HOG} = Y_{HOG} (1 - DIRECT_{HOG}) - CTOT - CONT$$

El ahorro de los hogares es igual al ingreso neto de impuestos, menos el consumo, menos los aportes a la seguridad social.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Las participaciones en los diversos impuestos se calibran de acuerdo a la información del año base.

<sup>25</sup> Los aportes parafiscales ya se han descontado en la ecuación (44).

$$52) \quad SAVE_{LL} = Y_{LL}(1 - DIRECT_{LL}), \text{ para } LL=EPR, EPU \text{ y } EFI.$$

El ahorro de las empresas es igual a su ingreso neto de impuestos directos.

$$53) \quad SAVE_{SSPR} = Y_{SSPR}(1 - DIRECT_{SSPR}) - RENSP \cdot (1 - PROPSS) \cdot CONT$$

El ahorro de la seguridad social privada se obtiene sustrayendo las prestaciones de seguridad social al ingreso neto de impuestos.

$$54) \quad SAVE_{SS} = Y_{SS} - GP_{SS} PXC_{SERG} + TR_{SS} + RE_{SS} + PRI_{SS} \\ - RENSS \cdot PROPSS \cdot CONT$$

El ahorro de la seguridad social pública es el ingreso, menos el gasto público que realiza, más transferencias, rentas y seguros, menos prestaciones de la seguridad social.

$$55) \quad SAVE_{SPC} = Y_{SPC} - GP_{SPC} PXC_{SERG} - \sum_{IE} (PE_{IE} E_{IE} - PWE_{IE} E_{IE} ER) - \\ TRANS - PTR \cdot Y_{SPC} + TR_{SPC} + RE_{SPC} + PRI_{SPC}$$

El ahorro del gobierno central es el ingreso, menos el gasto público, menos los subsidios a las exportaciones, menos las transferencias netas a la Seguridad Social, menos las transferencias a las Administraciones Públicas Locales.

$$56) \quad SAVE_{SPL} = Y_{SPL} - GP_{SPL} PXC_{SERG} + TR_{SPL} + RE_{SPL} + PRI_{SPL}$$

El ahorro del sector público local es su ingreso, menos el gasto público, más las rentas, transferencias y primas netas de seguros.

$$\sum_{LL} TR_{LL} + TR_{RM} ER = 0 \\ 57) \quad \sum_{LL} PRI_{LL} + PRI_{RM} ER = 0 \\ \sum_{LL} RE_{LL} + RE_{RM} ER = 0$$

para  $LL=HOG, EPR, PEU, SSPR, EFI, SPC, SPL$  y  $SS$ .

Los agregados de las rentas, transferencias y primas de seguros se igualan a cero.

$$58) \quad G_{SERG} = GP_{SPC} + GP_{SPL} + GP_{SS}$$

El gasto público es el agregado de gastos del gobierno central, los gobiernos locales y la seguridad social y se dirige en su totalidad al sector "servicios prestados por el gobierno".

$$59) \quad V_t = \sum_j X_j IO_{t,j}$$

$$ZINV_t = X_t INVENTA_t$$

La demanda intermedia (consumo intermedio) se determina mediante coeficientes fijos y la demanda de inventarios es una proporción fija de la producción.

$$60) \quad (TZPRIV + TZEMPUX) \sum_i PXC_i SHAREIP_t + (TZCONC + TZHOG) PXC_{CONS} = \\ SAVE_{HOG} + SAVE_{EPR} + SAVE_{EPU} + SAVE_{EFI} + SAVE_{SSPR} + SAVE_{SPC} + SAVE_{SPL} + \\ SAVE_{SS} + SAVE_{RM} ER - \sum_i ZPUB_t PXC_i - \sum_i ZINV_t PXC_i$$

El ahorro total es igual a la inversión total más la variación de inventarios.

$$61) \quad ZPRIV_t = SHAREIP_t (TZPRIV + TZEMPUX) + SHAREV_t (TZCONC + TZHOG)$$

La inversión privada se distribuye entre los sectores (inversión por origen) de acuerdo a vectores de coeficientes fijos.

$$62) \quad ZPUB_t = SHAREIU_t TZGOB$$

La inversión pública se distribuye también con coeficientes fijos.

$$63) \quad EP_{IP,IFLEX} = EEXO_{IP,IFLEX} \left( \frac{PWE_{IFLEX} IGA_{IP}}{PWR_{IFLEX}} \right)^{\kappa_{IP,IFLEX}}$$

$$E_{IFLEX} = \sum_{IP} EP_{IP,IFLEX}$$

Para modelar la demanda de exportaciones, se asumen funciones de demanda de elasticidad constante en los principales países o bloques, que compran las exportaciones colombianas, para luego agregar las demandas en una demanda total de exportaciones:

$$64) \quad SBI_{BANC} = KSBI \left( \sum_i (C_i + G_i + ZPRIV_t + ZPUB_t + ZINV_t + V_t + E_t) \right)^{ESBI}$$

Los servicios bancarios imputados tienen una elasticidad positiva respecto al volumen de transacciones realizadas en la economía.

$$65) \quad XC_t = V_t + C_t + G_t + ZPRIV_t + ZPUB_t + ZINV_t + SBI_t$$

Esta es la condición de equilibrio de los mercados domésticos.

$$66) \quad IPC = \sum_I PXC_I PONDERA_I$$

El índice de precios se obtiene como una suma ponderada de precios de los bienes en la economía.

$$67) \quad \sum_{IM} PWM_{IM} M_{IM} + TR_{RM} + RE_{RM} + PRI_{RM} + PARTRE \cdot \sum_I (WL_{C,I} TDL_{C,I}) / ER = \\ \sum_{IE} PWE_{IE} E_{IE} + SAVE_{RM} + COMPEXT + REMEXT$$

Esta es la condición de equilibrio del mercado de divisas. Por la ley de Walras, es una condición redundante, que no se hace explícita en el modelo.

## **ANEXO 2**

### **CIERRE MACROECONÓMICO DEL MODELO.**

El modelo permite tres cierres básicos: un cierre “guiado por la inversión” con ajuste “keynesiano” (cierre básico), un cierre “guiado por la inversión” con ajuste “clásico” (cierre alternativo) y un cierre “guiado por el ahorro” (cierre neoclásico).

En el CIERRE BASICO, la inversión privada (TZPRIV) es exógena. El consumo se determina mediante una función keynesiana de consumo (ecuaciones (39) y (40)) y la variable de nivel de actividad económica (ICAP) es endógena.

En el CIERRE ALTERNATIVO, la inversión privada (TZPRIV) es también exógena. El consumo se determina como una proporción fija del ingreso (ecuación (41)), pero el parámetro de proporcionalidad es endógeno. La variable ICAP se determina exógenamente.

En el CIERRE NEOCLÁSICO, la inversión es endógena y se ajusta al ahorro. El consumo se determina como una proporción fija del ingreso (ecuación (41)) dada una proporción constante del ingreso (TCONS). La variable ICAP está exógenamente determinada.

### **ANEXO 3**

#### **VARIABLES DEL MODELO**

##### **BLOQUE DE PRECIOS**

$PD_i$	PRECIOS DOMESTICOS
$PR_i$	PRECIOS DOMESTICOS DE LA RAMA
$PM_i$	PRECIOS DOMESTICOS DE LAS IMPORTACIONES
$PE_i$	PRECIO DE LAS EXPORTACIONES
$PX_i$	PRECIO PROMEDIO DE LAS VENTAS
$MU_i$	MARKUP
$ICAP$	INDICE GLOBAL DE CAPACIDAD
$PC_i$	PRECIO DEL BIEN COMPUESTO
$PIC_i$	PRECIO DEL BIEN COMPUESTO CON IMPUESTOS
$PXC_i$	PRECIO DEL BIEN COMPUESTO INCLUYENDO MARGENES
$PWM_i$	PRECIO MUNDIAL DE LAS IMPORTACIONES
$PWE_i$	PRECIO MUNDIAL DE LAS EXPORTACIONES
$PVA_i$	PRECIO DE VALOR AGREGADO
$PACT_i$	PRECIO DEL BIEN NETO DE IMPUESTOS INDIRECTOS
$PDNC$	PRECIO GENERAL DE LA PRODUCCION NO CARACTERISTICA
$ER$	TASA DE CAMBIO
$IPC$	INDICE DE PRECIOS
$TE_i$	IMPUESTOS O SUBSIDIOS A LAS EXPORTACIONES
$TM_i$	TASA ARANCELARIA.
$ITAXR_i$	IMPUESTO INDIRECTOS A LA RAMA
$ITAXP_i$	IMPUESTOS INDIRECTOS SOBRE EL PRODUCTO
$ITAX_i$	IMPUESTO AL VALOR AGREGADO

##### **\*BLOQUE DE PRODUCCION**

$X_i$	PRODUCCION TOTAL
$DC_i$	PRODUCCION DOMESTICA DE BIEN CARACTERISTICO
$DNC_i$	PRODUCCION NO CARACTERISTICA
$DR_i$	PRODUCCION TOTAL DE LA RAMA
$IU_i$	INDICE DE USO DE LA CAPACIDAD INSTALADA
$VA_i$	VALOR AGREGADO
$E_i$	EXPORTACIONES
$EP_{IP,i}$	EXPORTACIONES DEL BIEN I AL PAIS IP
$M_i$	IMPORTACIONES
$XD_i$	BIEN COMPUESTO
$XDI_i$	BIEN COMPUESTO INCLUYENDO IMPUESTOS
$XC_i$	BIEN COMPUESTO MAS MARGENES DE COMERCIALIZACION Y TRANSPORTE
$D_i$	VENTAS DOMESTICAS DE PRODUCCION DOMESTICA

##### **\*BLOQUE DE FACTORES**

$WL_{L,i}$	SALARIO DEL TIPO DE TRABAJO "L" EN EL SECTOR "I"
$W_i$	REMUNERACION TRABAJO TOTAL EN EL SECTOR "I"
$WM_L$	SALARIO MEDIO DEL TIPO DE TRABAJO "L"

TDL <sub>L,I</sub>	DEMANDA DEL TRABAJO “L” EN EL SECTOR “I”
TD <sub>I</sub>	DEMANDA TOTAL DE TRABAJO EN EL SECTOR “I”
TS <sub>L</sub>	OFERTA TOTAL DEL TRABAJO “L”
TSURB	OFERTA TOTAL DE TRABAJO URBANO
KAP <sub>I</sub>	STOCK DE CAPITAL DEL SECTOR “I”
RELAU	RELACION ENTRE TRABAJO NO ASALARIADO Y NO CALIFICADO
WME	REMUNERACION MEDIA QUE EQUILIBRA EL MERCADO DEL TRABAJO CALIFICADO

#### **\*BLOQUE DE DEMANDA**

CTOT	CONSUMO NOMINAL TOTAL DE LOS HOGARES
CR	CONSUMO REAL DE LOS HOGARES
C <sub>I</sub>	CONSUMO DE LOS HOGARES
TCONS	PROPORCION DEL INGRESO QUE SE DEDICA AL CONSUMO EN FUNCIÓN CONSUMO ALTERNATIVA.
GP <sub>LL</sub>	GASTO PUBLICO, PARA LL=SPC, SPL Y SS.
G <sub>SERG</sub>	GASTO PUBLICO REAL TOTAL.
V <sub>I</sub>	DEMANDA INTERMEDIA
ZPRIV <sub>I</sub>	INVERSION PRIVADA
ZPUB <sub>I</sub>	INVERSION PUBLICA
ZINV <sub>I</sub>	DEMANDA DE INVENTARIOS
TZPRIV	TOTAL INVERSION PRIVADA REAL
TZEMPUX	INVERSION TOTAL DE LAS EMPRESAS PUBLICAS
TZCONC	INVERSION MEDIANTE CONCESIONES DE OBRAS PUBLICAS
TZHOG	INVERSION TOTAL EN VIVIENDA
TZGOB	INVERSION PUBLICA
INDICEK	INDICE DE PRECIOS DE LA INVERSION PRIVADA
SBI <sub>I</sub>	SERVICIOS BANCARIOS IMPUTADOS

#### **\*BLOQUE DE GENERACION DE INGRESOS**

Y <sub>LR</sub>	INGRESOS DE LA INSTITUCION “LR”
SAVE <sub>LR</sub>	AHORRO DE LAS INSTITUCIONES
CTOT	CONSUMO TOTAL DE LOS HOGARES
TR <sub>LR</sub>	TRANSFERENCIAS NETAS DE LA INSTITUCIÓN “LR”
RE <sub>LR</sub>	RENTAS DE LA PROPIEDAD NETAS DE LA INSTITUCIÓN “LR”
PRI <sub>LR</sub>	PRIMAS O INDEMNIZACIONES NETAS DE “LR”
CONT	CONTRIBUCIONES A LA SEGURIDAD SOCIAL
PARAF	APORTES PARAFISCALES (SENA ICBF)
COMPEXT	CONSUMO NETO DEL EXTERIOR
REMEXT	RENTAS DEL TRABAJO PROVENIENTES DEL EXTERIOR
YK	REMUNERACION TOTAL DEL CAPITAL.
TRANS	TRANSFERENCIAS ENTRE EL GOBIERNO CENTRAL Y LA SEGURIDAD SOCIAL

## PARAMETROS DEL MODELO.

$\theta_I$	PARTICIPACION EN FUNCION ARMINGTON
$\kappa_I$	ELASTICIDAD FUNCION ARMINGTON
$\delta_i$	PARTICIPACION EN FUNCION PRODUCCION
$BP_I$	ESCALA EN FUNCION PRODUCCION
$\rho_I$	ELASTICIDAD FUNCION PRODUCCIÓN
$\varepsilon_I$	PARTICIPACION FUNCION CET
$\omega_I$	ELASTICIDAD EN LA FUNCION CET
$\nu_I$	ELASTICIDAD EN LA AGREGACION TRABAJOS NO CALIFICADOS
$\tau_I$	PARTICIPACION EN AGREGACION DE TRABAJOS NO CALIFICADOS
$BT_I$	ESCALA EN AGREGACION TRABAJOS NO CALIFICADOS.
$\sigma_I$	ELASTICIDAD AGREGACION TRABAJO CALIFICADO Y NO CALIFICADO
$\eta_I$	PARTICIPACION AGREGACION TRABAJO CALIFICADO Y NO CALIFICADO
$BN_I$	ESCALA EN AGREGACION TRABAJO CALIFICADO Y NO CALIFICADO
$ELAST_I$	ELASTICIDAD EXPORTACIONES
$THETA_I$	CONSUMO MINIMO LES
$EME_I$	PARTICIPACION EN EL GASTO ADICIONAL FUNCION LES
$PPC_I$	PROPORCION DE PRODUCCION CARACTERISTICA EN LA PRODUCCION TOTAL DEL SECTOR.
$COMPNC_I$	VECTOR DE COMPOSICION DE LA PRODUCCION NO CARACTERISTICA.
$COMPX_I$	RELACION BIEN COMPUESTO SIN IMPUESTOS Y BIEN COMPUESTO CON IMPUESTOS.
$ACTX_I$	RELACION VALOR AGREGADO SIN IMPUESTOS A PRODUCCION TOTAL
$VAACT_I$	RELACION VALOR AGREGADO NETO DE IMPUESTO A VALOR AGREGADO TOTAL.
$PW_I$	PRECIOS INTERNACIONALES
$REL_{L,I}$	COEFICIENTES DE DEMANDA DE TRABAJO.
$WDIST_{L,I}$	FACTOR DE ESCALA DE REMUNERACIONES SECTORIALES
$MUCONST_I$	CONSTANTE DE LA FUNCION DE MARKUP
$MUELAST_I$	ELASTICIDAD DEL MARKUP AL NIVEL DE USO
$MUK_I$	MARKUP DE LOS SECTORES DE MARKUP FIJO
$MMARG_{I,J}$	MATRIZ DE MARGENES COMERCIALES
$MMARGT_{I,J}$	MATRIZ DE MARGENES DE TRANSPORTE
$DESEM_L$	DESEMPLEO EN EL TIPO DE TRABAJO I
$RELAUX$	PARAMETRO DE LA RELACION OFERTA NO ASALARIADA
$ELASTCP$	ELASTICIDAD DE LA OFERTA NO ASALARIADA
$LTD_I$	COEFICIENTE FIJO DE DEMANDA DE TRABAJO SECTORES IEBN

PARTRE	PORCENTAJE DE LA REMUNERACIÓN AL TRABAJO CALIFICADO, PAGADA A TRABAJADORES DEL EXTERIOR.
EXPEX	PARAMETRO DE LA SENDA DE EXPANSION DE LA FUNCION CET
IMPEX	PARAMETRO DE LA SENDA DE EXPANSION DE LA FUNCION DE ARMINGTON
CRK	NIVEL DE CONSUMO FIJO
PRH0	PROPENSION MARGINAL A CONSUMIR
$\kappa_{IP,I}$	ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA DE EXPORTACIONES, EN EL PAIS O BLOQUE <i>IP</i> .
$IGA_{IP}$	INDICE DEL NIVEL DE ARANCELES EN EL PAIS <i>IP</i>
$PWR_{IP,I}$	PRECIO DE LOS BIENES QUE COMPITEN CON LAS EXPORTACIONES NACIONALES DEL BIEN <i>I</i> EN EL PAIS <i>IP</i> .
$EXPEXP_{IP,I}$	PARÁMETRO EN LA SENDA DE EXPANSION DE LA FUNCION ARMINGTON DEL PAIS <i>IP</i> PARA EL BIEN <i>I</i> .
$XR_{IP,I}$	DEMANDA TOTAL DE IMPORTACIONES DE BIENES <i>I</i> POR EL PAIS <i>IP</i> .
BWMC	PONDERADOR DEL SALARIO ANTERIOR EN LA FUNCION DE AJUSTE PARCIAL DEL PRECIO DEL TRABAJO CALIFICADO
$IO_{I,J}$	COEFICIENTES DE INSUMO PRODUCTO
TASASS	TASA DE APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL
TASASI	TASA DE APORTES PARAFISCALES DE LOS TRABAJADORES CALIFICADOS
TASASN	TASA DE APORTES PARAFISCALES DE LOS TRABAJADORES NO CALIFICADOS ASALARIADOS.
$DIRECT_{LR}$	TASA DE IMPUESTOS DIRECTOS DE LA INSTITUCIONES "L".
RENSS	PROPORCION DE PRESTACIONES DE LA SEGURIDAD SOCIAL PUBLICA RESPECTO A LAS CONTRIBUCIONES
RENSP	PROPORCION DE PRESTACIONES DE LA SEGURIDAD SOCIAL PRIVADA RESPECTO A LAS CONTRIBUCIONES
PROPS.	PARTICIPACION DE LA SEGURIDAD SOCIAL PUBLICA EN LA SEGURIDAD SOCIAL TOTAL
$DIS_{LR}$	PARTICIPACION EN LOS IMPUESTOS DIRECTOS DE LAS INSTITUCIONES <i>IR=SPC, SPL</i> .
$DISM_{LR}$	PARTICIPACION EN LOS IMPUESTOS INDIRECTOS Y ARANCELES DE LAS INSTITUCIONES <i>LR=SPC, SPL</i> .
$PART_{LR}$	PARTICIPACION DE LA INSTITUCION <i>LR</i> EN LA REMUNERACIÓN TOTAL DEL CAPITAL.
PTR	PARTICIPACIÓN DE LAS ADMINISTRACIONES LOCALES EN LOS INGRESOS DEL NIVEL CENTRAL.
$SHAREIP_I$	PARTICIPACION DEL SECTOR "I" EN LA INVERSIÓN PRIVADA, POR ORIGEN.
$SHAREV_I$	PARTICIPACION DEL SECTOR "I" EN LA INVERSIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y CONCESIONES.
$SHAREIU_I$	PARTICIPACION DEL SECTOR "I" EN LA INVERSIÓN PUBLICA.
$PONDERA_I$	PONDERADOR DEL ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR.

KSBI	CONSTANTE DE LA FUNCION DE SERVICIOS BANCARIOS IMPUTADOS
ESBI	ELASTICIDAD DE LOS SERVICIOS BANCARIOS IMPUTADOS AL NIVEL DE ACTIVIDAD ECONOMICA

## BIBLIOGRAFIA

ANDI. *Encuesta de Opinión Industrial Conjunta EOIC*. Varios años.

Arango, Juan Pablo, et al (1997). “*Un modelo de Equilibrio General Computable con Competencia imperfecta para Colombia*”. Archivos de Macroeconomía. Junio de 1997.

Bussolo, M, Roland-Holst, D. And Mensbrugge, D. (1998) *The technical specification of FEDESARROLLO's long run general equilibrium model*. Working Paper

Concha, Alvaro (1992). *Una aplicación para Colombia de los Modelos de Equilibrio General Computable. El COLCGE*. Trabajo de Grado de Magister en Teoría Económica. Universidad Nacional de Colombia. Mimeo.

DANE (2000). Bases de Contabilidad Nacional Según el SCN 1993. 3ª edición.

DANE. (1999) *El consumo de los hogares en 23 capitales de departamentos colombianos. Informe Especial*. Boletín de Estadística. No. 558. DANE

Devarajan, S., Go, D.S., and Li, H. (1999). *Quantifying the fiscal effects of trade reform: a general equilibrium model estimated for 60 countries*. The World Bank

Ginsburgh, Victor and Michel Keyzer (1997). *The Structure of Applied General Equilibrium Models*. The MIT Press.

Gracia, O y Hernández, G. (1997). *Estimación y calibración de sistemas flexibles de gasto*. Archivos de Macroeconomía. Documento 56. DNP

Hernández, Gustavo Hernández y Juan Manuel Ramírez (1999). *Complementariedades factoriales y cambio técnico en la industria colombiana*. Archivos de Economía. Documento 117. DNP

Iregui, Ana María (2001) *Tax exporting: an analisis using a multiregional CGE model*. Borradores de Economía. No. 171. Banco de la República

Misas, M., Ramírez, M.T. y Silva, L.F. (2001) *Exportaciones no tradicionales en Colombia y sus determinantes*. Borradores de Economía. No. 178. Banco de la República

Oliveros, Hugo y Silva, Luisa Fernanda (2001). *La demanda por importaciones en Colombia*. Borradores de Economía. No. 187. Banco de la República

Zuccardi, Igor Esteban (2001). *Demanda por importaciones en Colombia: una estimación*. Archivos de Economía. Documento 153. DNP