



*Martino Boccignone, Mugombwa (Rwanda)*

**Evaluando impactos externos mediante  
un modelo de equilibrio general computable  
con competencia imperfecta:  
El caso colombiano**

*Jesús Alonso Botero  
Diana Catalina Gutiérrez*

Ecos de Economía No. 27. Medellín, octubre de 2008, pp. 35-74

*Jesús Alonso Botero*  
*Diana Catalina Gutiérrez*

### **Resumen**

Mediante un modelo de equilibrio general computable, en el que se discrimina un sector informal en la economía, se modela el sector formal como un mercado de competencia monopolística. Además de incluir mercados de trabajo discriminados, este modelo también evalúa el impacto del creciente flujo de inversión extranjera, del aumento de precio de los bienes básicos, y del aumento del volumen de las exportaciones sobre la economía colombiana. Se concluye que algo más de la mitad del crecimiento observado puede explicarse por el efecto de los factores mencionados. No obstante, se señala la importancia de las políticas internas para aprovechar las coyunturas favorables, y para minimizar el efecto de circunstancias negativas sobre el desempeño económico.

**Palabras Clave:** Modelo de Equilibrio General Computable, Competencia Imperfecta, Competencia Monopolística, Colombia.

### **Abstract**

Based on a computable general equilibrium model, in which an informal sector in the economy is discriminated, the formal sector is modeled as a monopolistic competition market. In addition to include discriminated labour markets, this model also includes the assessment impacts such as the increment of: foreign investment flows, price of commodities, and the volume of exports in the Colombian economy. This paper concludes that just over half of the observed growth can be explained by the effect of the above factors, and highlights the importance of domestic policies to take advantage of the good times, and to minimize the effect of negative circumstances on economic performance.

**Keywords:** Computable General Equilibrium Model, Imperfect Competition, Monopolistic Competition, Colombia.

**JEL Classification:** D50, D58, D59, F12

# **Evaluando impactos externos mediante un modelo de equilibrio general computable con competencia imperfecta: El caso colombiano**

*Jesús Alonso Botero Diana Catalina Gutiérrez*

## **1. Introducción**

Durante el año 2007, la economía Colombiana creció a una tasa record del 8.2%, sólo superada en los últimos treinta años por la tasa de crecimiento observada en 1978, del 8.5%. A este crecimiento contribuyeron, sin duda, varias circunstancias de política interna, como la lucha contra la guerrilla, que ha creado un clima favorable para el inversión; la política monetaria expansiva, que a pesar de los incrementos graduales en la tasa de interés, emprendidos desde abril de 2006, mantuvo sin embargo tasas de interés reales inferiores al 3%<sup>1</sup>; y una política tributaria de fomento a la inversión, que concede descuentos tributarios del 40% sobre las inversiones en activos productivos. Pero, sin duda, el país se benefició también de un conjunto de factores externos, que hicieron del año 2007 un año particularmente fecundo desde el punto de vista de la coyuntura internacional: abundancia de recursos en los mercados financieros externos; un entorno de precios favorables de los “commodities”; un incremento importante de las exportaciones de los

---

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2008. Fecha de aceptación: 24 de septiembre de 2008.

\* Profesor del Departamento de Economía de la Universidad EAFIT, miembro del Grupo de Estudios en Microeconomía Aplicada. E-mail: jabotero@eafit.edu.co

\*\* Profesora del Departamento de Economía de la Universidad EAFIT, miembro del Grupo de Estudios en Microeconomía Aplicada. E-mail: dgutier4@eafit.edu.co

<sup>1</sup> La tasa de los certificados de depósito a término (DTF) fue en promedio del 8.11%. Con una tasa de inflación del 5.69%, ello corresponde a una tasa real de captación del 2.29%.

“commodities” exportados por Colombia<sup>2</sup>; y un aumento significativo de la demanda de exportaciones colombianas por de parte de Venezuela, asociada a las profundas transformaciones estructurales que se viven ese país y que le han generado un gran aumento de la dependencia de bienes importados para atender el consumo interno<sup>3</sup>. Dado que el entorno internacional se ha alterado significativamente en los últimos meses, es de extrema importancia sopesar el impacto de los factores externos e internos en el auge vivido, de manera tal que pueda comprenderse a la vez qué impacto tendrá sobre la economía del país el tránsito a un entorno internacional recesivo como el actualmente observado.

El presente artículo busca evaluar el impacto que los factores externos tuvieron sobre el crecimiento económico del país, mediante un modelo de equilibrio general computable, calibrado para 2005, y cuyas principales características son la discriminación de un sector informal en la economía, la modelación del sector formal como un mercado de competencia monopolística, y la endogenización del efecto de los precios de las importaciones sobre el mark-up óptimo de los productores en el sector formal<sup>4</sup>. El ejercicio realizado parte de replicar la evolución de la economía colombiana entre 2006 y 2007, para realizar después, sobre este último año, simulaciones de escenarios alternativos en las variables externas, y particularmente, en la demanda de exportaciones de Venezuela, en el precio y la cantidad de los commodities, y en el flujo de inversión extranjera directa.

El artículo incluye, además de esta introducción, cuatro secciones. En la sección segunda, se describen las características esenciales del modelo. La sección tercera se ocupa de la información utilizada para la calibración. La sección cuatro, reporta los resultados de los ejercicios de estática comparativa, para abordar, en la sección quinta, las conclusiones.

## **2. Descripción del Modelo**

---

<sup>2</sup> Colombia exporta petróleo, carbón, ferróníquel y café. Las exportaciones de esos bienes representaron 14.207 millones de dólares en el 2007, un 7% del PIB

<sup>3</sup> El aumento de las exportaciones a Venezuela ha estado acompañado por una significativa recomposición de las exportaciones colombianas por destino: paralelamente al crecimiento de las exportaciones a Venezuela, se ha presentado un importante decrecimiento de las exportaciones no tradicionales al resto del mundo (incluyendo Estados Unidos).

<sup>4</sup> Ver Botero (2008) para el análisis detallado del modelo de competencia imperfecta.

El punto de partida es un modelo recursivo, en el que se introduce competencia imperfecta, segmentación de mercados laborales, un régimen dual de cierre ahorro-inversión, y un mecanismo de ajuste endógeno de la productividad; y en el que el precio del capital determina el nivel de uso de la capacidad instalada, dado el stock de capital disponible, que se ajusta anualmente agregando la inversión realizada en el período anterior al saldo depreciado del stock de capital.

Se consideran tres sectores productivos: el sector moderno transable (que produce básicamente bienes), el sector moderno no transable<sup>5</sup> (que produce fundamentalmente servicios), y el sector informal:

- Los sectores modernos se modelan como sectores en competencia monopolística<sup>6</sup>. Los empresarios fijan un mark-up para determinar el precio de sus productos, y producen la cantidad que resulta demandada por los consumidores. El markup es endógeno, es decir, depende del precio de los bienes importados que compiten con el bien producido.
- El tercer sector produce servicios informales a partir de trabajo no asalariado, y vende sus servicios tanto a empresas como a hogares en combinación con bienes o servicios del sector formal.

Los tres sectores demandan trabajo calificado y no calificado: la oferta de trabajo calificado, que se determina exógenamente, se equilibra con la demanda a través de cambios en el precio, dado un nivel friccional de desempleo. El mercado de trabajo no calificado está, en cambio, segmentado: la oferta total se distribuye entre el mercado formal y el mercado informal en función del ingreso esperado del trabajo en cada mercado<sup>7</sup>. Para el mercado formal el precio es exógeno, y el nivel de

<sup>5</sup> Son transables las actividades agropecuarias, mineras, industriales, los servicios de transporte aéreo y marítimo, y los servicios a las empresas. Se consideran como no transables los servicios de electricidad, gas y agua, la construcción, el comercio, los servicios de restaurantes y hoteles, el transporte terrestre, los servicios de correo y telecomunicaciones, los servicios de intermediación financiera, los servicios inmobiliarios, el alquiler de vivienda, los servicios sociales, comunales y personales.

<sup>6</sup> Ver Botero (2008).

<sup>7</sup> El mecanismo empleado se inscribe en la tradición de Harris and Todaro (1970).

desempleo endógeno; el mercado informal, por su parte, se equilibra por precio, dado un nivel exógeno de desempleo friccional.

El costo de uso de capital es exógeno (determinado por las políticas fiscal y monetaria). El empresario determina su uso de capacidad instalada para igualar el rendimiento marginal al costo de uso, haciendo así endógeno el índice de uso de la capacidad instalada.

La demanda de consumo se modela mediante un sistema lineal de gasto: el consumidor elige entre los bienes y servicios del sector moderno y los servicios informales. La elasticidad ingreso de los servicios informales es baja; es mayor la elasticidad de los bienes transables; y aún mayor la de los servicios no transables. Sólo los bienes transables son sensibles a la tasa de cambio.

Para el cierre en el sector externo, el flujo de capitales se descompone en tres elementos: variación en reservas, inversión extranjera directa y otros flujos. La variación en reservas puede utilizarse para el cierre del mercado de divisas, o fijarse exógenamente cuando se deje flotar la tasa de cambio. La inversión extranjera directa depende del grado de apertura de la economía. Los otros flujos de capital son exógenos.

El sector público recibe ingresos que dependen de las tasas impositivas, y determina un plan de gasto exógeno. Su ahorro es, por tanto, residual.

Las importaciones se modelan mediante el sistema de Armington: el consumidor minimiza el gasto, determinando la proporción óptima de bienes importados a bienes domésticos, dada la elasticidad de sustitución entre ellos (que se supone alta, para reflejar la progresiva inserción de la economía colombiana en la economía mundial)<sup>8</sup>.

Las exportaciones se modelan mediante una función CET de dos niveles: en el primer nivel, se agregan exportaciones a diferentes destinos (en este caso, Venezuela, Estados Unidos y el resto del mundo); en el segundo nivel, se agregan esas exportaciones y la producción destinada a mercados domésticos.

La demanda, por su parte, se modela mediante un sistema Armington, en el que se asume que el país compite con el resto del mundo para atender las importaciones totales del mundo. Para 2005, las importaciones totales del mundo (netas de las transacciones internas de la Unión Europea) ascendieron a 8110 miles de millones de dólares, siendo las exportaciones colombianas 21.2 millones de dólares. Para una elasticidad de sustitución de 0.5<sup>9</sup>, se calibra la función Armington para el resto del mundo, y se utiliza la senda de expansión y la totalización de exportaciones en el modelo.

El modelo define una productividad máxima alcanzable, que depende de factores exógenos, del grado de apertura de la economía y de la inversión extranjera directa<sup>10</sup>. La formulación puede captar externalidades provenientes de otras fuentes: inversión extranjera directa; inversión en infraestructura, etc. Pero cumple, además, un papel crucial en el cierre macroeconómico: el modelo es, en general, guiado por el ahorro, pero admite que operen restricciones a la inversión. En este caso, el ajuste se da vía productividad.

Las restricciones a la inversión se modelan a través de un límite superior a la inversión privada. Esta restricción y la ecuación de productividad, que se expresa también como una desigualdad, permiten que el modelo tenga un doble régimen de cierre. Cuando el límite superior de la inversión privada es mayor que el ahorro generado, entonces el modelo es “guiado por el ahorro”: la cantidad de ahorro disponible

---

<sup>8</sup> El valor usado (10) es alto respecto a los valores tradicionalmente usados en la modelación. Sin embargo, algunos estudios usan valores aún más altos, como Harrison, Rutherford and Tarr (2001), que asumen valores del orden de 15 para el caso chileno, aduciendo, además de estudios econométricos que sugieren que esas elasticidades no son significativamente distintas de infinito, el hecho de que deben aumentar con el tiempo. Nuestra experiencia es que valores bajos de dicha elasticidad, no permiten reproducir el acelerado crecimiento que han tenido las importaciones en Colombia en los últimos años. Una discusión general acerca de las elasticidades se encuentra en McDaniel y Balistrerie (2002).

<sup>9</sup> Esta elasticidad de sustitución baja en los mercados de destino, refleja la dificultad de acceder a nuevos mercados mediante políticas exclusivas de precio.

<sup>10</sup> McGrattan y Prescott (2007) desarrollan un modelo en el que la inversión extranjera directa se incorpora como “capital tecnología” a la economía que recibe el flujo de inversión, afectando de esta manera su productividad factorial total.

determina la inversión alcanzable, y la productividad alcanza, por su parte, su máximo nivel posible. Cuando, en cambio, el límite superior de la inversión es inferior al ahorro, el modelo se convierte en un modelo “guiado por la inversión”: ésta determina el ahorro, y el ajuste se produce a través de la productividad, que se ajusta para permitir la igualdad de ahorro e inversión. De esta manera la productividad es cíclica: ante un shock exógeno negativo en la inversión, se ajusta negativamente.

### **Cierre del Modelo**

Para el cierre del modelo, se fijan las siguientes variables:

1. Índice de precios.
2. Salario del trabajo no calificado.
3. Costo de uso del capital.
4. Gasto público.
5. Variación de las reservas internacionales del país.
6. Inversión pública.
7. Stock de capital.
8. Transferencias del exterior.
9. Tasa de desempleo de la mano de obra calificada.

El modelo se resuelve recursivamente: calcula el equilibrio del período “t”, dado el stock de capital existente, y determina el stock de capital del período “t+1”, agregando la inversión del período “t” al stock depreciado de “t”. Con el nuevo stock (y los valores actualizados de parámetros y variables exógenas) calcula el equilibrio de “t+1”.

## **3. Bases de Datos**

### **3.1 Matriz de contabilidad social (SAM)**

La Matriz de Contabilidad Social de Colombia se construyó empleando básicamente datos de las Cuentas Nacionales producidas

por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Para tal efecto se emplean los siguientes cuadros de salida<sup>11</sup>:

- Cuentas económicas integradas – 2005
- Matriz de oferta de productos - 2005
- Matriz de utilización de productos – 2005

De igual forma, se emplea datos del stock de capital, los impuestos y subvenciones por rama, que corresponden a una construcción propia<sup>12</sup>, y datos de empleo contruados y facilitados por el Banco de la República – Sede Medellín.

La matriz es “rama-producto”, y se resume en el Tabla 3.1.

Las entradas de dicha matriz se definen así:

1. Rama Transables: corresponde a los sectores que producen esencialmente bienes y servicios transables: Agropecuario, silvicultura, caza y pesca; explotación de minas y canteras; industria manufacturera; servicios de transporte acuático, aéreo y complementarios y auxiliares, y servicios a las empresas, excepto los financieros e inmobiliarios<sup>13</sup>.
2. Rama no transable: corresponde a sectores que producen básicamente bienes o servicios difícilmente transables: Electricidad, gas y agua; construcción comercio, reparación, restaurantes y hoteles; servicios de transporte terrestre; servicios de correo y telecomunicaciones; servicios de intermediación financiera y servicios conexos; servicios inmobiliarios y alquiler de vivienda, servicios sociales, comunales y personales<sup>14</sup> - Millones de Pesos.

<sup>11</sup> La magnitud de las fuentes de información que abastecen una SAM depende de la especificación que se pretenda conseguir con ésta, y de los efectos de política que se quieran simular.

<sup>12</sup> El stock de capital se construye a partir de la serie de formación bruta de capital fijo de 1925 a 2005. Los impuestos y subvenciones se calculan a partir de una matriz detallada de impuestos del DANE, correspondiente a 2002.

<sup>13</sup> Ramas 1- 9, 12 - 38, 45 - 47 y 51 de las Cuentas Nacionales.

<sup>14</sup> Ramas 10-11, 39-44, 48-50 y 52-59, además de los servicios de intermediación financiera medidos indirectamente.

3. Rama Informal: agrupa el empleo no asalariado en todas las ramas de la economía, valorado a partir del denominado “ingreso mixto” en las Cuentas Nacionales.
4. Productos Transables.
5. Productos No Transables.
6. Producto Informal.
7. Remuneración del Trabajo Calificado: trabajadores que tienen algún grado de educación superior.
8. Remuneración del Trabajo No Calificado: trabajadores con educación básica, o menor escolaridad.
9. Remuneración del Capital: excedente bruto de explotación de la economía.
10. Sector Público: agrupa las transacciones de las Administraciones Públicas.
11. Sector Privado: hace alusión a los hogares, las instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares y tanto las sociedades financieras como las no financieras.
12. Impuestos arancelarios: para efectos de política es de interés tener estos discriminados con respecto a los otros impuestos que se tienen que pagar al gobierno.
13. Transacciones Interinstitucionales: resumen las transacciones entre sector público y sector privado.
14. Ahorro: hace referencia tanto a la inversión en formación bruta de capital fijo y de inventarios como al ahorro que hacen el sector público y el sector privado.
15. Resto del Mundo: corresponde a las importaciones, las exportaciones y a las transferencias netas del resto del mundo.

**Tabla 3.1**  
Matriz de Contabilidad Social para Colombia 2005<sup>14</sup> - Millones de Pesos

	Ra-Trans	Re-No Trans	Ra- Informal	Pi-Trans	Pi-No Trans	Pi- Informal	Calif	No calif	K	GOB	PRIV	Imp. Aranc	TRANSINT	INVENT	INVERS.	R del M
Ra-Trans				224919066.9	2323622	0										227242688.9
Ra-No Trans				2900138	236371229.4	0										239271367.4
Ra- Informal				0	0	64585379										64585379
Pi-Trans	92116282	53075606	0						0	78724790.94	0		2666363	23381946	57231447	309194424.9
Pi-No Trans	53575663	51240851	0						48901769	56560576.37	0		-192604	33448253	11435540	244676048.4
Pi- Informal	10991840.94	9429532.372	0						0	44164005.69	0		0	0	0	64585379
Calif	11569703.46	38925887.42	20421373.31													73410
No calif	14753865.54	26952123.58	44164005.69													85571994.81
K	41718844	56206088	0													97924932
GOB	2516490	1443279	0	18780189	4714907	0	4978127.031	4111797.969	9250801		22200621	3144108				71140320
PRIV							65968955.16	81760196.84	88674131	10686617			4234096			251330954
Imp. Aranc				3144108	0	0										3144108
TRANSINT										5121376						5121376
AHO				59450923	1266290	0				6430558	49680960					3192430
R del M	227242688.9	239271367.4	64585379	309194424.9	244676048.4	64585379	70990374.19	85871994.81	97924932	71140320	251330954	3144108	887280	2473749	56830199	61647785

Fuente: Construcción de los autores

<sup>14</sup> Para efectos de Análisis en la Matriz se separaron los inventarios de la inversión, pero el agregado de los dos se iguala al ahorro.

### 3.2 Datos de Exportaciones

Con el fin de determinar cual efecto, si el de cantidad o precio, ha influido más en el crecimiento de las exportaciones se calculó un índice agregado para las exportaciones tradicionales y las exportaciones no tradicionales, empleando estadísticas de la DIAN sobre exportaciones en cantidad (Toneladas).

Analizando las exportaciones tradicionales se puede notar que el aumento de éstas está más influenciado por el aumento de los precios de los bienes. Por ejemplo, las exportaciones del 2007 con respecto a las del 2005 crecieron un 37% aproximadamente, del cuál un 29.5% se debe al aumento de precios y tan solo un 5.8% a aumento en la cantidad. De los bienes exportables tradicionales, el níquel fue el que más contribuyó al aumento de las exportaciones, creciendo a tasas de 127% en el periodo analizado.

**Tabla 3.2**

Índices de valor, cantidad y precio de las exportaciones tradicionales

<b>EXPORTACIONES TRADICIONALES</b>			
<b>(Millones de dólares FOB)</b>			
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
PETRÓLEO	5,559	6,328	7,318
CAFÉ	1,471	1,461	1,714
CARBÓN	2,598	2,913	3,495
NÍQUEL	738	1,107	1,680

<b>ÍNDICE DE VALOR</b>			
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
PETRÓLEO	1	1.13838819	1.316407425
CAFÉ	1	0.993591375	1.165696424
CARBÓN	1	1.12115589	1.344993203
NÍQUEL	1	1.500503078	2.277470476
<b>Índice General</b>	<b>1</b>	<b>1.139299133</b>	<b>1.370594623</b>

<b>ÍNDICE DE CANTIDAD</b>			
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
PETRÓLEO	1	0.989777431	0.992802576
CAFÉ	1	0.975984168	1.03790985
CARBÓN	1	1.112699044	1.266914838
NÍQUEL	1	1.023610991	0.983587211
<b>Índice General</b>	<b>1</b>	<b>1.019977965</b>	<b>1.058273551</b>

<b>ÍNDICE DE PRECIOS</b>			
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
PETRÓLEO	1	1.150145633	1.325950855
CAFÉ	1	1.018040464	1.123119146
CARBÓN	1	1.0076003	1.06162874
NÍQUEL	1	1.465891917	2.31547386
<b>Índice General</b>	<b>1</b>	<b>1.116984065</b>	<b>1.295123196</b>

Fuente: Cálculos propios

En cuanto a las exportaciones no tradicionales también se puede notar que el aumento de éstas es debido al aumento del precio de las exportaciones.

**Tabla 3.3**  
Índices de valor, cantidad y precio de las exportaciones no tradicionales

	ÍNDICE DE VALOR			ÍNDICE PRECIO			ÍNDICE CANTIDAD		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
100	1.0000	1.0897	1.2297	1.0000	1.0857	1.1937	1.0000	1.0037	1.0301
<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>									
111	1.0000	1.0877	1.2259	1.0000	1.0829	1.1939	1.0000	1.0045	1.0269
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA									
113	1.0000	1.3447	1.4935	1.0000	0.8761	0.7997	1.0000	1.5348	1.8676
CAZA ORDINARIA									
121	1.0000	1.8783	2.5560	1.0000	1.1800	1.1426	1.0000	1.5917	2.2369
SILVICULTURA									
122	1.0000	0.6850	1.4661	1.0000	1.0156	1.2196	1.0000	0.6745	1.2021
EXTRACCIÓN DE MADERA									
130	1.0000	0.9630	1.0849	1.0000	1.3049	1.2602	1.0000	0.7380	0.8609
PESCA									
<b>SECTOR MINERO</b>									
200	1.0000	1.3849	2.0832	1.0000	1.3287	1.4967	1.0000	1.0424	1.3919
EXTRACCIÓN DE MINERALES METÁLICOS									
230	1.0000	1.4758	1.7553	1.0000	0.5481	48.2740	1.0000	2.6928	0.0364
EXTRACCIÓN DE OTROS MINERALES									
290	1.0000	1.1342	2.9882	1.0000	1.1474	2.0807	1.0000	0.9885	1.4361
SECTOR INDUSTRIAL									
300	1.0000	1.1967	1.5450	1.0000	1.2373	1.5493	1.0000	0.9672	0.9972
PROD ALIMENTICIOS, BEBIDAS Y TABACO									
31	1.0000	1.1252	1.4243	1.0000	1.3143	1.7100	1.0000	0.8561	0.8329
PROD ALIMENTICIOS EXCEP. BEBIDAS									
311	1.0000	1.1693	1.5204	1.0000	1.3750	1.8326	1.0000	0.8504	0.8296
FABRICACIÓN DE PROD. ALIMENTICIOS EXCEP. BEBIDAS									
312	1.0000	1.0246	1.2025	1.0000	1.1539	1.3519	1.0000	0.8880	0.8895
FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS									
313	1.0000	0.9963	0.9759	1.0000	1.1164	1.2980	1.0000	0.8924	0.7518
FABRICACIÓN DE BEBIDAS									
314	1.0000	0.8837	1.1326	1.0000	0.9909	1.1098	1.0000	0.8918	1.0205
INDUSTRIA DEL TABACO									
32	1.0000	1.0788	1.6584	1.0000	0.9927	1.3226	1.0000	1.0867	1.2539
<b>TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR</b>									
321	1.0000	1.1435	1.9030	1.0000	1.0357	1.3357	1.0000	1.1041	1.4247
FABRICACIÓN DE TEXTILES									
322	1.0000	0.9681	1.1998	1.0000	1.0822	1.6500	1.0000	0.8946	0.7272
FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR EXCEP. CALZADO									
323	1.0000	1.1891	2.1506	1.0000	0.9844	1.6505	1.0000	1.2080	1.3030
INDUSTRIA DEL CUERO Y SUS DERIVADOS									
324	1.0000	1.1964	2.4192	1.0000	1.2426	1.6157	1.0000	0.9628	1.4973
INDUSTRIA DE CALZADO									
33	1.0000	1.2194	1.7719	1.0000	1.0651	1.4205	1.0000	1.1449	1.2474
<b>INDUSTRIA MADERERA</b>									
324	1.0000	1.1964	2.4192	1.0000	1.2426	1.6157	1.0000	0.9628	1.4973
INDUSTRIA DE CALZADO									
33	1.0000	1.2194	1.7719	1.0000	1.0651	1.4205	1.0000	1.1449	1.2474
<b>INDUSTRIA MADERERA</b>									

	ÍNDICE DE VALOR			ÍNDICE PRECIO			ÍNDICE CANTIDAD			
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	
331	MADERA Y SUS PRODUCTOS	1.0000	1.2665	2.0312	1.0000	1.1036	1.7498	1.0000	1.1476	1.1608
332	MUEBLES DE MADERA	1.0000	1.1935	1.6296	1.0000	1.0503	1.0750	1.0000	1.1363	1.5159
34	<b>FABRICACIÓN DE PAPEL Y SUS PRODUCTOS</b>	1.0000	1.1605	1.4929	1.0000	1.0851	1.2524	1.0000	1.0695	1.1920
341	PAPEL Y SUS PRODUCTOS	1.0000	1.2184	1.5599	1.0000	1.1226	1.2675	1.0000	1.0853	1.2307
342	IMPRESNTAS Y EDITORIALES	1.0000	1.0732	1.3919	1.0000	1.0820	1.3888	1.0000	0.9919	1.0022
35	<b>FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS</b>	1.0000	1.1449	1.4004	1.0000	1.0432	1.1659	1.0000	1.0975	1.2011
351	FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS INDUSTRIALES	1.0000	1.0843	1.2778	1.0000	1.0100	1.1037	1.0000	1.0736	1.1578
352	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS	1.0000	1.1984	1.4927	1.0000	1.0367	1.0648	1.0000	1.1560	1.4019
353	REFINERÍAS DE PETRÓLEO	1.0000	1.5676	1.6094	1.0000	1.2573	1.3406	1.0000	1.2467	1.2005
354	FABRICACIÓN DE PROD. DERIVADOS DEL PETRÓLEO	1.0000	1.7347	1.8570	1.0000	1.2387	1.5324	1.0000	1.4004	1.2119
355	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO	1.0000	1.2562	1.5116	1.0000	1.1767	1.3488	1.0000	1.0676	1.1207
356	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS PLÁSTICOS	1.0000	1.1642	1.5226	1.0000	1.0188	1.2722	1.0000	1.1427	1.1968
36	<b>MINERALES NO METÁLICOS</b>	1.0000	1.2292	1.4282	1.0000	1.2780	1.4638	1.0000	0.9618	0.9756
361	FABRICACIÓN DE OBJETOS DE BARRO, LOZA, ETC	1.0000	1.1488	1.2812	1.0000	1.0972	1.1795	1.0000	1.0470	1.0862
362	FABRICACIÓN DE VIDRIO Y SUS PRODUCTOS	1.0000	1.3724	1.3570	1.0000	1.0510	1.3455	1.0000	1.3058	1.0085
369	FABRICACIÓN DE OTROS PROD. MINERALES NO METÁLICOS	1.0000	1.1828	1.5229	1.0000	1.2590	1.5689	1.0000	0.9395	0.9707
37	<b>METÁLICAS BÁSICAS</b>	1.0000	1.0394	1.0327	1.0000	1.1163	1.2846	1.0000	0.9312	0.8040
371	INDUSTRIAS BÁSICAS DE HIERRO Y ACERO	1.0000	0.9843	0.8739	1.0000	1.0558	1.1540	1.0000	0.9323	0.7573
372	INDUSTRIAS BÁSICAS DE METALES NO FERROSOS	1.0000	1.2469	1.6310	1.0000	1.3631	1.0982	1.0000	0.9148	1.4852
38	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	1.0000	1.2188	1.7001	1.0000	1.0630	1.1947	1.0000	1.1466	1.4230
381	FABR. PROD. METÁLICOS EXCEP. MAQUINARIA Y EQUIPO	1.0000	1.3188	1.5772	1.0000	1.1969	1.3051	1.0000	1.1018	1.2085
382	CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA, EXCEP. LA ELÉCTRICA	1.0000	1.1736	1.6445	1.0000	1.0523	1.1246	1.0000	1.1153	1.4624
383	CONS. MAQUINARIA, APARATOS, ACCES. IND. ELÉCTRICOS	1.0000	1.2878	1.8008	1.0000	1.0401	1.2246	1.0000	1.2381	1.4705
384	CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DE TRANSPORTE	1.0000	1.1734	1.7492	1.0000	1.0160	1.0600	1.0000	1.1549	1.6502

		ÍNDICE DE VALOR			ÍNDICE PRECIO			ÍNDICE CANTIDAD		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
385	FABRICACIÓN DE EQUIPO PROFESIONAL Y CIENTÍFICO	1.0000	1.1882	1.4881	1.0000	1.0348	1.3509	1.0000	1.1482	1.1016
39	<b>OTRAS INDUSTRIAS</b>	1.0000	3.1008	2.9402	1.0000	2.7188	2.0721	1.0000	1.1405	1.4189
390	OTRAS IND. MANUFACTURERAS	1.0000	3.1008	2.9402	1.0000	2.7188	2.0721	1.0000	1.1405	1.4189
600	<b>COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR Y RESTAURANTES Y HOTELES</b>	1.0000	2.8850	3.4170	1.0000	1.6683	1.8572	1.0000	1.7292	1.8399
61	COMERCIO AL POR MAYOR	1.0000	2.8850	3.4170	1.0000	1.6683	1.8572	1.0000	1.7292	1.8399
610	COMERCIO AL POR MAYOR	1.0000	2.8850	3.4170	1.0000	1.6683	1.8572	1.0000	1.7292	1.8399
800	<b>ESTABLECIMIENTOS FINANCIEROS, SEGUROS, BIENES INMUEBLES Y SERVICIOS PRESTADOS</b>	1.0000	0.2407	1.9966	1.0000	0.9813	0.4902	1.0000	0.2453	4.0731
83	BIENES INMUEBLES Y SERVICIOS PRESTADOS A LAS EMPRESAS	1.0000	0.2407	1.9966	1.0000	0.9813	0.4902	1.0000	0.2453	4.0731
832	SERVICIOS PRESTADOS A LAS EMPRESAS	1.0000	0.2407	1.9966	1.0000	0.9813	0.4902	1.0000	0.2453	4.0731
900	<b>SERVICIOS COMUNALES, SOCIALES Y PERSONALES</b>	1.0000	1.9101	0.7198	1.0000	3.0799	0.9813	1.0000	0.6202	0.7335
94	SERVICIOS DE DIVERSIÓN Y ESPARCIMIENTO Y SERVICIOS CULTURALES	1.0000	1.9101	0.7198	1.0000	3.0799	0.9813	1.0000	0.6202	0.7335
941	PELÍCULAS CINEMATográfICAS Y OTROS SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO	1.0000	3.2790	1.2155	1.0000	5.1608	1.8513	1.0000	0.6354	0.6565
942	BIBLIOTECAS, MUSEOS, Y OTROS SERVICIOS CULTURALES	1.0000	0.1682	1.0585	1.0000	0.1093	0.0155	1.0000	1.5385	
959	SERVICIOS PERSONALES DIRECTOS	1.0000	0.0131	0.0199	1.0000	0.0366	0.0418	1.0000	0.3571	0.4753
0 000	<b>DIVERSOS Y NO CLASIFICADOS</b>	1.0000	0.8664	1.0251	1.0000	0.9584	1.1478	1.0000	0.9040	0.8931
Más	Oro y Esmeraldas	1.0000	0.6301	0.7783	1.0000	1.5611	1.9717	1.0000	0.4036	0.3947
290	EXTRACCIÓN OTROS MINERALES	1.0000	0.8976	0.6189	1.0000	1.3259	1.4548	1.0000	0.6769	0.4254
372	BAS. MET. NO FERROSOS	1.0000	0.5440	0.6423	1.0000	1.3829	1.6629	1.0000	0.3934	0.3863
390	OTRAS IND. MANUFACTURERAS	1.0000	1.2583	1.7869	1.0000	1.0625	0.5461	1.0000	1.1842	3.2719
		<b>1.00</b>	<b>1.1673</b>	<b>1.4742</b>	<b>1.00</b>	<b>1.2320</b>	<b>1.5089</b>	<b>1.00</b>	<b>0.9475</b>	<b>0.9770</b>

Fuente: Cálculos propios.

En Tabla 3.4 se puede observar el índice ponderado de las exportaciones, e igualmente que éste ha aumentado por el efecto de aumento de precios, los cuales han contribuido en una mayor proporción a que las exportaciones colombianas hayan aumentado en estos últimos años.

**Tabla 3.4**  
**Índices de valor, cantidad y precio ponderado de las exportaciones tradicionales y no tradicionales**

	Índice de Valor				
	2005	2006	Var	2007	Var
Exp. Tradicionales	1	1.14	13.92%	1.37	20.30%
Exp. No Tradicionales	1	1.17	16.73%	1.47	26.29%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1.154</b>	<b>15.37%</b>	<b>1.423</b>	<b>23.45%</b>
	Índice de Cantidad				
	2005	2006	Var	2007	Var
Exp. Tradicionales	1	1.02	2.00%	1.06	3.75%
Exp. No Tradicionales	1	0.95	-5.25%	0.98	3.12%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0.983</b>	<b>-1.72%</b>	<b>1.016</b>	<b>3.42%</b>
	Índice de Precio				
	2005	2006	Var	2007	Var
Exp. Tradicionales	1	1.12	11.70%	1.30	15.95%
Exp. No Tradicionales	1	1.23	23.20%	1.51	22.47%
Total	1	1.176	17.60%	1.403	19.38%
Exp. No Tradicionales	1.00	1.24	23.7%	1.52	23.0%
<b>Total</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.1838</b>	<b>18.4%</b>	<b>1.4415</b>	<b>21.8%</b>

Fuente: Cálculos propios.

Para efectos de los análisis de estática comparativa, es conveniente descomponer el comportamiento de las exportaciones no tradicionales por destino, separando Venezuela, que ha tenido un gran dinamismo en los últimos años. Para 2007, las exportaciones a Venezuela crecieron, en valor, un 92.9%<sup>16</sup>. Este crecimiento se descompone en un crecimiento del 46.3% en precios y del 31.85% en cantidades. Las exportaciones no tradicionales al resto de países disminuyen por su parte un 4,74% en cantidades, generando así un crecimiento total de las exportaciones no tradicionales del 3.12%.

<sup>16</sup> Ver Londoño (2008).

**Tabla 3.5**  
Efecto de las exportaciones a Venezuela

	<b>2006</b>	<b>Part. %</b>	<b>Crecim. Real</b>
Exp. No Tradicionales	12,581	100%	3.12%
Venezuela	2,702	21%	31.85%
Resto	9,879	79%	-4.74%

<b>EXPORTACIONES NO TRADICIONALES VENEZUELA</b>	
Crecimiento Precios	46.30%
Crecimiento Cantidades	31.85%
Crecimiento Valor	92.90%

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Estática Comparativa

El escenario básico replica la evolución de la economía colombiana en los años 2006 y 2007, a partir de la calibración inicial del modelo para el año 2005. Para la simulación, es necesario definir las variables exógenas y los parámetros que se resumen en la Tabla 4.1:

**Tabla 4.1**  
**Tasas de Variación parámetros y variables exógenas**

<b>Variable</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Salario mínimo real	1.0%	1.0%
Oferta mano de obra no calificada	-1.6%	-0.4%
Oferta mano de obra calificada	3.8%	3.8%
Población en edad de trabajar	1.7%	1.7%
Productividad exógena	2.0%	1.0%
Precio exportaciones tradicionales	12.8%	20.0%
Volumen exportaciones tradicionales	2.2%	4.2%
Demanda exportaciones Venezuela	10.0%	41.9%
Inversión extranjera directa	10.9%	38.8%
Variación en reservas internacionales	-98.7%	20604.9%
Variación otros flujos de capital	-42.0%	135.6%
Gasto público	3.5%	4.7%

Fuente: Construcción propia

El incremento del salario real refleja la política de incrementos por encima de la inflación. La oferta de mano de obra calificada es un estimativo consistente con la hipótesis de elevar la participación de la mano de obra calificada en el total, del 18.1% en el 2005 al 21% en el 2014. Dado el crecimiento de la PET (y una caída de la Tasa Global de Participación, del 60.5% en el 2005 al 58.3% en el 2007) la oferta de mano de obra no calificada se reduce en la magnitud señalada.

En cuanto a la productividad, se supone que tuvo un especial impulso en 2006, por efecto del incremento en la formación bruta de capital que se ha venido produciendo desde 2003.

Los datos de comercio exterior reflejan las cifras mencionadas en la sección 3 del artículo, con la salvedad de que la demanda de exportaciones a Venezuela se refiere a un eventual desplazamiento de la función de demanda, que se habría acelerado en 2007.

El crecimiento del gasto público corresponde a la evolución observada en los años en cuestión.

El modelo produce el siguiente resultado:

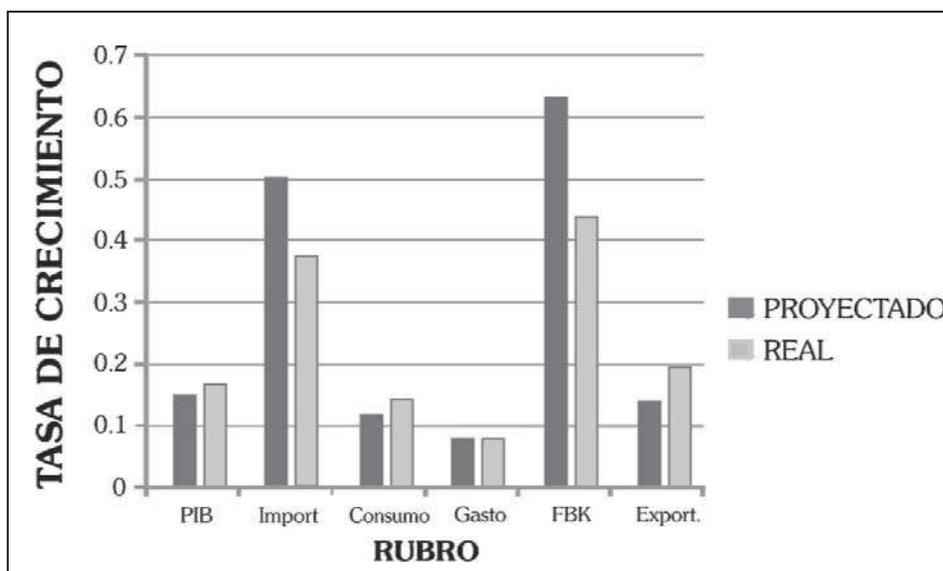
**Tabla 4.2**  
Resultados del modelo: tasas de crecimiento

<b>Variable</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
PIB	6.5%	8.1%
Importaciones	16.5%	29.4%
Consumo	5.4%	7.3%
Gasto público	3.5%	4.7%
Formación bruta de capital	23.3%	32.8%
Exportaciones	6.4%	9.8%

Fuente: Construcción propia

El gráfico 4.1. Presenta las tasas de crecimiento proyectadas por el modelo con las tasas reales observadas, para el período bianual 2006-2007:

**Gráfico 4.1**  
Desempeño del modelo



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien: cuatro factores son claves en el crecimiento alcanzado:

- El eventual desplazamiento de la función de demanda de exportaciones de Venezuela (que en el modelo se representa por una variación adicional de la demanda del 31.85%)
- El incremento en el flujo de inversión extranjera directa (38.8% en 2007).
- El incremento de precios de las exportaciones tradicionales (o de commodities): 15.95%.
- El incremento de volumen de las exportaciones tradicionales: 3.75%.

¿Cuál hubiese sido el desempeño de la economía si no se producen esos efectos? La tabla 4.3 parte del escenario básico, y reporta los resultados que el modelo produce cuando se consideran escenarios

alternativos, en los que no hubiese operado alguno de los factores mencionados. El escenario final considera el impacto conjunto de todos los factores.

**Tabla 4.3**  
Estática Comparativa

	<b>BASE</b>	<b>ESC. 1</b>	<b>ESC. 2</b>	<b>ESC. 3</b>	<b>ESC. 4</b>	<b>ESC. 5</b>
CONSUMO	7.3%	6.8%	6.9%	6.9%	3.9%	2.7%
GASTO PÚBLICO	4.7%	4.7%	4.7%	4.7%	4.7%	4.7%
FBK	32.8%	22.9%	30.1%	30.8%	20.6%	6.8%
EXPORTACIONES	9.8%	10.3%	6.7%	8.2%	10.1%	6.0%
IMPORTACIONES	29.4%	21.8%	25.5%	26.9%	19.2%	6.3%
PIB	8.1%	7.4%	7.5%	7.7%	5.6%	3.8%
<p><b>ESC. 1:</b> Sin flujos adicionales de inversión extranjera directa  <b>ESC. 2:</b> Sin incremento de las exportaciones a Venezuela.  <b>ESC. 3:</b> Sin incremento de exportaciones tradicionales.  <b>ESC. 4:</b> Sin incremento de precios de commodities.  <b>ESC. 5:</b> Todos los efectos conjuntos.</p>						

Fuente: Construcción propia

En ausencia del flujo adicional de inversión extranjera directa, del incremento de precio de los bienes básicos, del incremento en las exportaciones tradicionales y el desplazamiento de la función de demanda de exportaciones a Venezuela, el PIB habría crecido el 3.8%. Así, algo más de la mitad del crecimiento estaría explicado por esos factores, con especial énfasis del precio de las exportaciones tradicionales, que explicarían el 2.5% del crecimiento.

Ahora bien: esos factores externos son, en algunos casos, independientes de las políticas internas del país (como es el caso del precio de los bienes básicos), pero en otros, son sensibles a ellas, como la inversión extranjera directa, que depende de la apreciación que se tenga del país en los mercados mundiales de capital. Por ello, no puede afirmarse que esos impactos sea completamente exógenos, y más bien debe interpretarse su efecto en términos de las consecuencias que

tendría una reversión en las tendencias que representan, bien sea por razones externas o por inadecuadas políticas internas. Así, más que minimizar la importancia de las políticas internas, el análisis pone de presente la necesidad de políticas activas que propicien el flujo de inversión extranjera, que incentiven la inversión productiva, que aún en el peor escenario analizado crece al 6.8%, y que incentiven el desarrollo de la oferta de productos básicos, lo que permitiría compensar efectos de precios a través de incrementos en los volúmenes de exportación de dichos productos. Esas políticas deben además fortalecer la integración con los países vecinos, de forma tal que se mantenga el dinamismo comercial observado recientemente.

Desde la perspectiva del debate del “desacoplamiento”, debe concluirse que si bien no es el caso de que una recesión en los Estados Unidos condene al país a su propia recesión, sí sigue siendo cierto que las condiciones externas tienen un gran impacto sobre la evolución de la economía. El país debe, sin embargo, practicar políticas económicas adecuadas, que le permitan tanto aprovechar circunstancias externas favorables, como minimizar el impacto negativo que tendrían circunstancias desfavorables.

## **5. Conclusiones**

El entorno externo positivo, caracterizado por el conjunto de circunstancias externas favorables presentes en 2007, generó un impulso importante para la economía colombiana. Algo más de la mitad del crecimiento se explica por esas circunstancias, que permitieron al país la mayor tasa de crecimiento alcanzada en las últimas décadas. La reversión de ellas podría afectar el desempeño económico, llevando de nuevo el crecimiento a un nivel cercano al 4% anual, que luce insuficiente para las necesidades del país. No obstante, en el entorno futuro incidirán no sólo factores externos estrictamente exógenos, sino también las políticas internas, que tendrán un papel preponderante por lo menos en tres frentes: en mantener unas condiciones macroeconómicas adecuadas, que permitan atraer flujos cuantiosos de inversión extranjera directa,

aún a pesar de que los mercados financieros se tornen más estrechos; en incentivar la oferta de bienes básicos, buscando compensar menores precios con mayores volúmenes de exportación; y en fortalecer la integración económica con los países vecinos, facilitando así los flujos comerciales en la región.

## 6. Bibliografía

Armington, Paul (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production". *IMF Staff Papers*. V16, n1.

Banco de la República de Colombia. Series Estadísticas.

Botero, Jesus. (2008). "El impacto de las importaciones sobre la conducta de las empresas: un modelo de competencia monopolística". *Working Paper*. Departamento de economía, Universidad EAFIT.

Brakman and Heijdra (2004). *The Monopolistic Competition Revolution in Retrospect*. Cambridge University Press.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Cuentas Nacionales Anuales 2005.

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia – DIAN. Estadísticas de Comercio Exterior. <http://www.dian.gov.co/dian/14cifrasgestion.nsf/pages/Estadisticas%20comercio%20exterior?opendocument>

Dixit and Stiglitz (1977). "Monopolistic competition and Optimum product Diversity". *The American Economic Review*. Vol 67, No.3.

Feenstra and Ma (2007). "Optimal Choice of Products scope for Multiproduct Firms under Monopolistic Competition". *NBER Working Paper*. No. 13703.

Harris and Todaro (1970). "Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis". *The American Economic Review*. Vol. 60, No. 1.

Harrison, Rutherford and Tarr (2001). "Chile's Regional Arrangements and the Free Trade Agreement of the Americas: The Importance of Market Access". *Working paper*. The World Bank.

Londoño Ortiz, Jacinto (2008). “Valor y precio de las exportaciones colombianas a Venezuela entre 1999-2007 frente a tres países de referencia”, *Borradores de Economía No. 516. Banco de la República*.

McDaniel and Balistreri (2002). “A Review of Armington Trade Substitution Elasticities”. *Mimeo*. U.S. International Trade Commission.

McGrattan and Prescott (1970). “Openness, Technology Capital, and Development”. *Federal Reserve Bank of Minneapolis. Working Paper*. No. 651.

## ANEXO 1 ECUACIONES DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

### I. Bloque de Precios

1. Definición del precio doméstico de las importaciones.

$$PM_{i,t} = p_{wm_{i,t}} ER_t (1 + tm_{i,t})$$

2. Definición del precio doméstico de las exportaciones.

$$PE_{i,t} = PWE_{i,t} ER_t (1 + te_{i,t})$$

3. Oferta total interna (importaciones más ventas domésticas) incluyendo IVA.

$$XQ_{i,t} PXQ_{i,t} = (M_{i,t} PM_{i,t} + XD_{i,t} PXD_{i,t}) (1 + iva_{i,t})$$

4. Ventas totales (producción destinada al mercado doméstico más exportaciones).

$$XXI_{i,t} PXXI_{i,t} = XD_{i,t} PXD_{i,t} + E_{i,t} PE_{i,t} + \\ ETRAD_{i,t} PWTRAD_{i,t} ER_t$$

5. Definición del precio de venta en las ramas modernas, aplicando un mark up de competencia imperfecta a los costos totales: valor agregado (salarios más costos de uso de capital), insumos intermedios más impuestos a la rama.

$$XI_{ii,t} PXI_{ii,t} = (1 + MARKUP_{i,t}) (VA_{ii,t} PVA_{ii,t} \\ + \sum_i io_{ii,i} XI_{ii,t} PXQ_{i,t}) (1 + tax_{ii,t})$$

6. Definición del precio de venta en las ramas informales, igual al valor agregado, sin márgenes.

$$XI_{ii,t} PXI_{ii,t} = VA_{ii,t} PVA_{ii,t}$$

7. Distribución de la producción de la rama entre productos.

$$XXI_{i,t} = \sum_{ii} fmp_{ii,j} XI_{ii,t}$$

8. Definición del valor de la producción de la rama a partir del valor de los productos.

$$XI_{ii,t} PXI_{ii,t} = \sum_i fmp_{ii,j} XI_{ii,t} PXXI_{i,t}$$

9. Definición del índice de precios.

$$IPC_t = \sum_i \frac{C_{i,t}}{\sum_j C_{j,t}} PXQ_{i,t}$$

## II. Bloque de producción

10. Definición de las ganancias en las ramas modernas. Se define como desigualdad.

$$KF_{i,t} = \frac{XI_{i,t} PXI_{i,t}}{(1 - tax_{i,t})} - VA_{i,t} PVA_{i,t} + \sum_i io_{i,t} XI_{i,t} PXQ_{i,t}$$

11. Demanda de trabajo en los sectores informales.

$$TD_{lt,i,t} = \frac{cd_{i,lt} VA_{i,t} PVA_{i,t}}{WI_{lt,i,t}}$$

12. Función de producción Cobb-Douglas en los sectores informales.

$$\text{Log } VA_{ii,t} = \text{Log } a_{ii} + \sum_{lt} \text{Log } TD_{lt,ii,t}^{cd_{ii,lt}}$$

13. Definición del precio sectorial, a partir de la función de producción.

$$\text{Log } PVA_{ii,t} = -\text{Log } a_{ii} - \sum_{lt} \text{Log } cd_{ii,lt}^{cd_{ii,lt}} + \sum_{lt} \text{Log } WI_{lt,ii,t}^{cd_{ii,lt}}$$

14. Demanda de factores productivos en los sectores formales.

$$TD_{l,ii,t} = \frac{cd_{ii,l} VA_{ii,t} PVA_{ii,t}}{W_{l,ii,t}}$$

15. Función de producción Cobb Douglas para los sectores formales.

$$\text{Log } VA_{ii,t} = \text{Log } IPROD_{ii,t} + \sum_l \text{Log } TD_{l,ii,t}^{cd_{ii,l}}$$

16. Definición del precio sectorial a partir de la función de producción.

$$\text{Log } PVA_{ii,t} = -\text{Log } IPROD_{ii,t} - \sum_l \text{Log } cd_{ii,l}^{cd_{ii,l}} + \sum_l \text{Log } W_{l,ii,t}^{cd_{ii,l}}$$

17. Determinación de la productividad de los sectores modernos, en función del grado de apertura de la economía y del flujo acumulado de inversión extranjera directa. Se formula como desigualdad, porque es esa misma productividad la que se ajusta cuando operan restricciones a la inversión productiva.

$$IPROD_{ii,t} = a_{ii} \left( \frac{APERT_t}{Kapert} \right)^{elasprod} \left( \frac{sfdi_t}{sfdi0} \right)^{elassfdi}$$

18. Relación entre la producción total y el valor agregado.

$$XI_{ii,t} = \frac{VA_{ii,t}}{vax_{ii,t}}$$

19. Agregación de exportaciones y ventas domésticas.

$$XXI_{i,t} = bc_i \left( \delta c_i E_{i,t}^{-\rho c_i} + (1 - \delta c_i) XD_{i,t}^{-\rho c_i} \right)^{-1/\rho c_i}$$

20. Agregación de exportaciones y ventas domésticas.

$$XXI_{i,t} = E_{i,t} + XD_{i,t} + ETRAD_{i,t}$$

21. Producción total de productos que no se exportan.

$$XXI_{i,t} = XD_{i,t}$$

22. Senda de expansión de la función CET.

$$\frac{E_{i,t}}{XD_{i,t}} = exoe_t \left( \frac{PE_{i,t}}{PXD_{i,t}} \cdot \frac{1 - \delta c_i}{\delta c_i} \right)^{-1/\rho c_i + 1}$$

23. Senda de expansión en la función Armington.

$$\frac{M_{i,t}}{XD_{i,t}} = exom_t \left( \frac{PM_{i,t}}{PXD_{i,t}} \cdot \frac{1 - \delta m_i}{\delta m_i} \right)^{-1/\rho m_i + 1}$$

24. Función Armington.

$$XQ_{i,t} = bm_i \left( \delta m_i M_{i,t}^{-\rho m_i} + (1 - \delta m_i) XD_{i,t}^{-\rho m_i} \right)^{-1/\rho m_i}$$

25. Oferta total en el país de productos que no se importan.

$$XQ_{i,t} = XD_{i,t}$$

26. Senda de expansión de la demanda mundial de importaciones.

$$\frac{EP_{ie,pa,t}}{RM_{ie,pa,t}} = \left( \frac{PWEN_{ie,t}}{pw_{ie,t}} \cdot \frac{1 - \delta e_{ie}}{\delta e_{ie}} \right)^{-1/\rho e_{ie,pa} + 1}$$

27. Agregación de importaciones mundiales.

$$cm_{ie,pa,t} = RM_{ie,pa,t} + EP_{ie,pa,t}$$

28. Agregación de las demandas de exportaciones.

$$E_{ie,t} = \sum_{pa} EP_{ie,pa,t}$$

29. Agregación de los precios de las exportaciones tradicionales y no tradicionales

$$PWE_{ie,t} = \frac{\sum_{pa} (EP_{ie,pa,t} PWEN_{ie,t})}{E_{ie,t}}$$

30. Relación entre los precios de las exportaciones no tradicionales por destino

$$\frac{PWE_{ie,pas,t}}{PWEN_{ie,"usd",t}} = \frac{\delta_{ie,pas}}{\delta_{ie,"usd'}} \left( \frac{EP_{ie,pas,t}}{EP_{ie,"usd",t}} \right)^{-\rho d_{ie}-1}$$

31. Definición de la tasa de mark-up óptima del sector.

$$\frac{1}{MARKUP_{im,t}} = - \frac{(1 - PSI_{im,t})}{(-\rho m_{im} - 1)} + \sigma_{im} PSI_{im,t} - 1$$

32. Definición de la elasticidad precio requerida para la definición del mark-up.

$$PSI_{im,t} = 1 / \left( 1 + \left( \left( \frac{\delta m_{im}}{1 - \delta m_{im}} \right)^{1/\rho m_{im}} PM_{im,t} / PXD_{im,t} \right)^{\rho m_{im} / (1 + \rho m_{im})} \right)$$

### III. Bloque de Demanda

33. Demanda derivada del sistema lineal de gasto.

$$C_{i,i} = \theta_i + eme_i \frac{(CTOT_t - \sum_j \theta_j PXQ_{j,t})}{PXQ_{j,t}}$$

34. Demandas intermedias.

$$V_{i,t} = \sum_{ii} io_{i,ii} XI_{ii,t}$$

35. Demanda de inversión por origen.

$$Z_{i,t} = sharez_i (TZPRIV_t + TZPUB_t)$$

36. Determinación de la demanda de inventarios.

$$ZINV_{i,t} = inventa_i XQ_{i,t}$$

#### IV. Bloque de Ingresos

37. Ingresos del sector privado.

$$\begin{aligned} ISPR_t = & partrt_t(1 - aportes_t) \left( \sum_{ii} \left( \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t} \right) + (remun_t ER_t) \right) + \sum_{ii} \left( \sum_{lt} WI_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t} \right) \\ & + partrk(t) \sum_{ii} (PVA_{ii,t} VA_{ii,t} - \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t}) + \sum_{ii} KF_{ii,t} \\ & - \sum_{ii} (PVA_{ii,t} VA_{ii,t} - \sum_{lt} WI_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t}) + aportes_t prestac_t \left( \sum_{ii} \left( \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t} \right) \right. \\ & \left. + (remun_t ER_t) \right) + RTAS_t + TRANSFER_t ER_t \end{aligned}$$

38. Ingresos del sector público.

$$\begin{aligned} ISPU_t = & \sum_{ii} \left( (VA_{ii,t} PVA_{ii,t} + \sum_{i} j_{o_{ii,i}} XI_{ii,t} PXQ_{i,t}) (1 + MARKUP_{ii,t}) tax_{ii,t} \right) \\ & + \sum_{i} \left( (M_{i,t} PM_{i,t} + XD_{i,t} PXD_{i,t}) iva_{i,t} \right) + aportes_t \sum_{ii} \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t} + remun_t ER_t \\ & + (1 - partrk_t) \sum_{ii} (PVA_{ii,t} VA_{ii,t} - \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t}) + \sum_{ii} KF_{ii,t} \\ & + \sum_{ii} (PVA_{ii,t} VA_{ii,t} - \sum_{lt} WI_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t}) + timp_t ISPR_t + \sum_{i} (M_{i,t} pwm_{i,t} ER_t) tm_{i,t} \\ & - \sum_{i} (E_{i,t} PWE_{i,t} ER_t) te_{i,t} \end{aligned}$$

39. Ahorro del sector privado, definido como la diferencia entre el ingreso disponible y el consumo nominal.

$$SAVEPR_t = ISPR_t (1 - timp_t) - CTOT_t$$

40. Ahorro del sector público.

$$\begin{aligned} SAVEPU_t = & ISPU_t - \sum_{i} (G_{i,t} PXQ_{i,t}) - aportes_t prestac_t \left( \sum_{ii} \left( \sum_{lt} W_{lt,ii,t} TD_{lt,ii,t} \right) \right. \\ & \left. + remun_t ER_t \right) - rtasg_t \end{aligned}$$

41. Ahorro del resto del mundo, incluyendo Inversión extranjera directa y variación en reservas.

$$SAVERM_t = VRI_t + flujosk_t + kfdi \left( \frac{APERT_t}{kapert} \right)^{elasfdi}$$

42. Cálculo del grado de apertura de la economía.

$$APERT_t = \frac{\sum_i E_{i,t} + ETRAD_{i,t} + M_{i,t}}{\sum_i C_{i,t} + G_{i,t} + Z_{i,t} + ZINV_{i,t} + E_{i,t} + ETRAD_{i,t} - M_{i,t}}$$

43. Consumo total del sector privado. Un consumo básico más una propensión a consumir, aplicada al ingreso disponible.

$$CTOT_t = cr_t IPC_t + prh_t (ISPR_t (1 - timp_t))$$

## V. Equilibrios de mercados

44. Equilibrio de las rentas entre instituciones.

$$RTAS_t = rtasg_t - rtase_t ER_t$$

45. Equilibrio del mercado de trabajo calificado.

$$\sum_{ii} TD^{TC}_{ii,t} = stc_t (1 - DESEM^{TC}_{,t})$$

46. Equilibrio del mercado de trabajo formal no calificado.

$$\sum_{ii} TD^{TNC}_{ii,t} = TSF_t (1 - DESEM^{TNC}_{,t})$$

47. Equilibrio del mercado de trabajo informal no calificado.

$$\sum_{ii} TD^{TNC}_{ii,t} = TSI_t (1 - fricc)$$

48. Igualación del precio del trabajo calificado, entre el sector formal y el informal, en cada sector.

$$W_{TC'',ii,t} = WI_{TC'',ii,t}$$

49. Agregación del trabajo formal no calificado y el trabajo informal no calificado.

$$stn_t = TSF_t + TSI_t$$

50. Ley del precio único del factor trabajo.

$$W_{lt,ii,t} = WM_{lt,t}$$

51. Distribución de la oferta de trabajo no calificado entre formal e informal.

$$TSF_t = rfi * TSI_t$$

52. Relación entre la oferta formal de trabajo no calificado y oferta informal.

$$\frac{TSF_t}{TSI_t} = kmig \left( \frac{WM_{TNC'',t} (1 - DESEM_{TNC'',t})}{WI_{TNC'',inform,t}} \right)^{emig}$$

53. Condición de equilibrio de la demanda y oferta de capital, dado un índice de uso de la capacidad instalada.

$$TD_{lk,ii,t} = KAP_{ii,t} IU_{ii,t}$$

54. Fórmula alternativa de la restricción de capital.

$$TD_{lk,ii,t} = KAP_{ii,t}$$

55. Acumulación del stock de capital.

$$KAP_{ii,t+1} = KAP_{ii,t}(1 - depr) + K_{ii}(TZPRIV_t + TZPUB_t) normk_{ii}$$

56. Acumulación de la inversión extranjera directa.

$$sfdi_{t+1} = sfdi_t + FDI_t$$

57. Equilibrio ahorro e inversión.

$$SAVEPR_t + SAVEPU_t + SAVERM_t ER_t = \sum_i (Z_{i,t} + ZINV_{i,t}) PXQ_{i,t}$$

58. Equilibrio en los mercados de productos.

$$C_{i,t} + G_{i,t} + Z_{i,t} + ZINV_{i,t} + V_{i,t} = XQ_{i,t}$$

59. Equilibrio del mercado de divisas. Dada la ley de Walras, es una ecuación redundante.

$$\begin{aligned} & \sum_i (PWE_{i,t} E_{i,t} + PWTRAD_t ETRAD_t) + remun_t + TRANSFER_t \\ & + SAVERM_t = \sum_i pwm_{i,t} M_{i,t} + (1 - partr_t)(1 - aportes_t) \\ & \sum_{ii} \left( \sum_{t,ii,t} W_{t,ii,t} TD_{t,ii,t} \right) + remun_t ER_t / ER_t + rtase_t \end{aligned}$$

## VARIABLES DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

- $PM_{i,t}$  : Precio doméstico de las importaciones (incluye aranceles).  
 $M_{i,t}$  : Importaciones.  
 $ER_t$  : Tasa de cambio (pesos por dólar).  
 $PE_{i,t}$  : Precio en moneda nacional de las exportaciones.  
 $E_{i,t}$  : Exportaciones.  
 $RM_{i,p,t}$  : Importaciones del destino P no provenientes de Colombia.  
 $EP_{i,p,t}$  : Exportaciones de Colombia al destino P.  
 $PWE_{i,t}$  : Precio externo de las exportaciones.  
 $PWEN_{i,t}$  : Precio externo de las exportaciones no tradicionales.  
 $XQ_{i,t}$  : Bien compuesto con impuestos.  
 $PXQ_{i,t}$  : Precio del bien compuesto con impuestos.  
 $XD_{i,t}$  : Producción doméstica para consumo doméstico.  
 $PXD_{i,t}$  : Precio de la producción doméstica para consumo doméstico.  
 $XXI_{i,t}$  : Cantidad total de producto.  
 $PXXI_{i,t}$  : Precio del producto.  
 $XI_{ii,t}$  : Producción total de la rama con impuestos.  
 $PXI_{ii,t}$  : Precio del producto de la rama con impuestos.  
 $VA_{ii,t}$  : Valor agregado de la rama.  
 $PVA_{ii,t}$  : Precio del valor agregado.  
 $TD_{l,ii,t}$  : Demanda del factor l en el sector ii en el periodo t.  
 $KAP_{ii,t}$  : Stock de capital del sector.  
 $IU_{ii,t}$  : Índice de uso de la capacidad instalada.

$IPROD_{ii,t}$	: Índice de productividad efectivo del sector.
$W_{l,ii,t}$	: Precio del factor productivo l en el sector ii.
$W_{l,ii,t}$	: Precio del trabajo en el sector informal.
$WM_t$	: Salario medio.
$TSI_t$	: Oferta de trabajo no calificado en el sector informal.
$TSF_t$	: Oferta de trabajo no calificado en el sector formal.
$DESEM_{l,t}$	: Tasa de desempleo del factor L.
$C_{i,t}$	: Demanda de consumo.
$CTOT_t$	: Consumo total privado.
$V_{i,t}$	: Demanda de bienes intermedios.
$TZPRIV_t$	: Total inversión privada.
$TZPUB_t$	: Total inversión pública.
$Z_{i,t}$	: Inversión sectorial.
$IPC_t$	: Índice de precios.
$ISPR_t$	: Ingresos del sector privado.
$ISPU_t$	: Ingresos del sector público.
$SAVEPR_t$	: Ahorro del Sector Privado.
$G_{i,t}$	: Gasto del sector público.
$R_{ii,t}$	: Remuneración al capital.
$S_{ii,l,t}$	: Participación en el gasto del insumo l en el sector ii.
$MARKUP_{ii,t}$	: Elasticidad de sustitución observada.
$PSI_{ii,t}$	: Elasticidad del precio del bien compuesto.
$APERT_t$	: Grado de Apertura de la economía.
$ZINV_{i,t}$	: Demanda de inventarios.
$KF_{ii,t}$	: Ganancia del sector ii en el modelo de competencia imperfecta.

- $TRABSFER_t$  : Transferencias del exterior.  
 $RTAS_t$  : Rentas netas de la propiedad al sector privada.  
 $SAVEPU_t$  : Ahorro del sector público.  
 $SAVERM_t$  : Ahorro del resto del mundo.  
 $FDI_t$  : Inversión extranjera directa.  
 $VRI_t$  : Variación de las reservas internacionales.

## PARÁMETROS DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

- $\delta m_i$  : Parámetro de participación en la función Armington.
- $bm_i$  : Parámetro de escala en la función Armington.
- $\rho m_i$  : Parámetro de sustitución en la función Armington.
- $\delta e_{i,p}$  : Participación función Armington para exportaciones con destino P.
- $\rho e_{i,p}$  : Elasticidad función Armington exportaciones con destino P.
- $\rho d_{i,e}$  : Elasticidad de sustitución función CET entre destinos
- $\delta c_i$  : Parámetro de participación en la función CET.
- $bc_i$  : Parámetro de escala en la función CET.
- $\rho c_i$  : Parámetro de transformación en la función CET.
- $\delta_{i,p}$  : Parámetro de la función CET de agregación de exportaciones
- $elast_i$  : Elasticidad precio de las exportaciones.
- $exom_i$  : Variación exógena de las importaciones.
- $exoe_i$  : Variación exógena de las exportaciones.
- $\theta_i$  : Parámetro de consumo fijo del sistema lineal de gasto (pesos 2005).
- $eme_i$  : Participación en el gasto discrecional del sistema LES (Porcentaje).
- $engel_i$  : Elasticidad ingreso corregida.
- $razonin$  : Parámetro del sistema lineal de gasto.
- $\varphi_{ii}$  : Participación en el gasto total (porcentaje).
- $iva_{i,t}$  : Tasa de impuestos indirectos al producto.

- $tm_{i,t}$  : Tasa de impuesto a las importaciones.
- $te_{i,t}$  : Tasa de subsidio a las exportaciones.
- $pwm_{i,t}$  : Precio internacional de las importaciones.
- $pw_{i,t}$  : Precio internacional de las importaciones.
- $io_{i,ii}$  : Demanda intermedia de la rama  $ii$  al producto  $i$ .
- $tax_{ii,t}$  : Tasa de impuestos indirectos sobre la rama.
- $fmp_{ii,i}$  : Porcentaje de la producción de la rama  $ii$  en producto  $i$ .
- $vax_{ii,t}$  : Unidades de valor agregado por unidad de producto.
- $sharez_i$  : Participación sectorial privada en la inversión.
- $inventai_i$  : Porcentaje de la oferta que queda en inventarios.
- $ipartrt_i$  : Porcentaje de las rentas de trabajo a trabajadores nacionales.
- $partrk_i$  : Participación de las rentas de capital al sector privado.
- $aportes_t$  : Tasa de aportes de la seguridad social pública.
- $prestac_t$  : Relación entre prestaciones y aportes.
- $timp_t$  : Tasa de impuesto a la renta.
- $rtasg_t$  : Rentas de la propiedad pagadas por el Gobierno.
- $rtase_t$  : Rentas netas de la propiedad del sector externo.
- $remun_t$  : Remuneración de nacionales en el exterior.
- $k_i$  : Participación en el capital total del capital de la rama.
- $depr$  : Tasa de depreciación.
- $normk_{ii}$  : Factor de normalización del capital para ajustarlos a las unidades de medida del modelo.
- $a_{ii}$  : Parámetro de escala en la función Cobb Douglas.
- $cd_{ii,l}$  : Parámetro de participación en la función Cobb Douglas.
- $rcn_t$  : Relación oferta trabajo calificado y trabajo no calificado.

$r_{fi}$	: Relación oferta no calificado formal e informal.
$stc_t$	: Oferta de trabajo calificado.
$stn_t$	: Oferta de trabajo no calificado.
$sti_t$	: Oferta de trabajo no calificado informal.
$stf_t$	: Oferta de trabajo no calificado formal.
$markup0_t$	: Mark up del sector ii.
$\sigma_{it}$	: Elasticidad de sustitución entre productos diferenciados.
$\psi0_{ii}$	: Elasticidad del precio del bien compuesto.
$fricc$	: Tasa de desempleo friccional en el sector informal.
$prh_t$	: Propensión marginal a consumir.
$cr_t$	: Constante de la función de consumo.
$reler_p$	: Relación inicial entre exportaciones colombianas e importaciones del destino P
$cm_{i,p,t}$	: Comercio Mundial.
$flujosk_t$	: Otros flujos de capital.
$kapert$	: Grado inicial de apertura de la economía.
$elasfdi$	: Elasticidad de la inversión extranjera directa al grado de apertura.
$kfdi$	: Constante en la función de determinación de la inversión extranjera directa.
$elasprod$	: Elasticidad de la productividad a la apertura.
$elassfdi$	: Elasticidad de la productividad a la inversión extranjera directa.
$sfdi_t$	: Saldo inversión extranjera directa.
$fsfdi0$	: Valor inicial de la inversión extranjera directa acumulada.
$etrad_{i,t}$	: Exportaciones tradicionales.

- $pwtrad_{i,t}$  : Precio de las exportaciones tradicionales.
- $kmig$  : Constante de la función de migración entre sectores formales e informales.
- $emig$  : Elasticidad de la función de Migración.
- $ner$  : Tasa de cambio nominal