

Modelo multirregional insumo-producto Caldas, Quindío, Risaralda, Resto Región Andina y Resto de Colombia, 2015

Informe final

Jaime Vallecilla G.

Agosto 2018

Modelo multirregional insumo-producto Caldas, Quindío, Risaralda, Resto Región Andina y Resto de Colombia (MRIO) 2015

Introducción

En el año 2015 el autor elaboró una tabla insumo-producto para el departamento de Caldas del tipo *single región*, 45 sectores simétrica (producto x producto y supuesto de tecnología de industrias). Posteriormente, se añadió un vector-fila de empleo, una matriz de empleo por categoría ocupacional y una versión de modelo “cerrado”, ampliando las posibilidades de evaluación de impacto y proyecciones de dicha tabla.¹

Una limitación de las tablas regionales o *single region* consiste en su imposibilidad de identificar las regiones de donde provienen o hacia donde se dirigen los flujos interregionales; es decir, su “desconexión” del resto de regiones de un país.² En otras palabras, sus “fórmulas” de producción se muestran en una matriz de coeficientes técnicos *intrarregional*, A^r (el significado del superíndice se explica más adelante).

En un país cuya producción de bienes y servicios se realiza en varias regiones, la consideración anterior puede tener implicaciones importantes, una de las cuales es: la suma de los efectos de la nueva demanda final de una región es mayor que la generada en dicha región (Miller and Blair 2009).

Para tomar el ejemplo de Caldas, un aumento en la demanda final de bienes de la fabricación de sustancias químicas en este departamento (la rama con el mayor porcentaje de bienes y servicios comprados fuera del departamento en la tabla de 2012), origina un aumento en la producción de otros productos químicos, plásticos, papel y servicios a las empresas, ramas de Caldas que suplen a la de sustancias químicas.³ El aumento de la producción en estas ramas requiere insumos de otras regiones, las cuales a su vez compran insumos en Caldas para satisfacer la nueva demanda

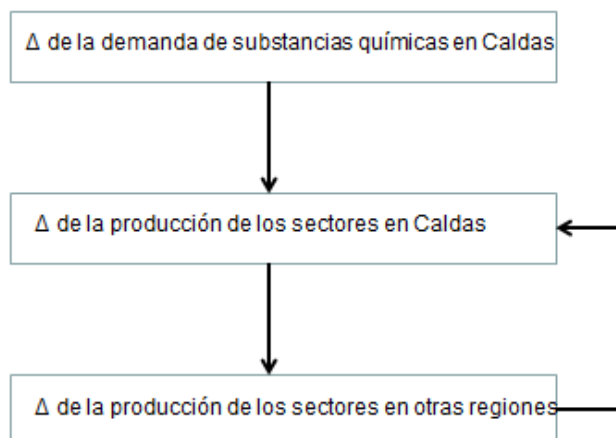
Estos efectos se ilustran en el diagrama 1: la flecha hacia abajo que parte del rectángulo superior representa el “jalón” inicial de productos de la rama sustancias químicas y se ejerce sobre los insumos de esta rama que se producen en Caldas (efecto intrarregional), los cuales compran insumos en otras regiones (efecto interregional) y éstas, a su vez requieren comprar insumos en algunas ramas de Caldas (efecto de repercusión –*spillover effect*) representado en el flujo del rectángulo inferior al de la mitad.

¹ Por ejemplo, en el estudio “Fundamentación y perspectivas económicas del programa *Estrategia de sofisticación del sector astilleros Fases I y II*”, elaborado para la Cámara de Comercio de Manizales (2016).

² El término “desconexión” no debe tomarse en un sentido absoluto, ya que los vectores de exportaciones/ventas a otras regiones e importaciones/compras de otras regiones *indican* el monto de las relaciones interregionales (e internacionales) y su importancia relativa para la economía regional dada.

³ El encadenamiento intrasectorial es muy acentuado en las industrias químicas (también se denominan intraconsumos).

Diagrama 1
Caldas: Ejemplo de repercusión interregional



Fuente: El autor con base en Miller and Blair (2009).

De otra parte, en Colombia se han elaborado matrices insumo-producto similares al MRIO pero con menos información directa. Estos trabajos son los de Bonet (2005), quien afirma que hay una baja interrelación regional y el de Haddad *et al.* (2016), que es más reciente y su objetivo final fue servir de base para un modelo interregional de equilibrio general computable y encuentra que es muy importante la proximidad geográfica en los efectos de cambios en la demanda final sobre el producto de otras regiones.

I. Las tablas insumo-producto de dos o más regiones (IRIO y MRIO)

Por tal razón, desde la década del cincuenta del siglo pasado, Leontief, Isard, Moses, Chenery y otros destacados economistas y pioneros del modelo insumo-producto, elaboraron los primeros modelos interregionales. Una de las principales dificultades de estos modelos reside en la necesidad de conocer los flujos entre regiones, para lo cual existen dos enfoques dependiendo de si se dispone de un conjunto completo de datos intrarregionales e interregionales o de si –como es lo más frecuente– no se conocen y es necesario estimarlos.

El primero se conoce como Intrarregional Input-Output (IRIO) y el segundo como Multiregional Input-Output (MRIO). Son diferentes y su estructura matricial también. Aunque el último fue el adoptado para elaborar el descrito en el presente documento, se expone en forma resumida el primero porque facilita la estructura del segundo.

A. El modelo IRIO

La notación introducida en los modelos de dos o más regiones, como dicen Fei y Moses (1955), "(...) complicates the notational system since regions and regional flows as well as commodities and commodity flows are involved". Así, en la notación matricial convencional, la matriz de insumos intermedios se nota **Z** y la de coeficientes técnicos **A**. En el modelo IRIO se

hace necesario añadir superíndices para determinar la dirección de los flujos interregionales, de manera que la estructura de una economía de dos regiones se representa como:

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}^{rr} & \mathbf{Z}^{rs} \\ \mathbf{Z}^{sr} & \mathbf{Z}^{ss} \end{bmatrix} \quad [1]$$

Donde el superíndice rr significa el flujo de bienes y servicios intrarregional de r ; rs significa el flujo de bienes y servicios de la región r a la s y así para las otras matrices. En la matriz \mathbf{Z} de una sola región, la distribución del producto i en demanda intermedia y demanda final se nota:

$$x_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{in} + f_i \quad [2]$$

Uno de los componentes de f_i corresponde a las exportaciones de i . En el modelo interregional, las ventas de i a la región s se incluye en la matriz de transacciones intermedias explícitamente, así que la expresión [2] se modifica a:

$$x_1^r = (z_{11}^{rr} + z_{12}^{rr}) + (z_{11}^{rs} + z_{12}^{rs}) + f_1^r \quad [3]$$

Los términos incluidos en la primera elipse (suponiendo dos sectores en cada región) son los flujos intersectoriales *intrarregionales* (rr) y los de términos de la segunda elipse son las ventas intersectoriales *interregionales* (rs). El último término se refiere a las ventas intrarregionales a la demanda final.

Los coeficientes de insumos regionales para región r serán:

$$a_{ij}^{rr} = z_{ij}^{rr} / x_j \quad [4]$$

Y de manera similar se notan los coeficientes de insumos regionales para ss y los coeficientes de comercio interregional rs y sr . En resumen, la matriz \mathbf{A} del modelo IRIO se nota:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{rr} & \mathbf{A}^{rs} \\ \mathbf{A}^{sr} & \mathbf{A}^{ss} \end{bmatrix} \quad [5]$$

B. El modelo MRIO

El modelo MRIO se fundamenta en el método “Chenery-Moses”, también conocido como “fixed column coefficient model” o “column-coefficient” (Polenske 1970; Miller and Blair 2009).⁴

El modelo multirregional utiliza una matriz de coeficientes *técnicos* regionales \mathbf{A}^r y no una matriz de coeficientes de insumos regionales \mathbf{A}^r . Es decir, sólo requiere el valor del insumo i proveniente del sector j y no la región de origen del insumo; por consiguiente, los coeficientes técnicos regionales se definen como:

$$a_{ij}^r = z_{ij}^r / x_j \quad [6]$$

Y \mathbf{A}^r como $[a_{ij}^r]$. El “dot” del numerador del término de la derecha indica que todas las posibles localizaciones geográficas para el sector i están juntas.

⁴ Del nombre de H. Chenery y L. Moses, quienes formularon este tipo de modelos de manera independiente pero casi simultánea.

La elaboración de una tabla MRIO sigue varios pasos enumerados a continuación y, como se verá, el método utilizado en este modelo es muy diferente al del IRIO.⁵

El primer paso consiste en estimar los coeficientes técnicos regionales. Por lo general, no hay cifras disponibles de las cuales derivar estos coeficientes, pero se pueden estimar con el método *product-mix approach*, que se basa en datos nacionales y se ajustan mediante un procedimiento adecuado para obtener los coeficientes regionales, aunque requiere una desagregación detallada de los sectores. Para la industria manufacturera en Colombia es posible obtener del DANE matrices \mathbf{U} y \mathbf{V} por regiones en tres dígitos CIIU revisión 4. Para las actividades agropecuarias, se pueden elaborar las intersecciones $z^{r_{ij}}$ a partir del SSCD, las matrices de utilización de Cuentas Nacionales (DANE) y otras fuentes (gremios). En *utilities* y servicios la fuente es la mencionada del DANE.⁶

Al final de este paso se obtiene la matriz \mathbf{A} (suponiendo dos regiones):

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^r & 0 \\ 0 & \mathbf{A}^s \end{bmatrix} \quad [7]$$

El segundo paso requiere elaborar una matriz origen-destino de los flujos de bienes y servicios interregionales a partir de información disponible, sin importar el sector de destino en la región receptora; es decir, sin diferenciar entre bienes y servicios intermedios o de demanda final. Un ejemplo de esta matriz para el producto i se muestra en la tabla 1. El elemento z^{p1}_i representa el total el flujo del producto i desde la región p a la región 1 tanto para la demanda intermedia como para la demanda final de la región 1.

Tabla 1: Flujos interregionales del producto i

Región de origen	Región de destino			
	1	2	...	p
Sectores				
1	z^{11}_i	z^{12}_i	...	z^{1p}_i
2	z^{21}_i	z^{22}_i	...	z^{2p}_i
:	:	:	...	:
p	z^{p1}_i	z^{p2}_i	...	z^{pp}_i
Total	T^{1i}	T^{2i}	...	T^{pi}

Fuente: Adaptado de Miller and Blair (2009)

La suma en cada columna representa el total de los envíos del producto i en la región dada desde todas las regiones. Así, tomando como ejemplo la columna 2 el total T^{2i} corresponde a:

$$T^{2i} = z^{11}_i + z^{22}_i + \dots + z^{pi}_i \quad [8]$$

Dividiendo cada elemento de la columna 2 por el total T^{2i} , se llega a coeficientes que representan la *proporción* de todo el producto i que se origina en cada región r ($r = 1, 2, \dots, p$) y esa proporción se nota c^{r2}_i :

⁵ En síntesis, Polenske (1970, 76) afirma que, "The required sets of regional data are: base-year technical coefficients; base-year trade coefficients, and a set of final demands for the given year. The technical and trade coefficients are assumed to remain fixed year to year".

⁶ Óscar Ortiz colaboró en la recolección y procesamiento de la EAM y Luis Alberto Gutiérrez en consumo de energía eléctrica.

$$c_i^{rs} = z_i^{rs} / T_i^s$$

Para cada par de origen-destino de regiones, los coeficientes se pueden representar como el vector columna \mathbf{c}^{rs} del enésimo elemento:

$$\mathbf{c}^{rs} = \begin{bmatrix} c_1^{rs} \\ \vdots \\ c_n^{rs} \end{bmatrix} \quad [9]$$

Cada elemento muestra la proporción del monto total de cada producto utilizado en s que proviene de r .

En el tercer paso se construyen las matrices diagonales de flujos *interregionales* $\hat{\mathbf{c}}^{rs}$ e *intrarregionales* $\hat{\mathbf{c}}^{ss}$,

$$\hat{\mathbf{c}}^{rs} = \begin{bmatrix} c_1^{rs} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_2^{rs} & & \vdots \\ 0 & 0 & & c_n^{rs} \end{bmatrix} \quad [10]$$

$$\hat{\mathbf{c}}^{ss} = \begin{bmatrix} c_1^{ss} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_2^{ss} & & \vdots \\ 0 & 0 & & c_n^{ss} \end{bmatrix} \quad [11]$$

Finalmente, en el cuarto paso el modelo se agrupan las siguientes matrices y vectores, tomando como ejemplo un modelo de dos sectores – dos regiones.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^r & 0 \\ 0 & \mathbf{A}^s \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{c}}^{rr} & \hat{\mathbf{c}}^{rs} \\ \hat{\mathbf{c}}^{sr} & \hat{\mathbf{c}}^{ss} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix}, \quad \mathbf{f} = \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix}$$

En resumen, \mathbf{A} es una matriz diagonal de bloques de matrices cuadradas cuyos coeficientes técnicos regionales a lo largo de la diagonal describen la estructura de producción de cada región.

La matriz \mathbf{C} es también una matriz diagonal cuyos elementos describen los flujos *interregionales* $\hat{\mathbf{c}}^{rs}$ y $\hat{\mathbf{c}}^{sr}$ e *intrarregionales* $\hat{\mathbf{c}}^{ss}$ y $\hat{\mathbf{c}}^{rr}$ (Polenske 1970, 76-77; Blair and Miller 2009, 91-96). La suma de cada columna de esta matriz es igual a 1 porque los coeficientes son proporciones del total de consumo.

Las expresiones correspondientes al vector de la nueva producción \mathbf{x} del modelo MRIO son:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{CA})\mathbf{x} = \mathbf{Cf} \quad [12]$$

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{CA})^{-1}\mathbf{Cf} \quad [13]$$

Es importante tener en cuenta que en la expresión [13] tanto la demanda intermedia (\mathbf{Ax}) como la demanda final \mathbf{f} están premultiplicadas por la matriz \mathbf{C} , la cual distribuye estas demandas a través de las regiones. Así, f^r y f^s (los componentes regionales de \mathbf{f}) representan demandas

(envíos o despachos) a los sectores de demanda final de las regiones r y s , respectivamente, no demandas finales para los productos de r y s (como en el modelo IRIO).

Esta última operación se puede realizar modificando la expresión [13] por la expresión siguiente:

$$x = (I - CA)^{-1} f^* \quad [14]$$

Donde f^* representa las nuevas demandas finales de los sectores que ya han sido distribuidos adecuadamente a la región o regiones de interés.

II. Las tablas regionales Caldas, Quindío, Risaralda, Resto Región Andina y Resto de Colombia, 2015

El modelo MRIO de Colombia del presente estudio consiste de cinco regiones y diez sectores, como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Colombia: Regiones y sectores MRIO

Entidad territorial	Región	Sector
Caldas	1	
Quindío	2	
Risaralda	3	
Resto Región Andina (RRA)	4	
Antioquia		1 Café pergamino
Bogotá D.C.		2 Agropecuario sin café
Boyacá		3 Otros recursos naturales
Cauca		4 Servicios domiciliarios
Cundinamarca		5 Construcción de obras civiles
Huila		5.1 Construcción de edificaciones
Nariño		6 Agroindustria
Norte de Santander		7 Resto de industria manufacturera
Santander		8 Servicios conexos turísticos
Tolima		9 Otros servicios
Valle		
Resto de Colombia (RRP)	5	
Atlántico		
Bolívar		
Caquetá		
Cesar		
Chocó		
Córdoba		
Guajira		
Magdalena		
Meta		
San Andrés		
Sucre		
Amazonas		
Arauca		
Casanare		
Guainía		
Guaviare		
Putumayo		
Vaupés		
Vichada		

Fuente: El autor

Siguiendo la secuencia enunciada en la sección anterior, el primer paso en la construcción del modelo MRIO consiste en elaborar las cinco matrices correspondientes a las cinco regiones. Estas matrices se presentan en la sección III y constan de dos componentes: a) una matriz de insumos domésticos con los vectores de valor agregado (VAB) y demanda final; b) la matriz de importaciones y los vectores de demanda final. La primera se obtiene restando de la matriz de insumos totales (no se presenta en el texto) la de insumos importados.

La primera fase o etapa en la construcción del modelo MRIO de Colombia 5 consiste en elaborar las matrices regionales, es decir, las matrices de las cinco regiones. Como se puede observar en la tabla 2, las regiones 1 a 4 conforman la Región Andina y el Resto está constituido de la Orinoquia – Amazonia y Caribe.

A diferencia de los modelos *single region*, los cuales constan de un número considerable de sectores, en los MRIO este número es más reducido para facilitar el procesamiento de información. Por esta razón, el modelo MTIO Colombia 5 consta de diez sectores (tabla 2) y se basó en consultas con Camacol-Caldas y la Secretaría de Planeación de Caldas –las entidades que patrocinan este proyecto- y tiene en cuenta el propósito de lograr una adecuada apertura de sectores de importancia regional.

El sector Servicios turísticos incluye una parte de las ramas 45 y 48 de cuentas nacionales, de acuerdo con el SNA 2008 (European Commission *et al.* 2009), la metodología DANE (2017) de la Cuenta satélite de servicios turísticos (CST) y los datos publicados de esta cuenta para el año 2015, en particular los resultados de la CST por ramas de actividad.

En la segunda fase se estiman los coeficientes técnicos regionales, al final de la cual se obtiene una matriz \mathbf{A} de las cinco regiones, cuya representación matricial simplificada se muestra enseguida. La diagonal de la expresión incluye las matrices \mathbf{A}^2 , \mathbf{A}^3 y \mathbf{A}^4 y su tamaño es 50 x 50 (cinco regiones y diez sectores).

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \mathbf{A}^5 \end{bmatrix} \quad [15]$$

Como se menciona en la sección IV, esta matriz se incluye en archivo de Excel con las cifras correspondientes a las cinco regiones.

En la tercera etapa se construye (con datos observados o estimados) una matriz de origen-destino de bienes y servicios intra e interregionales.

La matriz de bienes se construye a partir de la base de datos de flujos intra e interregionales observados (origen –destino) de carga por carretera proveniente del Ministerio de Transporte del año 2013, la última disponible.⁷ Los datos originales se encuentran por municipio y departamento y se recodifican según las regiones del MRIO Colombia 5.

En servicios se pueden identificar los flujos intra e interregionales en energía eléctrica y servicios conexos turísticos –y aun así con subestimaciones- pero no en otros servicios (sector

⁷ Esta base de datos se obtuvo gracias a las gestiones de la Dra. Angélica Orozco -Gerente de Camacol-Caldas- ante el Ministerio de Transporte.

9). Las fuentes del sector 8 son UPME (Ministerio de Minas y energía), SUI (Superintendencia de Servicios Públicos), Aerocivil y DANE.

En el cuarto paso se elaboran las matrices diagonales de flujos *interregionales* e *intrarregionales*, que se integran en la matriz **C**. Para la MRIO Colombia 5 se nota de la siguiente manera, donde \hat{c}^{rr} es \hat{c}^{11} ; \hat{c}^{rs} es \hat{c}^{21} y así sucesivamente.⁸ La dimensión de esta matriz es también 50x50.

$$C = \begin{bmatrix} \hat{c}^{11} & \dots & \hat{c}^{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{c}^{51} & \dots & \hat{c}^{55} \end{bmatrix}$$

En el penúltimo paso o etapa se elaboran los vectores **x** y **f**, los cuales son de dimensión 1x50 y se notan para la MRIO Colombia 5 de la siguiente manera:

$$x = \begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^5 \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} f^1 \\ \vdots \\ f^5 \end{bmatrix}$$

Finalmente, las expresiones [12], [13] y [14] muestran el vector de la nueva producción correspondiente a un cambio en las demandas finales del modelo.

En la sección siguiente se exponen algunos resultados de simulaciones basadas en cifras similares a las reales de algunos componentes de la demanda final de las regiones.

III. Resultados preliminares: simulaciones realizadas

A. Flujos intra e interregionales

En primer lugar se muestra la estructura del comercio intra/interregional de bienes y servicios de Caldas y Quindío como ejemplo, pero en el archivo anexo en Excel se encuentran todas las cinco regiones.⁹

Las cifras de Caldas del cuadro 1 contienen los envíos o despachos intrarregionales en la primera fila y los flujos interregionales con destino a Caldas en las demás filas. En Quindío, los flujos intrarregionales se encuentran en la fila 2 y los interregionales con destino a dicha región en las demás filas.

Por columnas, se identifican los bienes y servicios que la propia región y las demás regiones productoras le envían a la región consumidora.

⁸ Véanse las expresiones [10] y [11].

⁹ Se utilizan los códigos de sectores de la tabla 2; en las gráficas siguientes se utiliza el código dado por el procesamiento en EViews (1 a 10 continuo).

Cuadro 1. Colombia: Flujos intra/interregionales de Caldas y Quindío, 2015

(continúa)

Consumidora	Caldas									
	1	2	3	4	5	5.1	6	7	8	9
Productora	Café pergamino	Agropecuario	Otros recursos naturales	Servicios domiciliarios	Obras civiles	Construcción de edificaciones	Agroindustria manufacturera	Resto industria	Servicios turísticos	Resto de servicios
Cal	475	40	59	800	1,103	1,171	264	172	0	10,234
Qui	0	21	0	0	0	0	2	7	0	0
Ris	0	81	0	0	0	0	58	10	0	0
RRA	0	477	327	0	0	0	1,218	1,715	43	0
RRP	0	428	3,324	0	0	0	184	860	5	0
Total	475	1,047	3,710	800	1,103	1,171	1,726	2,764	48	10,234

(conclusión)

Consumidora	Quindío									
	1	2	3	4	5	5.1	6	7	8	9
Productora	Café pergamino	Agropecuario	Otros recursos naturales	Servicios domiciliarios	Obras civiles	Construcción de edificaciones	Agroindustria manufacturera	Resto industria	Servicios turísticos	Resto de servicios
Cal	88	12	0	270	0	0	30	26	0	0
Qui	246	17	2	36	628	842	11	6	0	0
Ris	0	20	0	0	0	0	18	1	0	10,947
RRA	0	437	135	34	0	0	1,798	1,308	87	0
RRP	0	538	569	0	0	0	291	640	16	0
Total	334	1,024	707	340	628	842	2,147	1,981	102	10,947

Fuente: Cálculos propios

La primera fila, segunda columna del cuadro 1 de Caldas indica que en el sector agropecuario sólo 4% del total consumido por esta región proviene de ella misma y sólo otro 10 % de Quindío y Risaralda (filas 2 y 3). En construcción de obras civiles y edificaciones no hay flujos interregionales (igual en Quindío), si bien es probable que firmas de otras regiones presten servicios en Caldas, pero no hay registros estadísticos disponibles para región alguna.

En el cuadro 1 de Quindío, la fila 1 columna 1 indica que Caldas le “exporta” café pergamino a Quindío, muy probablemente para trillar y exportar. Por su parte, la agroindustria manufacturera de esta región recibe bienes de ella misma y todas las demás regiones, pero se destaca la el Resto de Región Andina (RRA) como el principal proveedor.

B. Simulaciones

En este literal se presentan los resultados de algunas simulaciones realizadas como ejemplo entre varias posibles y son las siguientes.

- 1) Nueva demanda final de la FBCF en el sector de edificaciones residenciales y no residenciales de Caldas
- 2) Ídem FBCF infraestructura de Caldas
- 3) Nueva demanda final de consumo privado de servicios conexos turísticos en Resto de Región Andina

Es importante tener en cuenta que en el modelo MRIO las demandas finales de cada región, en este ejemplo f^1 , f^2 , f^3 , f^4 y f^5 , representan envíos o despachos a la demanda final de los sectores 1, 2 ...10 y regiones 1,2...5 y *no demandas finales para los productos de las regiones*. La operación Cf convierte estas demandas en un set de envíos por cada región que contribuye a satisfacer las demandas finales (Miller and Blair 2009).

Si se quiere evaluar el impacto de una nueva demanda en una región específica y un sector específico, es necesario reemplazar Cf por f^* la cual representa las nuevas demandas finales ya distribuidas apropiadamente en la región de interés y calcular la expresión [14]:

$$x = (I - CA)^{-1}f^*$$

1) FBCF Edificaciones Caldas

Se simula un aumento del 20% de la FBCF en edificaciones residenciales y no residenciales de Caldas en 2018, estimación basada en el incremento de la producción de este sector en 2017 (último dato PIB DANE Caldas base) respecto a 2015.¹⁰

Con esta nueva demanda final (\$184 miles de millones) el impacto sobre la economía del país, es decir, el aumento de la producción es \$353 miles de millones, de los cuales \$222 miles de millones en Caldas, que representan 1% de la producción total y 1.7% del VAB de Caldas.¹¹

Los resultados se resumen en las gráficas 1 y 2, donde los números en el eje x representan sectores y las cinco franjas corresponden a las regiones: Caldas, Quindío, Risaralda, RRA y RRP en ese orden. Como es evidente en la gráfica 1, el grueso del impacto se registra – aparte de construcción de edificaciones en Caldas- en el sector otros servicios de Caldas y en las regiones diferentes de Quindío y Risaralda.

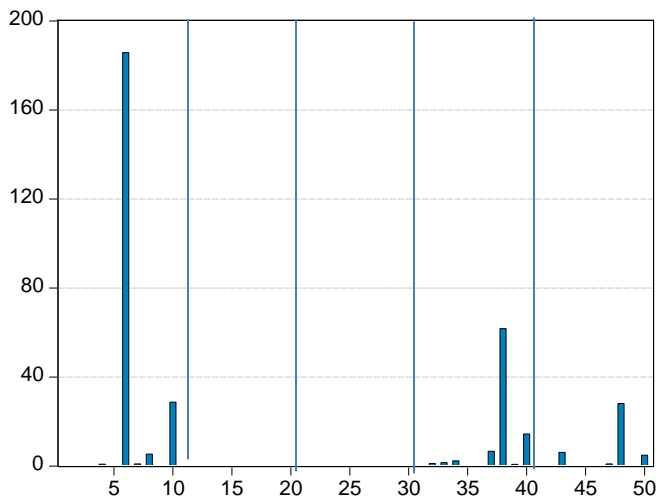
En la gráfica 2 se prescinde del sector edificaciones de Caldas por razones de escala, de manera que pueda apreciarse el efecto sobre otros sectores y regiones. La región 4 (RRA) es la que registra el mayor impacto (además de Caldas) y en esta región el sector resto de industria manufacturera es el mayor; igualmente este mismo sector es el de mayor efecto en la región 5 (RRP).

En la tabla 3 se muestran los valores de los principales impactos de la simulación como resultado del multiplicador de la demanda final a través de los flujos interregionales. Además del efecto sobre el conjunto de las regiones, se destaca que el efecto sobre las regiones diferentes de Caldas es \$131 miles de millones, o sea 37% del total del país (valor de la fila 4 sobre la fila 1) y relativamente el más elevado de las simulaciones.

¹⁰ Último dato PIB DANE de Caldas base 2015.

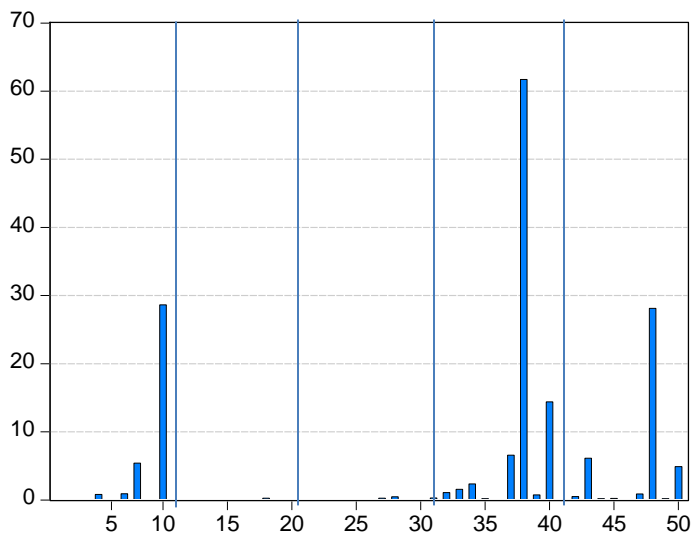
¹¹ Valores en precios constantes de 2015 en todas las tablas, gráficas y cuadro 1.

Gráfica 1. Colombia: Efecto estimado sobre el resto de regiones por el aumento en la demanda final de edificaciones en Caldas (miles de millones de \$), 2018



Fuente: Cálculos propios

Gráfica 2. Colombia: Efecto estimado sobre el resto de regiones por el aumento en la demanda final de edificaciones en Caldas (miles de millones de \$), 2018



Fuente: Cálculos propios

Tabla 3. Colombia: Efecto estimado sobre el resto de regiones por el aumento en la demanda final de edificaciones en Caldas, 2018

Tipo de efecto	Valor (\$ * 10 ⁹)
Total Colombia	353
Total Caldas	222
Total sector Edificaciones	186
Total demás regiones Colombia	131
Total sector resto de industria RRA	62

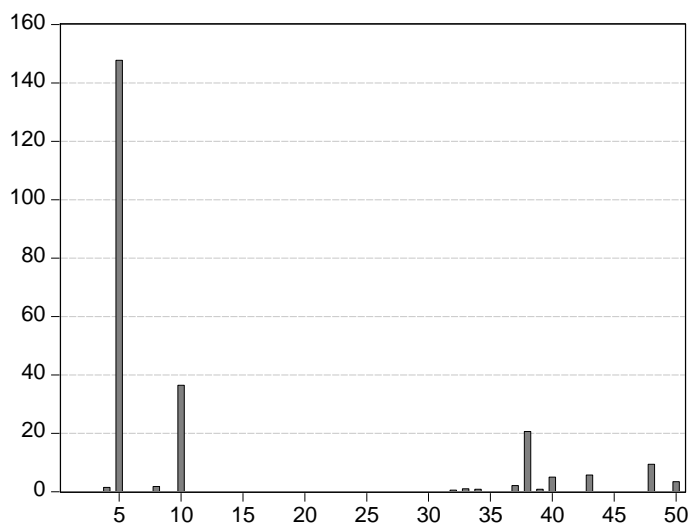
Fuente: Cálculos propios

2) FBCF infraestructura (obras civiles) Caldas

Se simula una nueva demanda final en FBCF en obras civiles (infraestructura) del gobierno departamental de Caldas basados en cifras aproximadas para 2018.

Con esta nueva demanda final (\$145 miles de millones) el impacto sobre la economía del país, es decir, el aumento de la producción, es \$239 miles de millones, de los cuales \$188 miles de millones en Caldas, que representan 0.9% de la producción total y 1.4% del VAB de la región.

Gráfica 3. Colombia: Efecto sobre el resto de regiones por el aumento en la demanda final de obras civiles en Caldas (miles de millones de \$), 2018



Fuente: Cálculos propios

Los resultados se presentan en la gráfica 3. Como se aprecia, los efectos tienen un perfil similar al de la simulación anterior, en parte porque utilizan insumos similares. Sin embargo, hay algunas diferencias: el mayor efecto –aparte de obras civiles en Caldas– se encuentra en Caldas también y corresponde al sector otros servicios (10).

En la tabla 4 se resumen los principales efectos de la simulación y de nuevo se pueden notar las similitudes con la edificaciones, si bien el efecto sobre las regiones diferentes de Caldas es 21% del total del país.

Tabla 4. Colombia: Efecto estimado sobre el resto de regiones por el aumento en la demanda final de obras civiles en Caldas, 2018

Tipo de efecto	Valor (\$ * 10 ⁹)
Total Colombia	239
Total Caldas	188
Total sector Obras civiles	148
Total demás regiones Colombia	51
Total sector resto de industria RRA	21

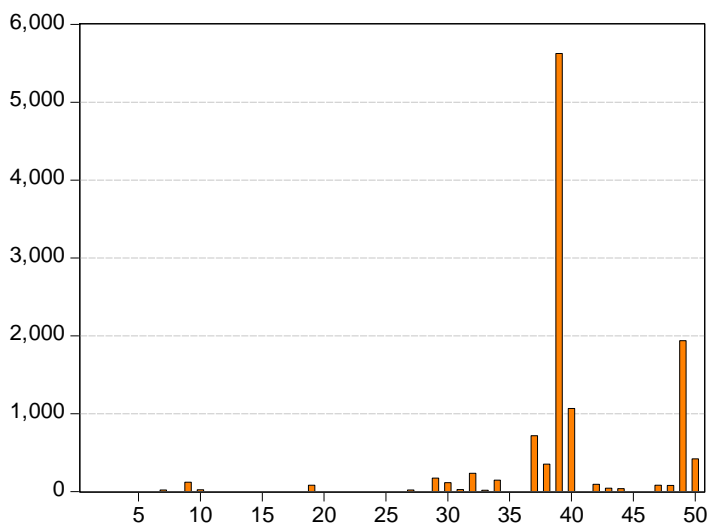
Fuente: Cálculos propios

3) Servicios conexos del turismo en la Región Resto Andina

Se simula una nueva demanda final en el consumo privado (hogares) de Resto de la Región Andina, basada en la variación de la producción de transporte aéreo y de alojamiento y comidas & bebidas de esta región 2017/2016.

Esta nueva demanda final (\$7,804 miles de millones) el impacto sobre la economía del país, es decir, el aumento de la producción, es \$11,515 miles de millones, de los cuales \$8,202 miles de millones en la RRA, que representan 0.9% de la producción total y 1.5% del VAB de la región.

Gráfica 4. Colombia: Efecto sobre el resto de regiones por el aumento en el consumo privado de servicios turísticos de RRA (miles de millones de \$), 2017



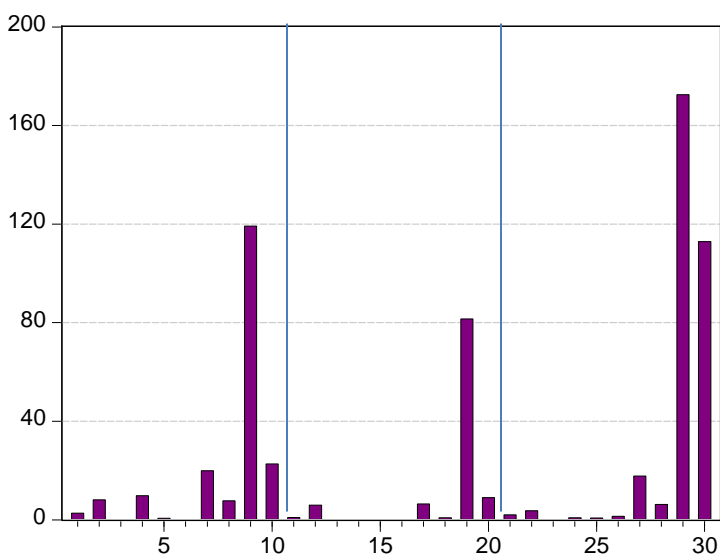
Fuente: Cálculos propios

En la gráfica 4 se visualizan los resultados de la simulación, apreciándose una concentración de los mayores impactos en la propia RRA y, en menor medida, en Resto de Región del país (RRP). Dejando de lado servicios turísticos en RRA, este mismo sector en RRP registra el mayor efecto, lo que no es extraño, dado que gran parte del turismo interno de la RRA se dirige hacia el Caribe de Colombia.

Para examinar más fácilmente el efecto sobre Caldas, Quindío y Risaralda, la gráfica 5 sólo presenta los valores de estas tres regiones (CQR en la gráfica). Aunque en la gráfica 4 el impacto sobre estas tres regiones parece mínimo, en realidad el valor total del impacto en cada una de ellas no es despreciable (valor en miles de millones de \$): \$191 en Caldas, \$105 en Quindío y \$318 en Risaralda.

Los sectores con mayor impacto son los servicios conexos turísticos de cada región, que representan 62%, 78% y 54% del impacto total en Caldas, Quindío y Risaralda, respectivamente.

Gráfica 5. Colombia: Efecto sobre CQR por el aumento en el consumo privado de servicios turísticos de RRA (miles de millones de \$), 2017



Fuente: Cálculos propios

Por último, en la tabla 5 se encuentran algunos indicadores de impacto de la nueva demanda final. En comparación con las dos simulaciones anteriores, la participación de la nueva producción de la RRA en el total la economía de Colombia (fila 2 columna 2/fila 1 columna 2) es 71%, mientras que en Caldas es 63% en edificaciones y 78% en obras civiles.

El sector de mayor impacto diferente del sector 8 en la RRA y del cual proviene la nueva demanda en esta región es también servicios turísticos, pero en la RRP (fila 5 columna 2)

Tabla 5. Colombia: Efecto estimado sobre el resto de regiones por el aumento en el consumo privado de servicios turísticos de RRA, 2017

Tipo de efecto	Valor (\$ * 10⁹)
Total Colombia	11,515
Total RRA	8,202
Total sector servicios turísticos	5,625
Total demás regiones Colombia	3,312
Total sector servicios turísticos	1,937

Fuente: Cálculos propios

IV. Matrices y vectores elaborados

Debido al tamaño de las matrices **A** y **C**, se omiten en este documento y se presentan en archivo de Excel (MRIO 5 COL.xls). Los vectores **x** y **f** (año base) también se incluyen en este archivo. La lista de unas y otros es la siguiente.

Hoja de cálculo integradas

- Matriz **A** - coeficientes técnicos regionales integrados de las cinco regiones de Colombia
- Matriz **C** – coeficientes de comercio intra/interregional de las cinco regiones de Colombia
- Vector **f** de demanda final integrada de las cinco regiones de Colombia

Hoja de cálculo regiones

- Tablas de insumo-producto (demanda intermedia, demanda final, producción bruta, VAB e importaciones)
 - Caldas
 - Quindío
 - Risaralda
 - Resto de Región Andina (RRA)
 - Resto de Regiones del país (RRP)
- Cuadro de flujos intra/interregionales

Referencias

- Bachmann, Chris, Matthew J. Roorda and Chris Kennedy. 2015. Developing a Multi-Scale Multi-Regional Input-Output Model. *Economic Systems Research* 27 (2): 172-193.
- Bonet, Jaime. 2005. Cambio estructural en Colombia: una aproximación con matrices insumo-producto. *Documentos de trabajo sobre economía regional* 62. CEER – Cartagena.
- Colombia - DANE. 2017. Metodología general cuenta satélite de turismo. Bogotá.
<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/cuentas-nacionales/DSO-CST-MET-metologia-turismo.pdf>
- _____. 2017. Metodología general Encuesta Anual Manufacturera. Bogotá.
- Colombia – Unidad de Planeación Minero-Energética. 2016. Boletín de minas y energía 2012-2016. Bogotá.
- European Commission – Eurostat. 2008. *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*. Luxembourg.
- European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, United Nations, and World Bank. 2009. *System of National Accounts 2008*. New York.
- Fei, John and Leon N. Moses. 1955. The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis: Appendix. *AER* 45 (5): 827-832.
- Haddad, Eduardo, W. Faria, L.A. Galvis y L.W. Hahn. 2016. Matriz insumo-producto interregional para Colombia, 2012. *Documentos de trabajo sobre economía regional* 247. CEER – Cartagena
- Miller, Ronald E. and Peter D. Blair. 2009. *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 2nd ed. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Polenske, Karen. 1970. An Empirical Test of Interregional Input-output Models: Estimation of 1963 Japanese Production. *AER* 60 (2): 76-82.
[Downloaded from 181.140.94.203 on Fri, 30 Jun 2017]
- Vallecilla, Jaime. 2015. Estructura económica de Caldas e interrelaciones sectoriales. Un modelo de insumo-producto. Manizales [manuscrito].