

NOTA

**Lecturas de Economía: cuarenta años de una labor acuciosa**

*Danny García-Callejas*

ARTÍCULOS

**Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia**

*Manuela Castaño-Gómez y John Jairo García-Rendón*

**Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997**

*Oscar Gonzalo Manrique-Díaz y Diego Fernando Lemus-Polania*

**Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado**

*Gustavo Adolfo Hernández-Díaz*

**Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities**

*Raquel Chafloque-Céspedes, Aristides Vara-Horna, Zaida Asencios-Gonzales, Dennis López-Odar, Aldo Alvarez-Risco, Liliana Quipuzco-Chicata, Christin Schulze and Martí Sánchez-Villagomez*

**Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia**

*Juliana Díaz-García, Germán Valencia-Agudelo, Isabel Cristina Carmona-Garcés y Laura Inés González-Zapata*

**Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case**

*Bilver Adrian Astorquiza-Bustos, Maribel Castillo-Caicedo And Alina Gómez-Mejía*

**El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011**

*Jorge Barrientos-Marín, Sebastián Ospina-Valencia y Sebastián Giraldo-Flórez*

**Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana**

*David Rodríguez-González e Inés María Ulloa-Villegas*

**Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade**

*Florencia Melisa Fares, Guido Zack y Ricardo Gabriel Martínez*

NOTA

**Cuarenta años de activismo empresarial antioqueño en los procesos de paz en Colombia (1980-2020)**

*Germán Darío Valencia-Agudelo*

# LECTURAS DE ECONOMÍA



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Ciencias Económicas

Departamento de Economía  
ISSN 0120-2596 | eISSN 2323-0622  
Fundada en 1980  
Medellín, Colombia

## **Editor**

Carlos Andrés Vasco Correa  
*Universidad de Antioquia, Colombia*

## **Comité Editorial**

Jorge Barrientos Marín  
*Universidad de Antioquia, Colombia*

Wilman Gómez Muñoz  
*Universidad de Antioquia, Colombia*

Héctor Mauricio Posada  
*Universidad de Antioquia, Colombia*

Juan David Barón  
*The World Bank, Estados Unidos*

Luis Hernando Gutiérrez  
*Universidad del Rosario, Colombia*

Jair Neftalí Ojeda  
*Banco de la República, Colombia*

Jesús Otero  
*Universidad del Rosario, Colombia*

Paola Tubaro  
*Centre National de la Recherche Scientifique,  
Francia*

Antonio Villar  
*Universidad Pablo de Olavide, España*

Conny Wollbrant  
*University of Stirling, Reino Unido*

## **Comité Científico**

Felipe Barrera-Osorio  
*Harvard Graduate School of Education,  
Estados Unidos*

Ludovic Julien  
*Universidad de París, Francia*

Jesús López-Rodríguez  
*Universidad de la Coruña, España*

Francisco Martínez-Sánchez  
*Universidad de Murcia, España*

José María Millán  
*Universidad de Huelva, España*

Sébastien Ménard  
*Université du Maine-Le Mans, Francia*

Silvestro Di Sanzo  
*Confcommercio, Italia*

Antonio Yúnez  
*El Colegio de México, México*



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

## Facultad de Ciencias Económicas

*Esta revista contó con el aporte del Fondo de apoyo para la publicación de las revistas especializadas de la Universidad de Antioquia.*

*Publicación clasificada en categoría B por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación —MinCiencias— en el Índice bibliográfico nacional de revistas colombianas especializadas en ciencia, tecnología e innovación —Publindex—.*

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

### Usted es libre de:

- Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

### Bajo las condiciones siguientes

-  **Atribución** — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
-  **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
-  **CompartirIgual** — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



### Correspondencia, canje y suscripciones

*Lecturas de Economía*, Departamento de Economía.  
Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia.  
Calle 67 #53-108 Medellín, Colombia.  
Teléfono: +57(4) 219 88 35  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia>  
Dirección electrónica: [revistalecturas@udea.edu.co](mailto:revistalecturas@udea.edu.co)

El contenido de los artículos, notas y reseñas publicadas en esta revista son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no refleja la opinión de la Universidad de Antioquia, la Facultad de Ciencias Económicas o del Departamento de Economía.

The content, information and views of all published articles, notes and reviews are the sole responsibility of their authors and do not reflect the official opinion of the Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Económicas or Departamento de Economía.

## Contenido

### NOTA

*Lecturas de Economía*: cuarenta años de una labor acuciosa  
DANNY GARCÍA-CALLEJAS

7

### ARTÍCULOS

**Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia**

23

MANUELA CASTAÑO-GÓMEZ Y JOHN JAIRO GARCÍA-RENDÓN

Debido a la caída abrupta a nivel mundial del costo nivelado de las tecnologías renovables no convencionales para la generación de energía con estas fuentes (en el caso de los mercados en Estados Unidos entre 39 y 152 USD/MWh para la energía solar fotovoltaica y entre 26 y 50 USD/MWh para la eólica), se ha sustituido la utilización de mecanismos como las Feed in Tariff por las subastas, como un mecanismo de mercado viable para incentivar la inversión en estas fuentes de generación. Por medio del modelo de difusión tecnológica de Bass, este artículo analiza el impacto que tienen los incentivos actuales, contemplados en la Ley 1715 de 2014, en la inversión en energía solar fotovoltaica en Colombia. Los principales resultados arrojados por el escenario de un proyecto a gran escala muestran una capacidad instalada de energía solar fotovoltaica de 1.542 MW en 2030, lo que lo hace el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento. El aporte del artículo es examinar el potencial que tiene el mercado eléctrico colombiano respecto a la inclusión de energía solar fotovoltaica.

**Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997**

65

OSCAR GONZALO MANRIQUE-DÍAZ Y DIEGO FERNANDO LEMUS-POLANÍA

En este trabajo se incluye la energía eléctrica (E) como una tercera variable en la función de producción estándar Cobb-Douglas para determinar su participación en el PIB de Colombia y calcular su elasticidad asociada entre 1925 y 1997. Para tal efecto, se emplean el modelo LINEX y el algoritmo de optimización no lineal de Levenberg-Marquardt, bajo el supuesto de elasticidades de producción no negativas para ajustar la función de producción, corregida y basada en dicho modelo. El análisis se alimenta de las series de PIB, capital (K) y trabajo (L) que elaboró el GRECO para el Banco de la República, y también de una serie temporal de energía

eléctrica (E) producida con el patrocinio de Colciencias. Los resultados calculados para las elasticidades asociadas permiten verificar que, en concordancia con los casos de estudio conocidos, la energía eléctrica ha tenido mayor peso en la estructura del PIB que los factores tradicionales. Se concluye que la condición de rendimientos constantes de la función de producción estándar no se aplica a ninguna economía conocida, sea esta de un país desarrollado o no.

### **Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado**

GUSTAVO ADOLFO HERNÁNDEZ-DÍAZ

101

Existen muchos artículos técnicos acerca de la construcción, calibración y solución de los modelos de equilibrio general aplicados, pero pocos acerca de la metodología y conceptos usados para llegar a la construcción de estos. Este trabajo, concentra la discusión en el área conceptual de estos modelos, más que en su parte técnica. El objetivo de este trabajo es presentar los elementos conceptuales clave para tener en cuenta antes de la construcción de esta clase de modelos. Como se aprecia a lo largo del trabajo, estos modelos tienen una sólida base conceptual que permite la construcción de diferentes choques económicos o alternativas de política económica, que sirven para el análisis y la evaluación de políticas públicas. Finalmente, dada la microfundamentación de estos modelos, la forma en la cual se esparcen los choques a través de la economía puede analizarse; sin embargo, esto depende de los parámetros que son colocados en las formas funcionales del modelo.

### **Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities**

RAQUEL CHAFLOQUE-CÉSPEDES, ARÍSTIDES VARA-HORNA, ZAIDA

ASENCIOS-GONZALES, DENNIS LÓPEZ-ODAR, ALDO ALVAREZ-RISCO, LILIANA

QUIPUZCO-CHICATA, CHRISTIN SCHULZE AND MARTÉ SÁNCHEZ-VILLAGOMEZ

127

The aim of the current study was to demonstrate the relationship between violence against women (VAW) in intimate partner relationships and academic presenteeism of students enrolled in business and engineering programs, at Peruvian universities. This study adopted an exploratory cross-sectional survey design through a survey of 2640 university students from the business and engineering schools of 34 Peruvian universities. It was found that 96.5% of the respondents reported academic presenteeism and 32.0% are survivors of VAW. Partial least squares regression found that VAW generates 8.47 days lost due to academic presenteeism, which at the same time generates 15.12 critical incidents with professors and colleagues, during the academic year. Finally, it was demonstrated that VAW is a determining factor that explains 7.2% of university students' academic presenteeism. This study is among the very few that empirically seek to explore the actual time that students use in a day at university. Thus, it measured actual academic productive hours of university students in Peru.

### **Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia**

JULIANA DÍAZ-GARCÍA, GERMÁN VALENCIA-AGUDELO, ISABEL CRISTINA

CARMONA-GARCÉS Y LAURA INÉS GONZÁLEZ-ZAPATA

155

Los grupos de interés son actores clave en las decisiones de política pública. Este artículo analiza el proceso decisorio de la propuesta de impuesto al consumo de bebidas azucaradas en

Colombia y el papel de grupos de interés en ese proceso. Con este objetivo, el presente estudio usa el análisis *stakeholder*, para el cual se recolectó información sobre el proceso decisorio y el papel de los grupos de interés a partir de revisión documental y entrevistas estructuradas; además, se determinó el grado de relaciones, incidencia y poder de los grupos de interés entrevistados. Los hallazgos muestran la influencia y el poder de la industria de bebidas para bloquear procesos de agenda pública que van en contra de sus intereses; para lo cual usan diferentes instrumentos, como la capacidad organizativa y de persuasión, su poder económico, entre otros. En conclusión, la toma de decisiones se da en función de la movilización de los distintos intereses sectoriales. Este caso refleja la necesidad del fortalecimiento del sistema democrático, con mayor incidencia de la sociedad civil.

**Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case**

BILVER ADRIAN ASTORQUIZA-BUSTOS, MARIBEL CASTILLO-CAICEDO AND ALINA GÓMEZ-MEJÍA

189

The stress is a product of inequality of the traditional leisure-consumption model in the labor market. So, this research estimates a Job Stress Index (JSI) using the fuzzy sets measurement method with the aim of identifying the stress levels faced by the employed population and its possible determinants. Once the JSI is estimated, we analyzed the profile of job stress using a probit ordered multinomial model from a set of sociodemographic and labor attributes. The results suggest the job stress is not correlated with the employment rates. Likewise, the profile of working more than 48 hours a week, being a man, without a labor contract, divorced, changing of job, among other factors are associated with a high probability of being with job stress at least 17.19%. The JSI reconciles the importance of implementing occupational health programs in order to improve the work environment, and theoretical consistency according to the suggested from the psychology, becoming a novel contribution from the economic sciences.

**El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011**

JORGE BARRIENTOS-MARÍN, SEBASTIÁN OSPINA-VALENCIA Y SEBASTIÁN GIRALDO-FLÓREZ

225

En este trabajo estamos interesados en estimar el costo económico del tsunami ocurrido en 2011 en Japón, el cual afectó dramáticamente las prefecturas (provincias) de la región nor-oriental (Fukushima, Itawe y Miyagui) y originó la posterior emergencia nuclear causada por el daño del reactor de Fukushima. Para lograr el objetivo, se utiliza la metodología de control sintético (MCS) construyendo “prefecturas sintéticas” y utilizando las prefecturas que no fueron afectadas por el tsunami. Los resultados muestran que el costo del desastre en 2011 ascendió a 2,5 billones de yenes (23000 millones de USD), equivalente al 18% de un bloque del PIB (sumatoria de los PIB sectoriales relevantes para la economía de las tres prefecturas); así mismo, evidenciaron que el efecto causal positivo medido entre 2012 y 2014 fue de alrededor de 1,4 billones de yenes (12800 millones de USD), equivalente al 10% del PIB. Los resultados de este artículo son relevantes, pues proveen una metodología para estimar el efecto causal económico de desastres naturales o de conflictos.

**Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana**

**261**

DAVID RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ E INÉS MARÍA ULLOA-VILLEGAS

El objetivo de este trabajo es examinar el canal del crédito bancario en Colombia para el periodo 1995-2015, teniendo en cuenta las repercusiones que tuvo la crisis financiera mundial del 2007 sobre este. Para ello, se divide la muestra en dos periodos (pre y poscrisis) y se utilizan dos enfoques con el fin de obtener resultados robustos. Utilizando modelos de datos panel, se encuentra que un incremento en la tasa de interés de referencia de 1% disminuye el crédito bancario en un 2 a 3% (independientemente del enfoque usado), lo cual evidencia la existencia del canal para el periodo precrisis; asimismo, los resultados encontrados muestran que dicho canal tiene efectos heterogéneos. Por otro lado, para el periodo poscrisis, los resultados pierden significancia estadística, lo que sugiere que la crisis financiera mundial sí tuvo un efecto sobre dicho canal. Lo anterior implica que el banco central de Colombia, al momento de tomar decisiones y de formular su política monetaria, debería tener en cuenta que el efecto final sobre la economía no es el mismo al efecto observado antes del 2007.

**Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade**

**297**

FLORENCIA MELISA FARES, GUIDO ZACK Y RICARDO GABRIEL MARTÍNEZ

Argentina does not have a sufficiently complete and developed system of sectoral statistical data on foreign trade. This paper tries to make a contribution showing a methodology to calculate foreign trade indexes, based on unit values obtained from Foreign Trade Consultation System of INDEC. This methodology is applied to the quarterly data of Argentine sectoral imports and exports and its accuracy is shown from the comparison with price indexes published by INDEC (aggregate level) and Brazilian statistical institute (sectoral level). Our indexes show a correlation above 80% and variability close to the benchmark in almost all sectors. Finally, we analyzed the contribution of each sector to foreign trade growth during 1996-2016 using the estimated quantity indexes, something impossible to obtain without the estimated price indexes. Both real exports and imports show a weak growth pace of 2.3% and 2.4% per year, respectively. The leading sectors are Foodstuff industry and Agricultural products in exports, and Motor vehicles and Chemical products in imports for the whole period.

NOTA

**Cuarenta años de activismo empresarial antioqueño en los procesos de paz en Colombia (1980-2020)**

**331**

GERMÁN DARÍO VALENCIA-AGUDELO

**Índice de títulos 2020**

**345**

**Índice de autores 2020**

**355**

**Políticas éticas**

**359**

**Instrucciones para autores**

**362**



# ***Lecturas de Economía: cuarenta años de una labor acuciosa***

Danny García-Callejas<sup>a</sup>

–Introducción. –I. El contexto del surgimiento de *Lecturas*. –II. Gonzalo Betancur y Jorge Pérez: maestros acuciosos. –III. La importancia de las revistas académicas en economía. –IV. La relevancia de la lectura y la escritura en economía. –Conclusiones. –Referencias.

*Primera versión recibida el 30 de mayo de 2020; versión final aceptada el 8 de junio de 2020*

## **Introducción**

Algunas ideas viven poco, otras sobreviven por siglos. Pero tienen más oportunidad de resurgir o vivir por siempre aquellas que están escritas. Este es un homenaje a quienes han ayudado a publicar tantas, a quienes con su vehemencia permitieron crear y consolidar a *Lecturas de Economía* y muchos libros, a ellos, que con sus enseñanzas y ejemplo dejaron escritos tantos testimonios en la memoria de muchos estudiantes y colegas: gracias, Gonzalo Betancur Urán y Jorge Pérez Restrepo.

Doscientos años después de la primera edición del *Diccionario de la lengua española*, luego de cien años de la de *Los hermanos Karamázov* y cinco años después de la de *Cien años de soledad*, en 1980, surgiría la revista *Lecturas de Economía*. Precisamente, en enero de 2020, celebramos cuarenta años de labor ininterrumpida, gracias a la cual la revista se ha posicionado como medio de divulgación académica de la investigación en economía en Colombia con proyección latinoamericana. El carácter plural de la revista y su proceso editorial riguroso le proveen de prestigio y reconocimiento.

Lamentablemente, el 24 de marzo de 2008 falleció Jorge Gustavo Pérez Restrepo promotor del proyecto de *Lecturas de Economía* y colega de Gonzalo

<sup>a</sup> *Danny García-Callejas*: profesor asociado del Departamento de Economía, Universidad de Antioquia, Colombia. Dirección de correspondencia: Calle 67 No. 53-108, bloque 13, oficina 106, Facultad de Ciencias Económicas, Ciudad Universitaria, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia 050010. Dirección electrónica: danny.garcia@udea.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-7354-0807>

<https://doi.org/10.17553/udea.le.n93a342252>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Betancur Urán, fundador de la revista y quien también falleció el 3 de mayo de 2020. Ambos realizaron aportes invaluableles a la revista y fomentaron competencias y cualidades entre colegas y estudiantes, los cuales generaron un hito en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia.

Pero este proyecto va más allá de la divulgación, pues también ha permitido reconocer la importancia de la lectura y la escritura en esta área del saber en el Departamento de Economía. Por tanto, este texto tiene por objetivo resaltar el papel de Gonzalo Betancur y Jorge Pérez en la consolidación de *Lecturas de Economía* y la influencia que tuvieron sobre la formación de economistas en la Universidad de Antioquia.

Para ello, este manuscrito se divide en cuatro secciones. El primer apartado describe el contexto del nacimiento de la revista, haciendo énfasis en los acontecimientos suscitados en 1980, año de la publicación del primer número de *Lecturas*. La segunda sección presenta de una breve semblanza de Gonzalo y Jorge, en la que se destaca su tenacidad como elemento central para la sobrevivencia de la revista. La tercera se resalta la importancia de las revistas académicas en economía, y para terminar, se explica la relevancia de la lectura y la escritura en economía desde la perspectiva de los dos maestros.

## **I. El contexto del surgimiento de *Lecturas***

En enero de 1980, el Departamento de Economía, con la colaboración de profesores y estudiantes, publica el primer número de *Lecturas de Economía*, nombre que adoptaría a partir del segundo volumen (Betancur, 2010). La tenacidad y acuciosidad de los profesores Jorge Pérez Restrepo y Gonzalo Betancur Urán permitieron la creación de este proyecto académico, que en enero de 2020 cumplió cuatro décadas entre triunfos y retos propios del contexto social e histórico.

Sin duda, 1980 fue un año difícil para la humanidad. En el levantamiento democrático de mayo 18 en Corea del Sur morirían más de dos mil personas. Inició la guerra Iraní e Iraquí que duraría ocho años y en la que morirían más de un millón de personas, entre soldados y civiles. La guerra civil salvadoreña, incitada por las tensiones de la Guerra Fría, dejaría ochenta mil muertos y

más de un millón de personas refugiadas y desplazadas. En Polonia, surgió el movimiento obrero por la libertad y la democracia llamado *Solidaridad*. La economía global estaba inmersa en una recesión y América Latina sufriría una década perdida.

No obstante, ese mismo año Umberto Eco publicó *El Nombre de la rosa*, recordando en su prólogo que “solo debía escribirse comprometiéndose con el presente, o para cambiar el mundo. [Pero] que también es posible escribir por puro deleite” (1980, p. 9). En este mismo año Milton Friedman y Rose Friedman publican *Libre para elegir*, y Peter Singer *Marx: una muy breve introducción*. Textos opuestos en términos ideológicos pero cuyas ideas tendrán cabida en *Lecturas de Economía*, una publicación plural (Velásquez, 2015).

Por su parte, en Colombia, el Movimiento 19 de abril, M-19, se toma la Embajada de República Dominicana en la ciudad de Bogotá. La tasa de homicidios fue de veinticinco por cada cien mil habitantes, con más de ocho mil personas asesinadas y más de doscientos setenta eventos de secuestro. También se presentan protestas estudiantiles en el país contra la crisis social y económica, y contra el Estatuto de Seguridad y el Decreto 80 de 1980, el cual genera cuestionamientos sobre la autonomía universitaria, la financiación y el acceso a la educación superior.

Adicionalmente, la Universidad de Antioquia se encuentra cerrada y militarizada. Es más, la profesora María Teresa Uribe de Hincapié (1998) describe esta época como sombría para la Universidad de Antioquia, de muchas tensiones, amenazas y violencias; una época con múltiples asesinatos y homicidios simbólicos de desplazados, con exiliados y despojados de la palabra, del contacto y la cercanía con la Universidad y con sus familias; una época de terror. El refugio en el conocimiento era insuficiente para salvar la vida, había que huir de la Universidad para sobrevivir.

No obstante, profesores imprescindibles recurrieron a la elaboración de proyectos académicos para brindar alternativas y resistencia a las violencias. Escribir era una iniciativa que brindaba esperanza y deleite; sin embargo, el hábito de la escritura en revistas académicas apenas estaba en proceso de consolidación entre los colegas del Departamento de Economía y del Centro

de Investigaciones Económicas (CIE), quienes habían preferido los libros como medio de divulgación. Bien señala Vélez Álvarez (2020) que:

Ese primer número [de *Lecturas de Economía*] fue toda una hazaña. El hábito de escribir y publicar no estaba muy difundido [...]. En sus primeros años, cada número de *Lecturas* exigió un tremendo esfuerzo para la consecución del material. Ahí estuvo siempre Gonzalo, apremiando a todo el mundo para que se animara a escribir y publicar; corrigiendo con esmero los textos a veces muy burdos que le entregaban.

A pesar de eso, ese año —1980— logran publicarse los tres primeros números de la revista, que incluían doce artículos y tres notas y reseñas. Hoy en día, el legado de la revista continúa, y ya cuenta con más de noventa y dos números publicados en cuarenta años de historia, gracias a cualidades de diligencia y compromiso de sus líderes, editores, equipo de trabajo y colaboradores.

## II. Gonzalo Betancur y Jorge Pérez: maestros acuciosos



Gonzalo Betancur Urán fue el fundador de *Lecturas de Economía*, un proyecto que unió esfuerzos de profesores y estudiantes:

Gonzalo estudió en el Liceo de la Universidad de Antioquia y realizó sus estudios de Economía en la Alma Máter. También, fue presidente de la Asociación de Profesores de la Universidad, con un compromiso independiente y siempre de defender a la universidad pública. En cuanto a su docencia, Gonzalo era deslumbrante. Lograba en media hora sintetizar cuatro documentos sobre desarrollo económico, dejando constancia en disquisiciones consignadas en sendos mapas conceptuales o cuadros sinópticos. Además, era generoso y caritativo con los estudiantes con mayores dificultades económicas y sociales (García, 2020).

Por su parte, Jorge Gustavo Pérez Restrepo también fue un impulsor de *Lecturas*. Así lo señala el propio Gonzalo Betancur Urán:

Muchas personas han contribuido al avance y consolidación de *Lecturas de Economía* pero mención especial merece Jorge Pérez Restrepo quien, con dedicación y buen juicio, hizo de la revista una valiosa carta de presentación del Departamento de Economía en los diferentes ámbitos de nuestra disciplina. Sea ésta la ocasión para rendir un tributo de reconocimiento a su memoria (2010, p. 8).

Gonzalo y Jorge coincidían en muchos aspectos. Ambos notables bibliófilos, profesores ejemplares, humanos generosos y universitarios comprometidos. Sus aportes a la formación de estudiantes íntegros y críticos son innumerables.

Gonzalo promovió y creó la Cátedra Abierta Jorge Cárdenas Nannetti, la Cátedra Jorge Pérez Restrepo y el Programa Experiencias Empresariales, en la Facultad de Ciencias Económicas. Así mismo, el liderazgo discreto y resuelto de Gonzalo, también condujo a la creación del primer diplomado de estudios sobre Asia Pacífico en la Facultad de Ciencias Económicas, pionero en el país. En 1979 escribió *Los ademanes del silencio*, lírica que evoca “expresiones sublimes de amor por la vida, los libros y su familia” (García, 2020). Y es

que Gonzalo era un altruista y filántropo, por lo que ayudaba a los niños colaborando en la Fundación Social Antorchas de Vida.

Por su parte, en 1987, Jorge Pérez fue crucial en el nacimiento y desarrollo de la revista de estudiantes de Economía *Oikos*. A diez años de la fundación de *Oikos*, bien señala Juan Miguel Gallego (1997, p. 152) que: “es indispensable rendirle un sincero reconocimiento al profesor Jorge Pérez Restrepo, quien no solo asesoró sabiamente al grupo fundador, sino que ha sido el consejero de cabecera del comité editorial”. De igual forma, Jorge aportó en el fomento de espacios para el debate estudiantil y la formación desde la economía. Junto con algunos estudiantes fundó el Yachaywasi —casa del saber— o concurso de artículos y ponencias para estudiantes de Economía en la Facultad. También fueron sus hijos: la cátedra de Lectoescritura y el Club Doble E —English and Economics Club—, creado en julio de 2000 como un espacio para practicar y aprender inglés hablando de economía.

Es claro que tanto Gonzalo como Jorge buscaban mantener lazos y sentidos de pertenencia entre los egresados y hacia su Alma Máter. La Cátedra Abierta Jorge Cárdenas Nannetti, con veintiuna versiones lideradas por Gonzalo, es la materialización de la proyección de la facultad hacia sus egresados y la sociedad. Bien lo dice Gonzalo (2014):

Es un programa institucional de la Facultad de Ciencias Económicas que comenzó en 2001 con miras a generar un espacio de reflexión y debate sobre problemas colombianos, económicos y sociales de interés para la universidad, los universitarios y para la sociedad en general.

En este sentido, Jorge se vinculó con la asociación de egresados, como estrategia en favor de la solidaridad y la fraternidad entre colegas y futuros egresados de la Facultad. Así lo explica Vélez Álvarez (2015):

Esa vocación de maestro se extendió más allá de las aulas universitarias. Deseoso siempre de apoyar a sus alumnos en su crecimiento profesional, se vinculó desde su fundación a las labores de Adeco, la Asociación de Economistas de la Universidad de Antioquia. Allí con Alix Suarez, Luz Elena Castrillón y Myriam

Cadavid se ocupó de mantener vivos entre los egresados los lazos de afecto hacia la Facultad y de vincular a las distintas generaciones de suerte que los de las más antiguas contribuyeran al desarrollo profesional de los más jóvenes.

Sin ser infalibles, no hay duda de que Gonzalo Betancur y Jorge Pérez eran fuente de sabiduría y buen ejemplo, que con humor fino, libros gruesos y sin buscar protagonismos lograron inspirar a muchos economistas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia.

### III. La importancia de las revistas académicas en economía

El siglo XX dio cuenta de un significativo crecimiento de revistas científicas en economía, con el propósito de divulgar los hallazgos de las investigaciones, el avance de la frontera del conocimiento y las respuestas a los problemas propios de la disciplina (Liebowitz & Palmer, 1984; Stigler et al., 1995; Dumont & Dávila-Fernández, 2020).

En consonancia, las revistas científicas y académicas proveen una valiosa labor al evaluar la calidad y el rigor de la investigación en un campo, además de actuar como un filtro que permite refinar y mejorar las ideas del manuscrito inicialmente enviado con fines de publicación a una revista (Kim et al., 2019). Igualmente, las publicaciones académicas en economía son la base para la toma de decisiones públicas y privadas, así como para las orientaciones de política económica; además, brindan fundamento para el desarrollo de programas, intervenciones sociales y exposiciones de motivos y leyes de un país.

El Departamento de Economía y el CIE fueron consistentes con esta tendencia de la academia y de la profesión:

La aspiración de los directores de la revista [*Lecturas de Economía*] era convertirla en un eficaz canal de divulgación de trabajos de profesores, memorias de grado de estudiantes, resultados de investigación del CIE y en un adecuado instrumento para la exposición y discusión de tesis y problemas relacionados con la

teoría económica, en general, y con la economía colombiana, en particular (Toro, 2001, p. 63).

De otra parte, es indudable que la mayor parte de la discusión académica de frontera en economía está publicada en inglés (Stigler et al., 1995, p. 332; Henshall, 2018). Incluso en países de habla distinta a la inglesa, los académicos que recién inician sus carreras profesionales son los más deseosos de publicar en la lengua anglosajona (Haucap & Muck, 2015). Es más, se ha vuelto cada vez más frecuente que las revistas en países no anglosajones acepten publicar artículos en inglés, amén del idioma local u otras lenguas.

En concordancia con esta realidad, *Lecturas de Economía* acepta manuscritos para publicación en español e inglés, lo que incentiva un ambiente plural. Esto es necesario, junto con el surgimiento de publicaciones científicas seriadas en economía. La sana competencia entre revistas es clave para reducir el oligopolio institucional que se presenta en la publicación de artículos en cuanto a afiliación institucional, autores y editores en economía (Hodgson & Rothman, 1999), que asimismo se mantiene estable a través del tiempo (Aistleitner et al., 2019).

Luego, resulta crucial que en países en vías de desarrollo surjan revistas científicas con alto rigor investigativo y competencia para divulgar hallazgos que contradicen, complementan, verifican o refutan teorías locales e internacionales de la disciplina económica. Estas también ayudan en la formación de académicos más rigurosos, en el debate de ideas y a aportar visiones alternativas del mundo económico. Las revistas académicas locales son la oportunidad para mostrar y demostrar que los contextos importan, al igual que la voz de las comunidades científicas y sociales.

La economía como campo del saber ejerce influencia en muchas disciplinas y ámbitos de la vida. George Stigler decía que la economía se había convertido en una ciencia imperialista (Stigler, 1984). Con mayor razón, es necesario estudiar, investigar y divulgar los procesos, preguntas y problemas económicos en Colombia y América Latina. Así las revistas académicas ayudan a recopilar y ser custodias de orientaciones y recomendaciones de política y decisiones económicas basadas en datos y hechos, alejándonos lo más posible de los sesgos de selección o de la falacia *post hoc*.

Por último, Jorge Pérez insistía en la importancia de ser críticos de los manuales en la disciplina, de la necesidad de dudar de los consensos. Gonzalo Betancur coincidía con esta visión y, con Jorge, en su papel de editores, lograron una pluralidad de artículos que hacían honor a la máxima de Joseph Schumpeter, “según la cual no es posible comprender los fenómenos económicos de ninguna época sin un sentido histórico suficiente” (Velásquez, 2015, p. 260). El contexto importa y las publicaciones académicas resultantes de un proceso de investigación permiten poner en duda a los recetarios universales, reivindicando la voz local, la crítica y la pluralidad.

#### **IV. La relevancia de la lectura y la escritura en economía**

Tanto Gonzalo como Jorge compartían un amplio amor por los libros y la lectura. En el caso de Gonzalo, esta relación con los libros la he descrito en su semblanza así:

La visita de Borges [a Medellín en 1965] se convirtió en oportunidad para Gonzalo. [...] Como resultado, consolidó una conexión con lo que Borges representaba, lo que le permitiría enlazar sus relatos con los de Manguel. Alberto Manguel [...] también [fue] director de la Biblioteca Nacional de Argentina como Borges, exaltando un sentimiento especial por las bibliotecas y los libros en Gonzalo. Con Mientras embalo mi biblioteca, de Alberto Manguel, Gonzalo confirmó que ‘toda biblioteca es autobiográfica’. Y como lo afirma Elías Canetti en La provincia del hombre: ‘sin libros las alegrías se pudren’ (García, 2020).

De igual manera, Jorge Pérez tenía un especial afecto por las obras literarias:

Un lector empedernido, hombre de letras y de muchos corazones que le admiraban. [...] Maestro y profesor [...], de los mejores gustos para los libros [y] bueno para promover la lectura: de estudiante te regalaba y recomendaba libros recordando su valor (García, 2013).

Claro está, un buen lector probablemente es también un buen escritor, una persona culta, a quien la vida le brindará más oportunidades.

Sobre la importancia de aprender a escribir siendo estudiante de economía, Rodrigo Taborde Ríos (2000) argumenta que esta habilidad contribuye a una formación destacada y al éxito profesional. Carlos Liard-Muriente y Christina Robinson (2015) afirman que esta es una competencia básica para avanzar en los estudios, la vida profesional y el ámbito laboral en economía. Además, escribir en economía aumenta el desarrollo cognitivo e intelectual del estudiante, le permite apreciar mejor las fortalezas y los avances de la disciplina, le permite cuestionar las respuestas imperantes y plantearse alternativas a los problemas económicos locales (Goma, 2001). Es más, el escribir en economía, al igual que la constante lectura, le permite al estudiante desarrollar su imaginación y creatividad frente a los problemas, las teorías y los métodos de la disciplina económica, permitiéndole apropiarse del proceso de pensamiento propio de los economistas (Goma, 2001). La lectura tiene un papel crucial en el desarrollo de la buena escritura pues invita a pensar. En esto Jorge y Gonzalo concordaban, en que las aulas debían ser un espacio para el cuestionamiento, la argumentación y el debate. La lectura y la escritura, parafraseando a José Ortega y Gasset (2000, p. 67), permiten que siempre que eduques instruyas a dudar de lo que enseñas, a buscar la verdad.

Además de alimentar el sentido crítico, leer en economía permite ampliar el léxico propio de la profesión, formar criterio y generar opinión. La economía influencia y es influenciada por multiplicidad de campos del conocimiento, por lo que tener un horizonte de lecturas amplias permite entender, explicar y cuestionar mejor los fenómenos y las tesis establecidas o en desarrollo en la disciplina. Adicionalmente, la lectura contribuye a generar sensibilidad social, empatía y reconocimiento de los problemas y fenómenos que nos rodean. Bien lo decía Manfred Max-Neef en entrevista con Amy Goodman (2011): “necesitamos economistas cultos que conozcan su historia, su origen, cómo surgieron las ideas, quién hizo qué y así sucesivamente”.

## Conclusiones

La acuciosidad y el trabajo en equipo de Gonzalo Betancur y Jorge Pérez permitieron fundar y afianzar la revista *Lecturas de Economía*. Ellos lograron motivar a profesores y estudiantes de economía para participar de este proyecto y aunar los esfuerzos de los colegas del Departamento de Economía y del CIE, los cuales hoy en día permiten celebrar cuarenta años de labor ininterrumpida. No hay duda de que este esfuerzo colectivo de colaboradores, autores, evaluadores, comisionados editoriales y científicos, profesores del Departamento, estudiantes y personal administrativo ha rendido muchos frutos.

La revista ha permitido complementar la labor de divulgación del conocimiento académico en economía con el ejercicio de formación en escritura y lectura en la carrera de Economía en la Universidad de Antioquia. Los profesores Gonzalo y Jorge promovieron la escritura como una forma de afianzar el aprendizaje, la creatividad, la crítica y la comprensión de la economía. Sus esfuerzos convencieron a muchos estudiantes y egresados de cuestionar los consensos y principios de la economía y de escribir y leer con criterio o por simple placer.

Sin duda, el propósito central de Gonzalo y Jorge —sin afán de protagonismos o reconocimientos— era educar, formar economistas cultos, íntegros, con disposición por la lectura, la escritura y el trabajo por su comunidad. *Lecturas de Economía* es la voz de una comunidad que busca entender el mundo con hechos, con datos, sin sectarismos ni ideologías engeguedoras que oprimen y atontan. La pluralidad de la revista es un llamado a la investigación rigurosa, a la inclusión de la voz de la comunidad y la búsqueda del bien común. Agradecimientos para aquellos que han contribuido en esta escuela, a este bello proyecto de lectura, escritura y divulgación.

Gracias Gonzalo y Jorge por cultivar en nosotros el amor por la cultura, los libros y la escritura. Citando a Gonzalo Betancur (2010): “¡Larga y fructífera vida para *Lecturas de Economía*!”

## Referencias

- Aistleitner, M., Kapeller, J. & Steinerberger, S. (2019). Citation patterns in economics and beyond. *Science in Context*, 32(4), 361-380. <https://doi.org/10.1017/S0269889720000022>
- Betancur Urán, G. (2010). Editorial: *Lecturas de Economía*: 1980-2010. *Lecturas de Economía*, 72, 8-9.
- Betancur Urán, G. (2014, 8 de octubre). *Económicas UdeA - Cátedra Abierta Jorge Cárdenas Nannetti* [vídeo]. YouTube. <https://t.ly/BOVf>
- Dumont Oliveira, T. & Dávila-Fernández, M. J. (2020). From modelmania to datanomics? The rise of mathematical and quantitative methods in three top economics journals. *Scientometrics*, 123, 51-70. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03375-y>
- Gallego, J. M. (1997). Oikos: diez años. *Lecturas de Economía*, 47, 151-152.
- García Callejas, D. (2013, 26 de marzo). *Sabiduría y buen ejemplo*. <http://t.ly/T5v2>
- García Callejas, D. (2020, 12 de mayo). *Gonzalo Betancur Urán: humor fino, libros gruesos y los ademanes del silencio*. <https://bit.ly/2YZ4mgZ>
- Goma, Ophelia D. (2001). Creative Writing in Economics. *College Teaching*, 49(4), 149-152.
- Goodman, A. (2011, 7 de septiembre). *The barefoot economist*. *Democracy Now's Amy Goodman speaks with the acclaimed Chilean economist, Manfred Max-Neef*. <http://t.ly/x9al>
- Haucap, J. & Muck, J. (2015). What drives the relevance and reputation of economics journals? An update from a survey among economists. *Scientometrics*, 103, 849-877. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1542-5>
- Henshall, A. C. (2018). English language policies in scientific journals: Signs of change in the field of Economics. *Journal of English for Academic Purposes*, 36, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2018.08.001>

- Hodgson, Geoffrey M. & Rothman, H. (1999). The Editors and Authors of Economics Journals: A Case of Institutional Oligopoly? *The Economic Journal*, 109(453), F165-F186. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00407>
- Kim, L., Portenoy, J. H., West, J. D. & Stovel, K. W. (2019). Scientific Journals Still Matter in the Era of Academic Search Engines and Preprint Archives. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*. <https://doi.org/10.1002/asi.24326>
- Liard-Muriente, C., Robinson, C. (2015). The Write Experience in Economics: A Case Study from Central Connecticut State University. *International Advances in Economic Research*, 21, 453-465. <https://doi.org/10.1007/s11294-015-9543-y>
- Liebowitz, S. J. & Palmer, J. P. (1984). Assessing the Relative Impacts of Economics Journals. *Journal of Economic Literature*, 22(1), 77-88.
- Ortega y Gasset, J. (2000). *Meditations on Quixote*. University of Illinois Press. (Manuscrito original publicado en 1961).
- Stigler, G. J. (1984). Economics: The Imperial Science? *The Scandinavian Journal of Economics*. 86(3), 301-313. <https://www.jstor.org/stable/3439864>
- Stigler, G. J., Stigler, S. M. & Friedland, C. (1995). The Journals of Economics. *Journal of Political Economy*, 103(2), 331-359. <https://www.jstor.org/stable/2138643>
- Taborda Ríos, R. (2000). Por qué, qué y cómo escribir siendo estudiantes de pregrado en Economía. *Oikos*, 13, 65-77.
- Toro Botero, C. (2001). *Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, 1944-2000: Ser, conocer, construir*. L. Vieco e Hijos Ltda.
- Uribe de Hincapié, M. T. (1998). *Universidad de Antioquia: historia y presencia*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Velásquez Torres, J. C. (2015). Revista *Lecturas de Economía* (1980-2015): un devenir histórico. *Lecturas de Economía*, 83, 257-264.

García-Callejas: *Lecturas de Economía*: cuarenta años de una labor acuciosa

Vélez Álvarez, L. G. (2015, 22 de julio). *Jorge Gustavo Pérez Restrepo o la pasión por la enseñanza de la economía*. <http://t.ly/a0gU>

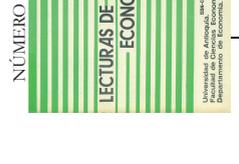
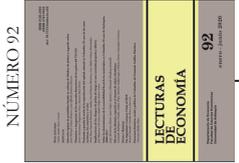
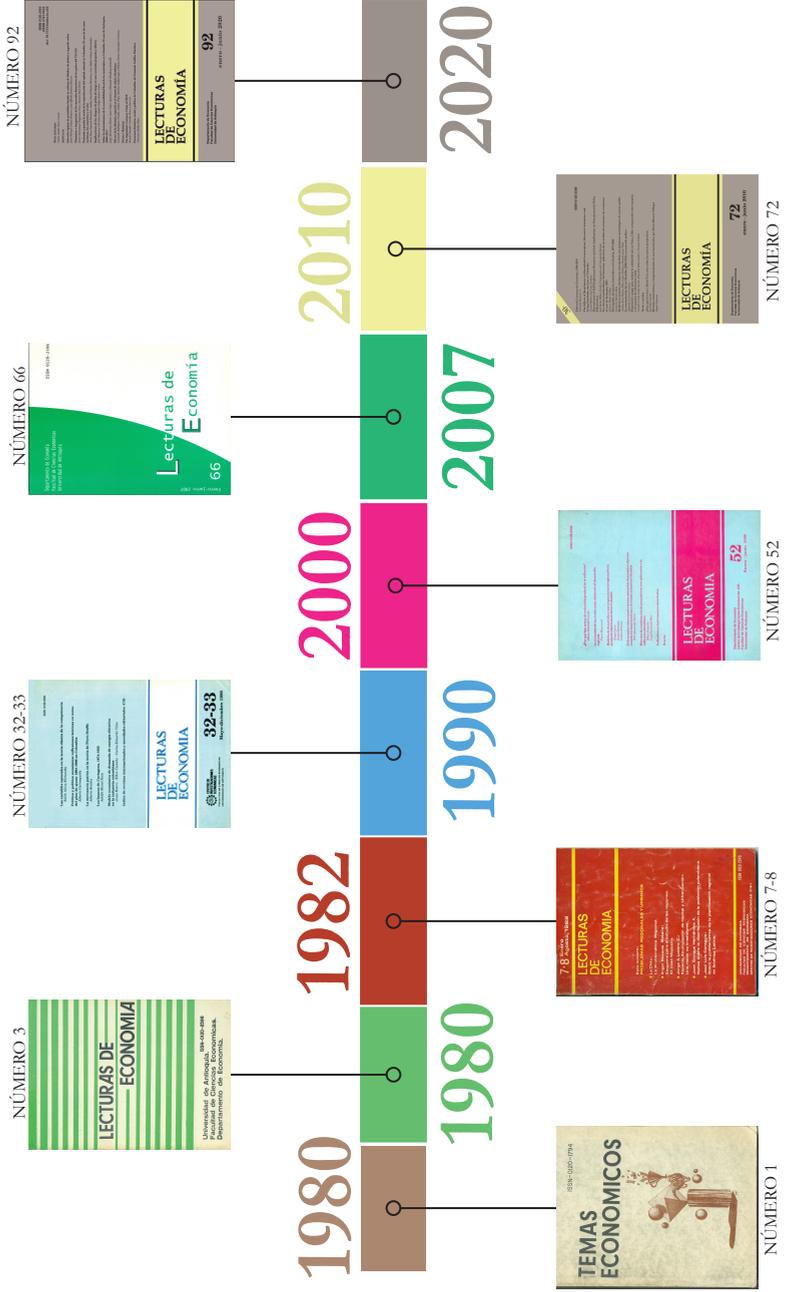
Vélez Álvarez, L. G. (2020, 5 de mayo). *Gonzalo Betancur Urán: in memoriam*. <http://t.ly/sYFw>



**Cómo citar / How to cite this item:**

García-Callejas, D. (2020). *Lecturas de Economía*: cuarenta años de una labor acuciosa. *Lecturas de Economía*, 93, 7-20.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a342252>



1980

1982

1990

2000

2007

2010

2020

NÚMERO 92

NÚMERO 72

NÚMERO 66

NÚMERO 52

NÚMERO 32-33

NÚMERO 7-8

NÚMERO 1



núm

80

Vol. XXXVIII 2020 SPECIAL ISSUE - STRUCTURAL CHANGE IN LATIN AMERICA

Mexico's latest - and probably last- package of market reforms (2012-18): the remains of the day  
*Juan Carlos Moreno-Brid, Joaquín Sánchez Gómez y Luis Ángel Monroy Gómez Franco*

Discontinuous continuity: Structural change and its (divergent) meanings in Latin American structuralism and neo-structuralism  
*Emilia Ormaechea y Víctor Ramiro Fernández*

Towards fiscal coordination in South America: A proposal based on inter-country fiscal multipliers  
*Matías Torchinsky Landau*

The Anti-Blanchard model and structural change in Latin America: An analysis of Chile, Argentina And Mexico  
*Samuele Bibi*

Beyond Goodwin: Financialization as a structural change to explain the new Argentinian crisis  
*Pablo Ignacio Chena, Demian Tupac Panigo y Germán Zorba*

Ecuador: Into the abyss thanks to the structural adjustment policies of the Extended Fund Agreement with the IMF  
*Katiuska King y Pablo Samaniego*

Structural change and financial fragility in the entrepreneurial sector in Colombia: A post-Keynesian approach  
*Gonzalo Cómbita Mora*

NOTA EDITORIAL  
*Pablo Ignacio Chena - CONICET  
Esteban Pérez Caldentey - CEPAL*

INTRODUCCIÓN  
*Marc Lavoie - Universidad de Ottawa  
y Universidad de Paris 13*

núm

81

Vol. XXXVIII Julio-Diciembre 2020 Artículos

Liquidity preference in a world of endogenous money: A short-note  
*Marco Missaglia y Patricia Sanchez*

Terms of trade shocks and taxation in developing countries  
*Gonzalo Hernández y María Alejandra Prieto*

Etnicidad, espacio y desarrollo humano en comunidades pobres urbanas: la comuna 6 en Cartagena de Indias, Colombia  
*Aarón Espinosa Espinosa, Maristella Madero Jirado, Gabriel Rodríguez Puello y Luis C. Díaz Canedo*

Efectos de propagación de los mercados financieros estadounidenses en los colombianos  
*Giovanny Sandoval Paucar*

Efecto de remesas de trabajadores sobre reservas internacionales, crecimiento económico e índice de tipo de cambio real en Honduras  
*René Javier Santos Munguía y Juan Miguel Pérez*

Reducción de la desigualdad de las remuneraciones e instituciones en Argentina (2002-2015)  
*Luis Beccaria, Ana Laura Fernández y David Trajtemberg*

Estabilidad financiera y decisiones de los bancos centrales: caso Colombia, México, Perú y Chile  
*José Mauricio Gil León*

Pobreza multidimensional urbana en Argentina. ¿Reducción de las disparidades entre el Norte Grande Argentino y Centro-Cuyo-Sur? (2013-2016)  
*Fernando Antonio Ignacio González, María Emma Santos*

Pobreza y Desigualdad en Ecuador: Modelo de microsimulación de beneficio fiscal  
*Marcelo Varela*

The evolution of the gender wage gap in Colombia: 1994 and 2010  
*Luz Karime Abadía Alvarado y Sara de la Rica*

Breaking Say's Law in a Simple Market Economy Model  
*Carlos H. Ortiz*

Escala para medir la concentración de los sectores de la economía mexicana mediante el coeficiente de Zipf  
*Juan Josué Hernández Oliva, Jorge Alcaraz y Ricardo Lino Mansilla Corona*

Violencia y corrupción como estrategias de maximización en mercados ilegales: el caso de la coca  
*Miguel Serrano López*

Modelo de ecuaciones simultáneas de la producción y exportación de automóviles ligeros de México (1999-2018)  
*Lucila Godínez Montoya, Esther Figueroa Hernández y Francisco Pérez Soto*

Los ferrocarriles suburbanos europeos: enfoque económico sobre el nuevo entorno general y operativo  
*Pablo Martín Urbano, Aurora Ruiz Rúa y Juan Ignacio Sánchez Gutiérrez*

RESEÑAS

LAURENT, E. (2018). L'impôt collaborative; pour une véritable économie de la coopération. París: Les Liens qui Libèrent.  
*Eguzki Urteaga*

núm

40

Vol. XXXX Enero - Junio 2021

CONTACTO

Facultad de Ciencias Económicas | Universidad Nacional de Colombia  
Carrera 30 N.º 45-03 | Edificio 310, primer piso, oficina Centro Editorial | Tel.: (+571) 3165000 ext. 12308  
Correo electrónico: [revcuaco\\_bog@unal.edu.co](mailto:revcuaco_bog@unal.edu.co) | página web [www.ceconomia.unal.edu.co](http://www.ceconomia.unal.edu.co) | Bogotá D.C., Colombia.

# **Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia**

---

**Manuela Castaño-Gómez y John Jairo García-Rendón**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



Manuela Castaño-Gómez y John Jairo García-Rendón

## **Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia**

**Resumen:** Debido a la caída abrupta a nivel mundial del costo nivelado de las tecnologías renovables no convencionales para la generación de energía con estas fuentes (en el caso de los mercados en Estados Unidos entre 39 y 152 USD/MWh para la energía solar fotovoltaica y entre 26 y 50 USD/MWh para la eólica), se ha sustituido la utilización de mecanismos como las Feed in Tariff por las subastas, como un mecanismo de mercado viable para incentivar la inversión en estas fuentes de generación. Por medio del modelo de difusión tecnológica de Bass, este artículo analiza el impacto que tienen los incentivos actuales, contemplados en la Ley 1715 de 2014, en la inversión en energía solar fotovoltaica en Colombia. Los principales resultados arrojados por el escenario de un proyecto a gran escala muestran una capacidad instalada de energía solar fotovoltaica de 1.542 MW en 2030, lo que lo hace el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento. El aporte del artículo es examinar el potencial que tiene el mercado eléctrico colombiano respecto a la inclusión de energía solar fotovoltaica.

**Palabras clave:** gestión de la energía; regulación económica; fuentes no convencionales de energía renovables; innovación tecnológica.

**Clasificación JEL:** K2, L21, L51.

## **Installed capacity of photovoltaic solar energy in Colombia: An analysis of economic incentives**

**Abstract:** Due to the abrupt drop in the worldwide energy generation levelized cost of non-conventional renewable technologies (in the case of the markets in the United States between 39 to 152 USD/MWh for photovoltaic solar energy and between 26 to 50 USD/MWh for wind energy), the use of mechanisms such as Feed in Tariff have been replaced by auctions, as a viable market mechanism to encourage investment on these generation sources. Based on Bass's technology diffusion model, this paper analyzes the impact of current incentives, considered in Law 1715 of 2014, on investment in photovoltaic solar energy in Colombia. The main results of the large-scale project scenario show an installed capacity 1542 MW of solar PV by 2030, which makes it the most profitable and the one with the highest growth potential. The contribution in this paper is to survey the Colombian electricity market potential on the inclusion of solar PV.

**Keywords:** energy management; economic regulation; non-conventional renewable energy; technological innovation.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338727>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Analyse des incitations économiques dans la capacité installée de l'énergie solaire photovoltaïque en Colombie**

**Résumé:** *En raison de la chute brutale au niveau mondial de la production d'énergie à des technologies renouvelables non conventionnelles (aux États-Unis une chute entre 39 et 152 USD/MWh pour l'énergie solaire photovoltaïque entre 26 et 50 USD/MWh pour l'énergie éolienne), l'utilisation du Feed in Tariff a été remplacée par des enchères, en tant que mécanisme de marché viable à fin d'encourager l'investissement dans ces sources d'énergie. Tout en utilisant le modèle de diffusion technologique de Bass, cet article analyse l'impact des incitations économiques de la loi 1715 de 2014, sur l'investissement dans la production d'énergie solaire photovoltaïque en Colombie. Les principaux résultats montrent qu'un projet à grande échelle aurait une capacité installée de 1542 MW d'énergie solaire photovoltaïque pour l'année 2030. Il s'agit du projet le plus rentable et celui avec le plus grand potentiel de croissance. La contribution de l'article est d'examiner le potentiel du marché colombien de l'électricité en ce qui concerne l'inclusion de l'énergie solaire photovoltaïque.*

**Mots clés:** *gestion de l'énergie; réglementation économique; énergies renouvelables non conventionnelles; innovation technologique.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Castaño-Gómez, M. & García-Rendón, J. J. (2020). Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia. *Lecturas de Economía*, 93, 23-64.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338727>

# Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia

Manuela Castaño-Gómez <sup>a</sup> y John Jairo García-Rendón <sup>b</sup>

–Introducción. –I. Marco teórico y revisión de literatura. –II. Metodología. –III. Resultados.  
–Conclusiones. –Agradecimientos. –Referencias.

*Primera versión recibida el 6 de junio de 2019; versión final aceptada el 8 de enero de 2020*

## Introducción

En la actualidad se percibe un cambio disruptivo en los mercados eléctricos a nivel mundial, en los cuales las redes inteligentes, incluida la infraestructura en medición avanzada, la generación distribuida, la automatización de la red y el almacenamiento, desempeñarán un papel fundamental en el funcionamiento de los mercados eléctricos. Además, la respuesta de la demanda y el prosumidor serán fundamentales en la prestación del servicio, para garantizar la confiabilidad del sistema, el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad económica, ambiental y social. Pero al mismo tiempo, los diseños de mecanismos y la fijación de principios regulatorios claros serán necesarios para garantizar una buena calidad en la prestación del servicio, en el que, seguramente, la dicotomía entre “liberalización” y “regulación” perderá sentido para explicar el funcionamiento de estos mercados.

El crecimiento de los recursos de generación distribuida empieza a jugar un rol fundamental para la prestación de los servicios de electricidad y ha cuestionado la organización clásica de los sistemas de energía para garantizar

---

<sup>a</sup> *Manuela Castaño-Gómez*: candidata a Magister en Economía Aplicada, Universidad EAFIT, Colombia. Dirección postal: A. A. 3300. Correo electrónico: [mpcastanog@eafit.edu.co](mailto:mpcastanog@eafit.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-5436-7903>

<sup>b</sup> *John Jairo García-Rendón*: director del Grupo de Estudios en Economía y Empresa de la Universidad EAFIT, Colombia. Dirección postal: A. A. 3300. Medellín, Colombia. Correo electrónico: [jgarcia@eafit.edu.co](mailto:jgarcia@eafit.edu.co)  
<http://orcid.org/0000-0002-1269-2548>

la eficiencia energética. Dichos sistemas se basan en sistemas centralizados y plantea grandes interrogantes a nivel mundial sobre el carácter de los sistemas de energía futuros, en los que las fuentes no convencionales de energía renovables (FNCER) cada vez tienen mayor participación en generación de energía, máxime si se consideran los problemas ambientales, el calentamiento global y el compromiso adquirido en el Acuerdo de París en 2016 (Pillot et al., 2019). Como lo establecen Black y Veatch (2015), se espera que para el 2040 las fuentes de energía renovables tengan una participación del 40 % de la capacidad total mundial; adicionalmente han sido consideradas como la cuarta revolución industrial en el sector energético.

Diferentes mecanismos se han implementado a nivel mundial para incentivar la inversión en fuentes de energía renovables. Contratos por diferencias, cuotas y subvenciones como las tarifas garantizadas fueron algunos de los mecanismos utilizados para garantizar a los generadores la recuperación de la inversión, pero con la disminución de los costos nivelados de estas fuentes, en la actualidad, ha sido posible utilizar mecanismos de mercado más eficientes como las subastas.

En 2019, en Colombia, la generación a partir de FNCER, específicamente la energía solar fotovoltaica (FV), es prácticamente nula aun cuando existe un gran potencial de generación a partir de este recurso, dada la localización geográfica que tiene nuestro país; además, esta fuente tiene una gran complementariedad con el recurso hidráulico, el cual conforma la mayor fuente de generación de electricidad en el mercado mayorista colombiano, puesto que, cuando se presenta El Niño, escasea el recurso hídrico pero aumenta la posibilidad de generar energía solar. Adicionalmente, la generación con este tipo de fuente puede hacerse por medio de la generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), lo que conllevaría a que el consumidor tenga un papel activo, o a través de autogeneración en zonas no interconectadas (ZNI) y, así, los consumidores pueden tener acceso al servicio de electricidad en las regiones donde no es posible tener redes de transmisión y distribución. Esto hace importante analizar el impacto de los incentivos económicos en el comportamiento de la capacidad instalada de energía solar FV en Colombia, por tanto, este es el objetivo que persigue este estudio. Para realizar este análisis empezamos por revisar la experiencia de

algunos mercados sobre el tema a nivel mundial, como en Alemania, China y Estados Unidos, y en Latinoamérica en países como Brasil, Chile y México.

En Colombia se empiezan a realizar cambios regulatorios importantes que propician la inclusión de FNCER y redes inteligentes. En 2014 se promulgó la Ley 1715, la cual establece los lineamientos de política para la promoción de las inversiones con FNCER. En 2018, por medio de la Resolución 40072 del Ministerio de Minas y Energía (MME) empiezan a definirse aspectos regulatorios para la implementación de la infraestructura en medición avanzada (AMI, por sus siglas en inglés) en el SIN. Las resoluciones 024 de 2015 y 030 de 2018 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) definen la regulación de las actividades de generación distribuida y la autogeneración a pequeña y gran escala en el SIN, y la resolución CREG 038 de 2018 establece las reglas para la actividad de autogeneración para zonas no interconectadas. Además, con la Resolución 098 de 2019, de la CREG se da un paso importante en términos de almacenamiento, ya que esta define las condiciones para la incorporación de sistemas de almacenamiento con baterías en el SIN.

También por medio de las resoluciones 40791 y 40795 del MME se realizó la convocatoria, en febrero de 2019, para la primera subasta de contratos de largo plazo de energía eléctrica (a 10 años), la cual buscaba incentivar la instalación de FNCER, pero desafortunadamente no se adjudicó. No obstante, en la segunda subasta para contratos de largo plazo con FNCER, realizada en octubre de 2019, por medio de la Resolución 40590 de 2019, se adjudicaron 1298 MW de capacidad instalada, 5 proyectos de energía eólica y 3 solares. Por su parte, en marzo de 2019, se llevó a cabo una subasta de energía firme para el cargo por confiabilidad y, si bien el objeto no eran las FNCER, se terminaron adjudicando 1398 MW con estas fuentes, 6 proyectos eólicos y 2 solares, para instalarse en 2022.

En este estudio utilizamos el modelo de difusión tecnológica de Bass para analizar el efecto que tienen los incentivos actuales, contemplados en la Ley 1715 de 2014, sobre la inversión en energía solar FV en Colombia. Si bien se han utilizado modelos de agentes y de paridad tarifaria, este modelo ha sido uno de los más utilizados para pronosticar la difusión y demanda de tecnología, ya que con poca información permite segmentar los agentes de acuerdo al periodo

en que se adopta un nuevo producto, además incluye coeficientes de imitación e innovación, que permiten identificar el número de adoptantes de una tecnología (Bass, 2004). En cambio, aunque el modelo basado en agentes permite simular las interacciones estratégicas de los individuos en una población, presenta una gran limitación para su implementación a gran escala, debido a la cantidad de datos requerida (Palmer et al., 2015). Por su parte, el modelo de paridad tarifaria, el cual se da cuando la tarifa de la energía generada con una fuente —en este caso la solar fotovoltaica— es menor que la cobrada por el comercializador, pero es importante aclarar que el hecho de que una tecnología sea más barata que otra no implica que necesariamente será implementada en un mercado (Konzen & Zilles, 2014).

Los principales resultados arrojados muestran que un escenario de un proyecto a gran escala, el cual considera una capacidad instalada de 5,8 MW e incorpora los incentivos establecidos por la Ley 1715 de 2014, es el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento. Este arroja un potencial de una capacidad instalada de 1542 MW en 2030, un poco más si se compara con los pronósticos del Plan de Expansión de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2017) en el que se plantean 1090 MW instalados para este mismo año.

El presente trabajo comprende las siguientes secciones: después de esta introducción se presenta el marco teórico y la revisión de literatura en la sección I. La sección II contiene los aspectos metodológicos utilizados para la elaboración de los escenarios. La sección III presenta los resultados y, finalmente se dan a conocer las conclusiones.

## **I. Revisión de literatura**

Como lo establecen Laffont y Tirole (1993), los incentivos en una economía se convierten en uno de los principales determinantes de la conducta de los agentes. Diversos autores analizan el impacto de los incentivos regulatorios en el crecimiento de la tecnología solar FV. Por ejemplo, Mints (2011) identifica las oportunidades y consecuencias que han generado estos incentivos en las diferentes regiones. Análogamente, do Santos y Cunha (2019) y Washburn y Pablo-Romero (2019) estudian el caso de los incentivos regulatorios en América Latina, examinando cómo ha sido la experiencia de las políticas energéticas

para los países de la región. Asimismo, los incentivos fiscales también han desempeñado un papel importante para una mayor inversión y utilización de FNCER a nivel mundial (Hille et al., 2020; Zhao et al., 2016).

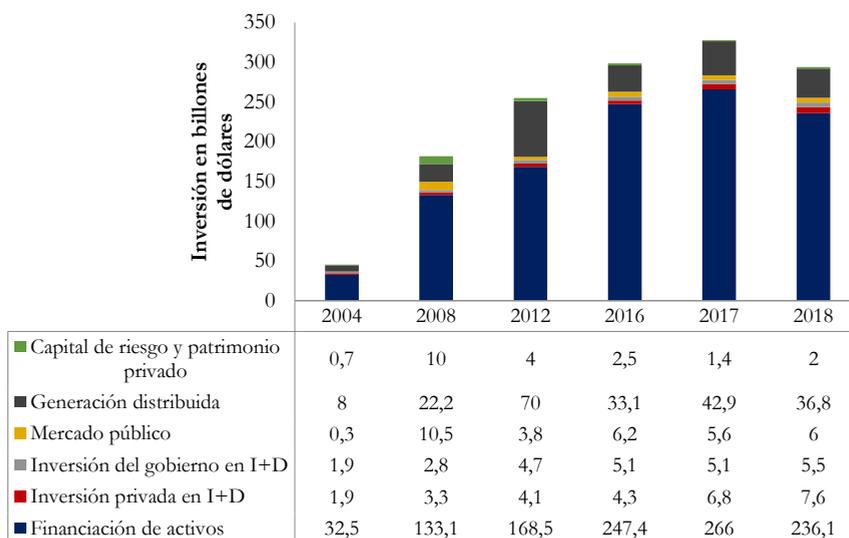
Como lo establecen Bugrahan et al. (2011), la regulación ha tenido un papel trascendente para la expansión de esta tecnología, tanto o más que la disponibilidad de recursos naturales. Entre los principales incentivos que se han implementado para contrarrestar los altos costos y las barreras regulatorias para aumentar el uso de FNCER, se destacan las tarifas garantizadas, los incentivos fiscales, los instrumentos para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuotas y los contratos por diferencias entre otros.

- Tarifas garantizadas: quizás este es uno de los incentivos más utilizados para la inclusión de FNCER. Como su nombre lo indica, consiste en garantizar o fijar un precio de compra para los generadores de energía renovable, fijados a partir del costo de la producción de este tipo de energía (Winter & Schlesewsky, 2019; Böhringer et al., 2017).
- Incentivos fiscales: los más comunes han sido las exenciones de IVA y aranceles, deducción en el impuesto a la renta, depreciación acelerada, créditos fiscales, subsidios, préstamos o inversiones directas del estado (Hille et al., 2020; Moreno, 2017; Zhao et al., 2016; UPME, 2015a).
- Instrumentos para la reducción de emisiones: como el impuesto y topes de emisiones de CO<sub>2</sub> (Boyce, 2018).
- Cuotas: se basa en fijar porcentajes específicos para la matriz energética de un país, lo que permite diversificarla poniendo metas fijas. En este tipo de mecanismos se encuentran las subastas (estos dan como resultado contratos de energía en firme, otorgados a través de licitaciones públicas) y los Certificados de Energía Renovable (se otorgan certificados a los generados de ER que pueden ser comercializados, generalmente representan la producción de un MWh de generación de energía limpia) (UPME, 2015a).
- Contratos por diferencias: es un incentivo directo que garantiza a los productores de ER un precio de electricidad competitivo al mercado mayorista. De manera que los generadores reciben una prima de

la diferencia entre el precio del ejercicio y el precio del mercado (UPME, 2015a).

Los casos de éxito de expansión de esta tecnología se caracterizan por tener altas inversiones, las cuales han tenido un crecimiento significativo a nivel mundial. En la Figura 1 se puede identificar su comportamiento entre 2004 y 2017. Estas inversiones tienen diferentes fuentes, la más representativa ha sido la financiación de activos, ya sea bajo el modelo de negocio de arrendamiento, de bonos o de otras opciones de la banca; en este sentido ha sido fundamental que la regulación fomente la participación de las entidades financieras en los proyectos solares FV.

**Figura 1. Mecanismos de financiación en proyectos solares FV**



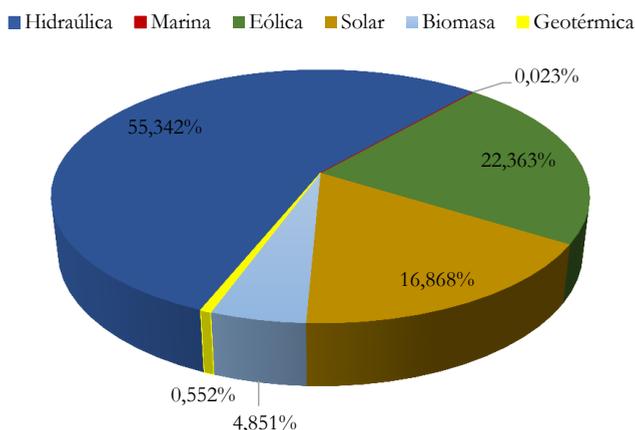
Fuente: elaboración propia.

### ***A. Energía renovable en el mundo***

A finales de 2017 a nivel mundial había una capacidad instalada de energías renovables de 2179,43 GW (IRENA, 2019), de la cual, la mitad proviene de

fuentes hídricas, seguido de la energía eólica y solar, como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2** Capacidad instalada de energía renovable a nivel mundial



Fuente: elaboración propia a partir de (IRENA, 2019).

La capacidad instalada de energía solar FV a finales de 2017 alcanzó los 384,62 GW, más del 30 % del 2016, lo que representa en energía generada 317,67 GWh (IRENA, 2019). En cuanto al potencial de crecimiento de esta tecnología, proyecciones como las de Bloomberg New Energy Finance (Bullard, 2018) señalan que para el año 2040 el 60 % de la capacidad mundial de energía provendrá de fuentes de energía no contaminantes, de las cuales las tecnologías eólica y solar se convertirán en las formas más baratas de producir electricidad en muchos países durante la década de 2020 y en la mayor parte del mundo en la década de 2030. La Tabla 1 muestra la capacidad solar FV acumulada y la proyección de la misma a 2040.

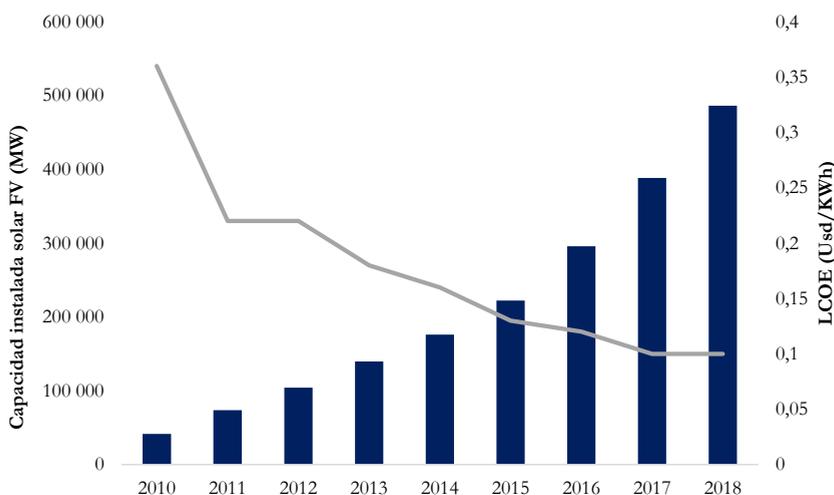
**Tabla 1.** Capacidad solar FV acumulada y proyección a 2040 a nivel mundial

Capacidad eléctrica/Año	2009	2011	2015	2017	2020	2040
Capacidad solar FV [GW]	22,48	69,59	220,28	384,62	500,00	2000,00

Fuente: elaboración propia a partir de (IRENA, 2019).

Asimismo, el costo nivelado de la generación de energía (LCOE, por sus siglas en inglés), es una medida del costo neto actual promedio de la generación de electricidad para una planta generadora a lo largo de su vida útil y, por tanto, consiste en el precio que debe cobrarse por la energía generada durante la vida útil de la planta, de tal manera que sea posible recuperar los costos de la inversión. Específicamente en el caso de la energía FV, el costo de generación se ha reducido considerablemente en la última década, como se observa en la Figura 3. Además, para el año 2040 se proyectan reducciones de estos costos del orden del 60 %, esto debido al desarrollo tecnológico que ha traído la curva de aprendizaje de esta tecnología, lo que permite la implementación de economías de escala. Esto es coherente con la Ley de Swanson, la cual indica que, con cada duplicación de la producción de paneles solares, la reducción de sus costos ha sido del 20 %. La tipología más común son los paneles de silicio cristalino; estos son los líderes del mercado con una participación a 2016 del 85 % (IRENA, 2018b; Hunt, 2014).

**Figura 3.** *Capacidad instalada FV vs. Costo nivelado de la energía solar FV*



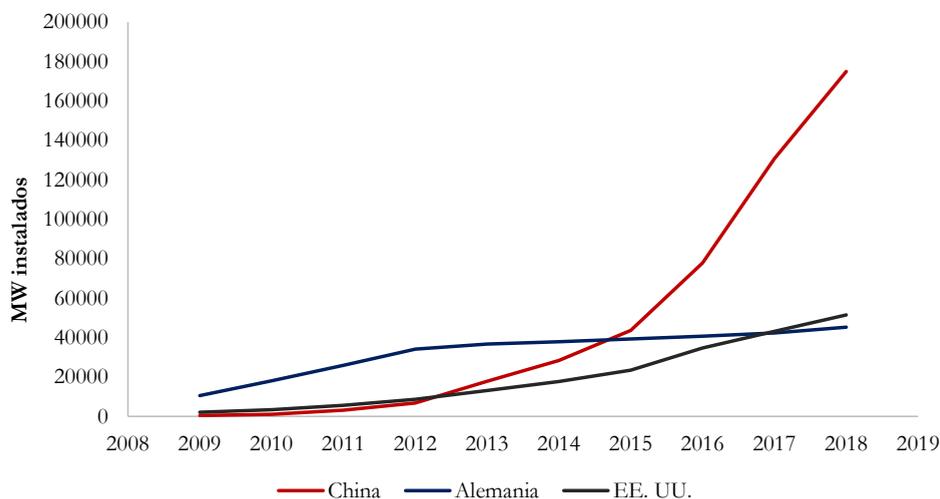
*Fuente:* elaboración propia a partir de (IRENA, 2019).

Los líderes mundiales en generación solar FV son: China, con una capacidad instalada a 2017 de 130,4 GW; Estados Unidos, con 85,3 GW;

Japón, con 63,3 GW; India, que cuenta con 57,4 GW y, por su parte, Alemania cuenta con 48,4 GW (IRENA, 2019).

Como puede observarse, China es potencia en esta materia, resultado de combinar una ubicación geográfica privilegiada en el cinturón solar y las diferentes políticas que apuntan al alto desarrollo de este sector. Por otro lado, Alemania es uno de los pioneros en la creación de incentivos para la masificación de energías renovables, lo cual le ha permitido ser potencia a pesar de no contar con los mejores niveles de radiación solar. En la Figura 4 puede observarse mejor la expansión en la capacidad solar FV instalada en estas economías.

**Figura 4.** Evolución de la capacidad solar FV en Alemania, China y EE. UU.



Fuente: elaboración propia a partir de (IRENA, 2019).

Para el año 2000, Alemania era pionera en el esquema de aranceles y programas de techos solares; además, contaba con una prima que se les otorgaba a las empresas de servicios públicos por integrar la energía solar a la red e incentivos por medio de las tarifas garantizadas. Como resultado se dio un gran estímulo a la demanda de esta fuente de energía en el país (Mints, 2011). Por otra parte, Estados Unidos ha implementado programas de cartera

renovable —utilizando también las tarifas garantizadas— los cuales impactan directamente la tasa de retorno de estos proyectos.

En resumen, estos países han logrado esta posición gracias a diferentes aspectos, como su nivel de radiación, nivel de industrialización, incentivos regulatorios con altas subvenciones, inversión público-privada, subsidios y programas de remuneración de medición neta y FIT (Femin et al., 2016).

### ***B. Energía renovable en Latinoamérica y El Caribe***

Por su parte, en Latinoamérica y el Caribe se espera un crecimiento en energía renovable de 1,4 GW en el 2015 a 10 GW en 2021 (UPME, 2015a). En la actualidad, las energías renovables con mayor potencial en América Latina son la solar FV, la eólica y la biomasa, debido a su ubicación geográfica y sus condiciones atmosféricas. Adicionalmente, los países de la región han hecho diferentes esfuerzos a nivel regulatorio con el fin de incentivar estas fuentes de energía: algunos de ellos han realizado diversos esfuerzos para promover las FNCER, y más del 80 % han establecido objetivos estratégicos a largo plazo para lograrlo. La normativa más común para lograr estas metas son incentivos tributarios y las subastas (Washburn & Pablo-Romero, 2019).

Los líderes a nivel de Latinoamérica son Brasil, Chile y México, los cuales atribuyen su éxito a la inserción de políticas que incentivan la inversión tanto pública como privada, además de las condiciones privilegiadas a nivel geográfico, especialmente en el caso de México, que cuenta con uno de los niveles más altos de radiación de la región. La Figura 5 presenta la tendencia de crecimiento de estos países contrastada con el caso colombiano, el cual, aunque se han hecho algunos esfuerzos recientes, está más atrasado comparativamente con otros países de la región.

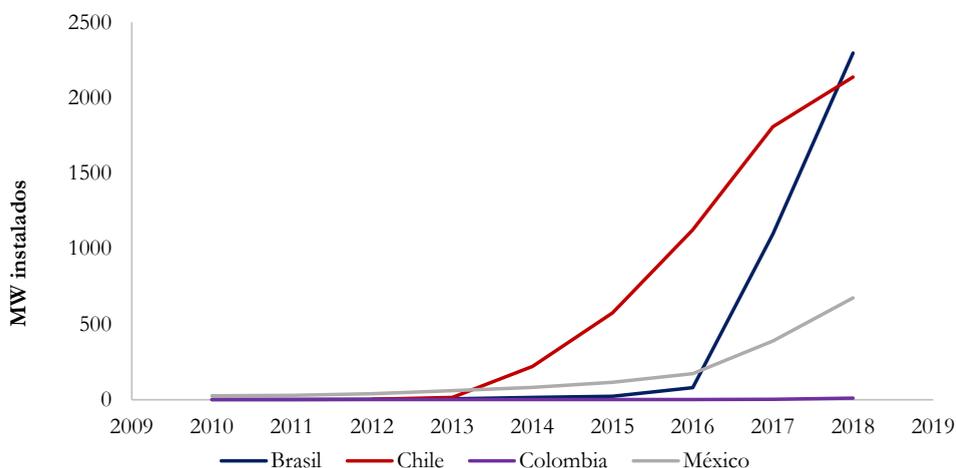
A continuación, se describen los mercados de Chile, Brasil y México, que, como se ha dicho, son los más avanzados de la región.

#### *1. Chile*

Junto con Panamá, México y Nicaragua, Chile es el país con mayor número de estrategias, leyes o programas que afectan la producción de energía solar FV. En 2015 este país fue uno de los que más invirtió en esta temática

a nivel mundial, y para el año 2050 tiene prevista la inclusión del 70% de su matriz energética con este tipo de fuentes (Simsek et al., 2019). Para lograrlo la Comisión Nacional de Energía propuso un esquema regulatorio de 12 políticas que incluye incentivos para la autogeneración, generación distribuida y cogeneración de energía, así como un esquema de subastas y tarifas horarias. Como respuesta, en 2017 la energía solar tuvo una participación del 7%, con una capacidad instalada de 2,11 MW, mientras que en el 2016 solo tuvo 1% de participación. Además, se tienen perspectivas de crecimiento mayores, ya que el 67% de los proyectos de generación eléctrica en el país son de origen solar fotovoltaico (IRENA, 2019).

**Figura 5.** Evolución de la capacidad solar FV en algunos países de Latinoamérica



Fuente: elaboración propia a partir de (IRENA, 2019).

Desde 2014, los usuarios conectados a la red han podido vender los excedentes de cogeneración si su capacidad no supera los 100 kW. Adicionalmente, los proyectos de ER poseen una exención del 100% de los impuestos sobre la transmisión si generan menos de 9 MW, y tienen una exención parcial si generan entre 9 y 20 MW (Saldivia et al., 2019). En Chile desincentivan el uso de combustibles fósiles mediante un impuesto al carbón que consiste en USD\$ 5 a las emisiones de CO<sub>2</sub>, aplicada a la generación térmica con una entrada de 50 MW, exceptuando la biomasa. Finalmente, han

realizado un importante número de subastas en energías renovables, lo cual ha permitido que se haya reducido el precio de la electricidad (Washburn & Pablo-Romero, 2019).

## *2. Brasil*

Brasil, igual que Colombia, depende en gran medida del agua para generar energía, lo que implica deforestación y emisión de gases de efecto invernadero. Por esta razón, en años recientes se han hecho esfuerzos para fomentar el crecimiento de la generación de energía con FNCER, lo que ha resultado en un proceso de transición energética, soportado principalmente en iniciativas gubernamentales (do Santos & Cunha, 2019). A través de La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) se han formulado e implementado 17 políticas públicas con el fin de incentivar la inversión en energías limpias. Así, en 2015 se posicionó como el octavo país a nivel mundial con generación eólica, y en 2017 se construyó la central más grande de energía solar FV, la cual tiene una capacidad instalada de 1097 MW y suministra energía a 420000 hogares brasileños (IRENA, 2019).

Entre los incentivos adoptados por este país para implementar una estrategia de energía renovable se encuentran las exenciones de impuestos y las tarifas garantizadas, este último mecanismo fue adoptado en 2004, pero reemplazado en 2011 por subastas de dos tipos: generales y para tecnologías específicas. En total se han realizado 31 subastas, de las cuales 14 han sido para tecnologías específicas y 2 para energía solar FV. Cabe anotar que se han otorgado subsidios sobre todo en los costos de inversión de plantas de generación en zonas no interconectadas. Adicionalmente, desde 2012 se han realizado esfuerzos en materia de generación distribuida a través de un esquema de medición neta (Washburn & Pablo-Romero, 2019).

## *3. México*

Por su ubicación geográfica y nivel de radiación, México es uno de los cinco países a nivel mundial con mayor potencial para generar energía solar FV. Gracias a esto ha aumentado considerablemente su capacidad instalada, y para el año 2017 generar 570 GW (IRENA, 2018).

Desde 2013 este país ha venido trabajando en 39 políticas para incentivar las energías no convencionales, de esta regulación se desprendió la reforma energética, la cual ha traído oportunidades para la diversificación de la matriz energética del país Azteca, por lo que, para 2050, se espera un 50% de participación de energías limpias y eliminar diferentes barreras que presenta la implementación de este tipo de generación (IRENA, 2019). En México, los lineamientos de política en generación distribuida fueron dictados por la Ley de la Industria Eléctrica —publicada en 2014— con el objetivo de promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, de garantizar su operación continua, eficiente y confiable y de reducir las emisiones contaminantes. De otro lado, la Ley de Transición Energética —publicada en 2015— se enfoca en regular el uso óptimo de las fuentes no convencionales de energía, velando por la competitividad del país (Ley de transición energética México, 2015).

Desde 1982 se creó un fondo de investigación en energía sostenible, lo que ha permitido grandes desarrollos en diferentes tecnologías. Adicionalmente, entre algunos de los mecanismos implementados por este país para incentivar las ER, se encuentra la medición neta, la cual facilita la venta de excedentes por parte de los autogeneradores a pequeña, mediana y gran escala. Otros mecanismos son el impuesto al carbón y las subastas desde el año 2016; de estas últimas solo se han desarrollado 3, de las cuales 2 han sido en energía eólica y solar (Washburn & Pablo-Romero, 2019).

### ***C. Colombia***

Su demanda de energías renovables en 2016 fue de 104,16 GWh. Al igual que en México, esta energía fue destinada, en su mayoría, para el sector residencial, que demandó el 45% de energía, seguido del sector industrial (33%), el sector comercial (8%), el sector transporte (7%) y otros sectores, que demandaron el 7% (UPME, 2015a). Por su parte, el consumo de energía de fuentes renovables es liderado por la energía hidráulica, la cual presenta algunas externalidades por el uso del suelo y emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>, seguido por la energía generada por biocombustibles sólidos como la madera, y con una pequeña participación, la generada por biogás, la solar fotovoltaica y la eólica (UPME, 2015a).

El marco institucionalidad para el sector eléctrico en Colombia involucra varios organismos que se encargan de promover los incentivos. El encargado de diseñar las políticas en materia energética es el Ministerio de Minas y Energía. Por su parte, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) es la encargada de la planeación y el apoyo para la formulación de políticas públicas. Asimismo, la encargada de regular el sector con el objetivo de asegurar la buena prestación del servicio es la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). De otro lado, la supervisión y el control del sector energético están a cargo de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y los aspectos judiciales a cargo de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Fenómenos como el de principios de los noventa, cuando la escasez de agua generó un racionamiento de energía, reflejan la alta dependencia de los recursos hídricos, por lo que, cuando hay clima seco, se pone en riesgo el abastecimiento energético; en consecuencia, se han implementado diferentes mecanismos para incentivar el uso de FNCER. La Tabla 2 presenta un resumen de las normas establecidas para incentivar el crecimiento de la participación de este tipo de fuentes. Como puede observarse en esta tabla, es bastante la normatividad que existe relacionada con el tema, pero es la Ley 1715 la que establece las políticas para la adopción de FNCER y se convierte en el referente para el desarrollo de las tendencias que hoy observamos en materia de energía renovable, incluida la solar FV.

**Tabla 2.** *Normativas para incentivar las FNCER en Colombia*

Documento	Descripción
Ley 142 de 1994	Define los esquemas generales de regulación que deben cumplir las empresas de servicios públicos y el papel de las Comisiones de Regulación, incluida la libre competencia y eficiencia en la prestación de los servicios.
Ley 143 de 1994	Establece lineamientos para la integración vertical y regula el poder de mercado. Además, prohíbe explícitamente la entrega de excedentes de generación a la red eléctrica para autogeneradores.

*Continúa*

Tabla 2. *Continuación*

Documento	Descripción
Resolución 085 de 1996 (CREG)	Reglamentan las actividades de cogenerador conectado al Sistema Interconectado Nacional (SIN); posteriormente, la Resolución CREG-032/01 realiza modificaciones a esta resolución.
Resolución 128 de 1996 (CREG)	Limita la participación accionaria en el capital de una empresa generadora o comercializadora, sobre una empresa distribuidora, y viceversa.
Ley 697 de 2001	Creó el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) y demás formas de Energías No Convencionales.
Resolución 060 de 2007 (CREG)	Establece normas sobre la participación en la actividad de generación de energía eléctrica.
Ley 1215 de 2008	Define la cogeneración como la producción combinada de energía eléctrica y energía térmica que hace parte integrante de su actividad productiva.
Resolución 097 de 2008 (CREG)	Aprueba los principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso del Sistemas de Transmisión Regional (STR) y los Sistemas de Distribución Local (SDL).
Ley 1715 de 2014	Regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional y se establecen diferentes incentivos. También permite la entrega de excedentes a la red.
Decreto 2469 de 2014 (MME)	Establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes autogeneración.
Resolución 038 de 2014 (CREG)	Modifica el Código de Medida contenido en el anexo general del Código de Redes.
Resolución 281 de 2015 (UPME)	Define el límite máximo de autogeneración a pequeña escala a 1 MW.
Resolución 024 de 2015 (CREG)	Regula la actividad de autogeneración a gran escala.
Resolución 227 de 2015 (CREG)	Define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares FV.
Decreto 348 de 2017 (MME)	Estable los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala (0,1MW).

*Continúa*

**Tabla 2.** *Continuación*

<b>Documento</b>	<b>Descripción</b>
Resolución 030 de 2018 (CREG)	Regula las actividades de autogeneración a pequeña y gran escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).
Resolución 038 de 2018 (CREG)	Establece las reglas para la actividad de autogeneración en las Zonas No Interconectadas (ZNI).
Resolución 40072 de 2018 (MME)	Implementación de la Infraestructura en Medición Avanzada, AMI por sus siglas en inglés, en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).
Resoluciones 40791 y 40795 de 2018 (MME)	Abre la convocatoria para la primera subasta de contratos de largo plazo de energía eléctrica (a 10 años), la cual buscan incentivar la instalación de FNCER.
Resoluciones 103 y 104 de 2018 (CREG)	Abre la subasta para la asignación de las Obligaciones de Energía Firme del Cargo por Confiabilidad para el período comprendido entre el 1 de diciembre de 2022 y el 30 de noviembre de 2023.
Resolución 098 de 2019 (CREG)	Establece las condiciones para la incorporación de sistemas de almacenamiento con baterías en el SIN.
Resoluciones 40590 y 40591 de 2019 (MME)	Establece los procedimientos para el desarrollo de subastas de energía renovable no convencional, reemplazando la 40791 de 2018.
Ley 1955 de 2019	Establece que entre un 8 y 10 % de las compras de energía de los comercializadores deben ser de fuentes de energía renovables no convencionales.

*Fuente:* procesamiento propio.

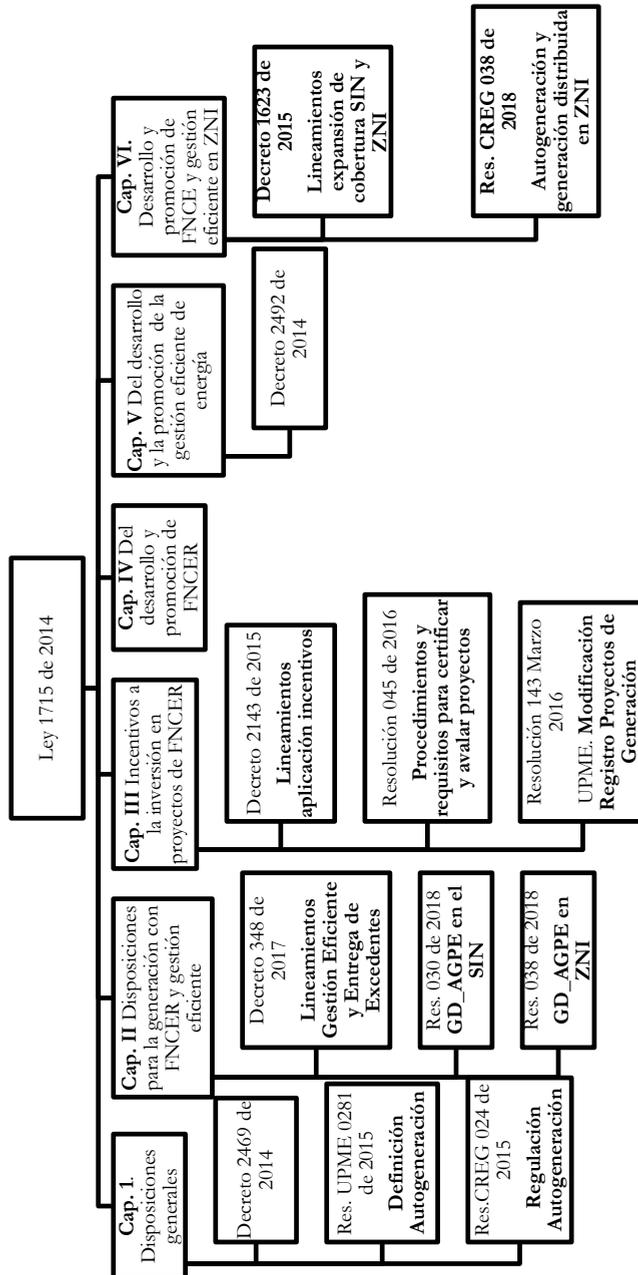
Estas normas incluyen aspectos como la libre competencia para la actividad de generación, exenciones tributarias, la posibilidad de vender excedentes a la red a través de autogeneración, generación distribuida y subastas para incentivar los contratos de largo plazo con FNCER en Colombia. A pesar de que en la primera subasta que se realizó para FNCER en 2018, a partir de la Resolución 40791 de 2018 del MME, no se adjudicó ningún proyecto debido a que no se cumplieron los criterios de competencia, en la subasta del cargo por confiabilidad, realizada en marzo de 2019, parte de su adjudicación se hizo a FNCER: 6 proyectos eólicos y 2 solares, por

1398 MW. Además, en la segunda subasta para contratos de largo plazo con FNCER, realizada en octubre de 2019 por medio de la Resolución 40590 de 2019 del MME, se adjudicaron 1298 MW de capacidad instalada, 5 proyectos de energía eólica y 3 solares. Esto representa aproximadamente el 11 % del total de la capacidad de generación del país.

En contraposición con los ideales de “dejar hacer” y “dejar pasar” de Smith (1794), en el sector energético colombiano existe amplia intervención estatal en cuanto al servicio de energía. Si bien se apoya en la Ley 142 de 1994, la cual regula los servicios públicos, la ley marco del sector eléctrico es la Ley 143 de 1994. Cabe aclarar que la Ley 142 se dio como resultado de un estado de emergencia económica y social sucedido entre finales de los años ochenta y principios de los noventa. En gran parte esta emergencia se atribuyó a la crisis energética que se dio en 1992, lo cual obligó a tomar medidas como el racionamiento del consumo de energía eléctrica (Moreno, 2017). La Ley 143 determina que los agentes creados posteriormente a su entrada en vigencia “no podrán realizar más de una de las actividades relacionadas con el mismo con excepción de la comercialización que puede realizarse en forma combinada con una de las actividades de generación o distribución” (Congreso de Colombia, 1994a).

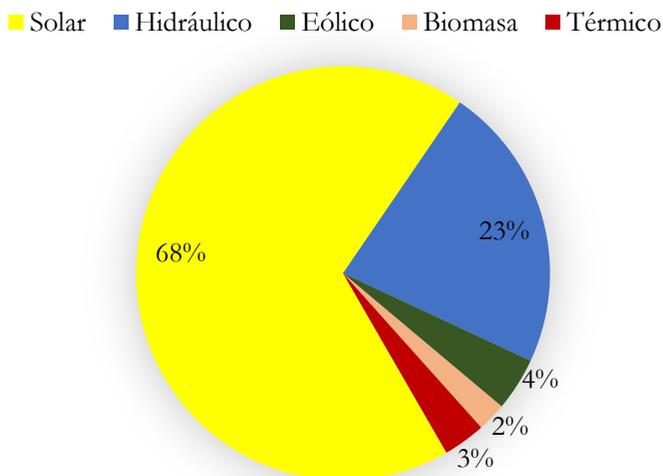
Pero solo a partir de la Ley 1715 de 2014 se regula la integración de FNCER al sistema energético nacional, cuyo objetivo principal es la diversificación de la matriz energética del país, integrando tipos de generación de energía más limpias y sostenibles. Los incentivos en esta Ley para la implementación de estas fuentes son de tipo indirecto, como la reducción al impuesto de renta (50 % del valor total realizado en la inversión), exención de IVA y aranceles (en el CAPEX de los proyectos) y depreciación acelerada de activos. Adicional a esto, se implementó la creación del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE), con el que se busca financiar, impulsar y promocionar las soluciones de autogeneración y la mejora en la eficiencia energética. En la Figura 6, se presenta la estructura de esta Ley y los decretos y resoluciones expedidos por la CREG y que lo soportan.

Figura 6. Estructura de la Ley 1715 de 2014



Fuente: elaboración propia.

Estas políticas han estimulado el uso de fuentes alternativas para la generación de energía eléctrica. Gracias a esto, desde hace un par de años la tendencia viene cambiando; una prueba de esto se ve reflejada en el registro de proyectos vigentes de generación de la UPME. Como muestra la Figura 7, para 2018, 391 de los 575 proyectos inscritos son solares, con una participación del 68 %.

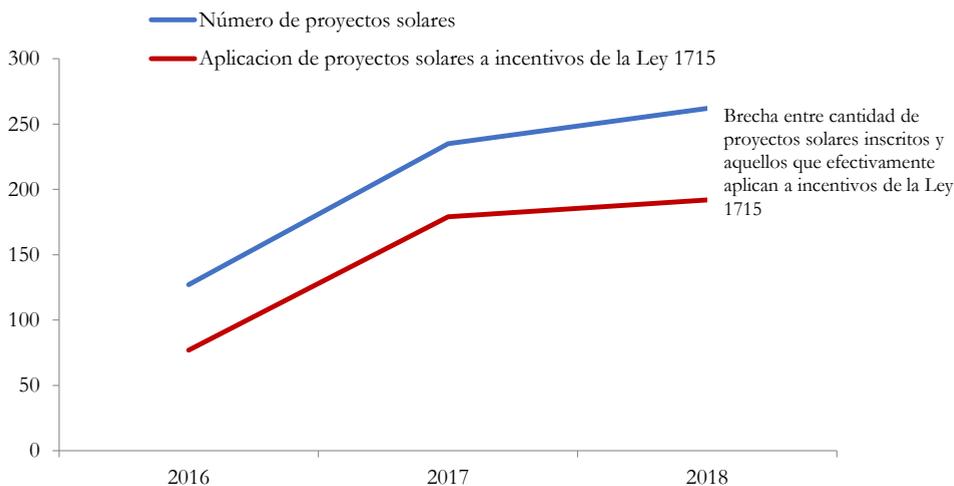


*Fuente:* elaboración propia a partir de UPME (2018a).

La Figura 8 presenta el contraste del total de proyectos solares FV inscritos y el registro de aplicación a incentivos de la Ley 1715. En 2018, 201 proyectos de un total de 232 participaron por incentivos de esta ley (UPME, 2018b). Aunque ambas tendencias son crecientes y tienen la misma pendiente, existe una brecha entre los proyectos registrados para la generación FV y los de la misma tecnología que aplican para incentivos de la Ley 1715. La causa de esta diferencia, en gran parte, son los trámites y costos transaccionales que implica la postulación a estos incentivos, ya que los proyectos deben ser registrados en la UPME y aprobados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Además, no todos los proyectos registrados son aprobados para acceder a los incentivos; por ejemplo, hasta el año 2018 habían aprobados 372, archivados 54, desistidos 22, en estudio

46 y rechazados 24 (UPME, 2018b). Del total de proyectos de FNCER, los solares son los que mayor participación tienen en el registro y aplicación para estos incentivos, y desde que se tiene registro de los mismos, representan el 90 % de ellos.

**Figura 8.** Evolución del registro de proyectos solares FV y el registro de estos a incentivos de la Ley 1715



Fuente: elaboración propia a partir de UPME (2018a, 2018b).

## II. Metodología

### A. Revisión de modelos

En la revisión bibliográfica realizada, se encontró que diferentes modelos se han utilizado para evaluar la difusión de una tecnología o de un producto en un mercado específico. Entre los principales están: i) el de paridad tarifaria, ii) modelo basado en agentes y iii) modelo Bass. El primero, en el caso de sistemas fotovoltaicos distribuidos, se entiende como el momento en el que la tarifa de energía producida con esta fuente es más barata que la del operador de red o el comercializador (Konzen & Zilles, 2014). Algunos de los problemas de este modelo consisten en que el hecho de que una tecnología

sea más barata que otra no significa que vaya a ser adoptada en un mercado y, por tanto, estos modelos no proyectan realmente la capacidad de penetración de una tecnología en un mercado. Este es el caso concreto de los calentadores solares, los cuales ya han alcanzado la paridad tarifaria en varios países, pero su acogida en el mercado ha sido baja.

Una característica inherente del modelo basado en agentes es la calidad y cantidad de datos que hay que tener sobre la población de estudio y, dado que permite simular las interacciones estratégicas de los individuos en una población, es más utilizado en poblaciones menores, como lo utilizaron en sus estudios Palmer et al. (2015) y Zhao et al. (2011). Sin embargo, la cantidad de datos necesaria para modelarlo a una escala mayor hace muy compleja su implementación, especialmente con la tecnología solar FV, de la cual no se cuenta con buenas bases de datos para Colombia (Arias et al., 2019).

El tercer modelo es el desarrollado por Frank Bass en 1969 en su trabajo *A new product growth for model consumer durables* (Bass, 2004). Este autor considera la teoría de Difusión de la Innovación, desarrollado por Rogers (1962), quien clasifica a los individuos en las siguientes categorías: innovador, adoptante, temprano, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagado. Esta es una alternativa interesante que hace una segmentación de los agentes de acuerdo al momento en el que adoptan un nuevo producto y permite realizar pronósticos de demanda de nuevas tecnologías (Jiang et al., 2006).

La principal ventaja de este modelo de difusión es su simplicidad, ya que requiere menor cantidad de datos de entrada. Así, el modelo que utilizamos en este estudio para estimar el crecimiento de la energía solar FV en Colombia es el utilizado por Bass. A pesar de que una de las limitaciones es la definición de los parámetros para los coeficientes de innovación y de imitación, ya han sido realizados diferentes estudios que estiman los valores que pueden tomar estas variables, los cuales utilizamos en nuestro estudio.

## ***B. Modelo de Bass***

Bass considera coeficientes de imitación, que se refieren a la probabilidad de que un imitador adopte un nuevo producto, y el coeficiente de innovación,

asociado a la probabilidad de que un innovador adquiriera un producto o servicio. Ambos coeficientes son la base para identificar el número de adoptantes de una tecnología. Este modelo es uno de los más referenciados en la literatura de marketing para pronosticar la difusión y demanda de tecnologías. El modelo tiene la forma funcional representada por la ecuación (1).

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + \frac{q}{m} N(t) \quad , \quad (1)$$

donde,  $f(t)$  es la probabilidad de adopción en un tiempo  $t$ ;  $F(t)$  es la distribución acumulada;  $p$  es el coeficiente de innovación;  $q$  es el coeficiente de imitación;  $m$  es el mercado potencial final, en nuestro caso, la capacidad total instalable de energía solar; y  $N(t)$  es el número acumulado de adoptantes, para nuestro caso, la potencia acumulada de generación solar.

Además, la ecuación (2) complementa la estimación de una función de demanda de la ecuación (1) alterada por un factor, pero teniendo en cuenta el potencial del mercado como lo establecen Cardoso et al. (2007):

$$N(t) = mF(t) \quad . \quad (2)$$

En la Figura 9, puede observarse el esquema de la metodología donde se relacionan la rentabilidad de la tecnología que varía teniendo en cuenta *los incentivos*, el indicador que se utiliza para medir la rentabilidad es el tiempo de retorno de la inversión y este, a su vez, determina la fracción máxima de mercado, para ingresar al modelo de Bass y modelar escenarios de crecimiento de la tecnología solar FV en Colombia.

### ***C. Mercado potencial (m)***

Para aproximarnos a un mercado potencial, primero es necesario analizar las diferentes variables que influyen al momento de que un adoptante de una tecnología decida invertir en esta. Se toma como premisa que la forma en que evalúan la decisión de invertir es mediante un análisis financiero previo. Hay muchas métricas de rendimiento financiero disponibles, incluido el tiempo de retorno de la inversión (simple o descontado), el valor presente neto, la



relación costo-beneficio y el costo nivelado de la electricidad. La métrica utilizada en un análisis dado depende, en gran medida, del tipo de consumidor: mientras que los clientes residenciales pueden usar métricas relativamente simples —como el tiempo de retorno de la inversión— para decidir invertir en un sistema FV, los clientes comerciales, por su parte, pueden usar métricas más sofisticadas para dar cuenta de la depreciación del capital (Denholm et al., 2009).

La fracción de usuarios dispuestos a adoptar la tecnología de acuerdo con el valor del tiempo de retorno de la inversión simple fue presentada por Beck (2009), y se representa por la ecuación (3):

$$fwa = e^{-STP*PT} , \quad (3)$$

donde,  $STP$  es la sensibilidad al tiempo de retorno de la inversión y  $PT$  es el tiempo de retorno de la inversión.

El valor de la sensibilidad del tiempo de retorno de la inversión determina la forma de la curva de fracción de mercado máxima y el usuario puede configurarla para caracterizar diferentes dinámicas del mercado FV y realizar análisis de sensibilidad de la conducta. Beck (2009) y Denholm et al. (2009), Navigant Consulting (2007), y Kastovick et al. (1982) utilizan un valor de 0,3; en este estudio tomamos el mismo valor. Además, utilizamos la función de probabilidad acumulada de la ecuación (4), propuesta por Mahajan et al. (1990):

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} , \quad (4)$$

donde,  $p$  corresponde al coeficiente de innovación y  $q$  al de imitación; como sabíamos anteriormente, la adopción acumulada en el tiempo  $t$  es  $mF(t)$ .

Para hallar la función de probabilidad acumulada se deben definir los coeficientes de innovación e imitación, los cuales varían dependiendo de si se aplican incentivos, ya que estos aumentan la probabilidad de adopción de una tecnología. Para cada escenario se toman los coeficientes como se muestra en la Tabla 3.

Para el mercado potencial analizamos diferentes estudios, por ejemplo, el Ministerio de Minas y Energía calcula que solo en el departamento de la

Guajira se tiene un potencial solar cercano a los 42 GW (MME, 2018b), pero solo se limita a esta región, y no discrimina las áreas que no son aprovechables; tampoco suministra información de cuánto se genera por grandes proyectos en generación distribuida, por tanto, no es una buena aproximación del potencial total del país. Otro estudio corresponde al realizado por la UPME, que calcula un potencial solar FV estimado en techos para las principales ciudades del país, dando como resultado un potencial cercano a 1,88 GW (UPME, 2018a), el cual es el mercado potencial para nuestro análisis.

**Tabla 3.** *Supuestos coeficientes de innovación ( $p$ ) e imitación ( $q$ ) para cada escenario*

Escenario	Coefficiente $p$	Coefficiente $q$
Incentivos de la Ley 1715 Residencial	0,002	0,4
Incentivos de la Ley 1715 Comercial	0,002	0,4
Incentivos de la Ley 1715 Granja Solar	0,002	0,4

*Fuente:* elaboración propia a partir de Denholm et al. (2009).

Cabe anotar que la metodología utilizada por la UPME consiste en un modelo econométrico de largo plazo, que combina pronósticos a través de modelos multivariados como los VAR (modelo de vectores autorregresivos) y los VEC (modelo de vectores de corrección de error), los cuales proponen un sistema de ecuaciones, con tantas ecuaciones como series a analizar o a predecir UPME (2017).

### III. Resultados

Se estiman tres escenarios para hacer una proyección de la capacidad instalada de energías solar FV en Colombia a 2030, teniendo en cuenta los incentivos vigentes y la implementación de los mismos. El planteamiento de estos tres escenarios obedece, de un lado, a la disponibilidad de información que se pudo conseguir a partir del MME y de la UPME y, por otra parte, a que, acorde a las características y el funcionamiento del sector eléctrico, considere tres casos típicos que pudieran plantearse en Colombia. El primero se refiere a un proyecto residencial, el segundo a la implementación de una granja solar y, el último, a un proyecto a gran escala, el cual puede considerarse como el

escenario más realista dado el potencial que se tiene en el país a partir de la energía solar. Como se ha descrito en el texto, la acogida de esta tecnología no depende únicamente de sus costos de generación, sino de los incentivos generados por medio de la regulación que permitan autogenerar e inyectar los excedentes a la red (generación distribuida) o simplemente por medio de la autogeneración.

### ***A. Escenarios***

Se toma como referencia el estudio de Integración de Energías Renovables propuesto por la UPME (2017), en el cual se realiza una evaluación costo-beneficio de los proyectos de FNCER con el impacto de los incentivos de la Ley 1715. Como se dijo en el párrafo anterior, se presentan 3 escenarios, cuyas características específicas se muestran en la Tabla 4. También se considera un escenario base sin aplicar a beneficios tributarios de la ley, en el que se evalúan solo los ahorros tributarios por no conectarse a la red, pero no se logra la difusión de la tecnología y, por tanto, no se incluye en este escrito. El escenario 1 presenta un *proyecto residencial* de capacidad típica al cual, otorgándole beneficios de la Ley 1715, se le conceden los incentivos de exención de IVA y arancel al costo nivelado de la energía. Este escenario es rentable con entrega de excedentes y esquemas de créditos para los excedentes que sean producidos por autogeneradores de pequeña escala que utilicen FNCER (UPME, 2017). Las principales características de este escenario es que se vende el 49% de la energía generada en el sistema, se considera la existencia de un medidor bidireccional, además se incluye un esquema de medición neta y el precio de bolsa para la remuneración de la energía transada en el sistema.

En el escenario 2, el cual consiste en *una granja solar*, al costo nivelado de la energía se le aplica los incentivos de exención de IVA y arancel y la venta de excedentes y deducción de renta, aplicando a nivel residencial la tarifa con contribución para superar el LCOE. Se plantea un modelo financiero de una granja solar FV con una capacidad instalada de 375 kW. Está basado en el cálculo de los gastos de capital (CAPEX), los cuales hacen referencia a la financiación utilizada por la empresa para conseguir activos físicos o

actualizar activos, teniendo en cuenta los gastos de mantenimiento y los gastos de expansión. Asimismo, se identifican los diferentes gastos de operación (OPEX) y, adicionalmente, se determinó el promedio ponderado del costo de capital (WACC, por sus siglas en inglés) (9,7 %) del proyecto teniendo una estructura de capital del 80 % de patrimonio y un 20 % de deuda. El precio utilizado es 175 USD/MWh proyectado con el índice de precios al productor (IPP) y el LCOE es de 190 USD/MWh.

**Tabla 4.** *Supuestos financieros para la elaboración de escenarios*

Escenario	Potencia Instalada	LCOE (USD/MWh)	Precio de la energía (USD/MWh)	WACC	TIR (%)	Tiempo de recuperación de la inversión (Años)
1. Incentivos de la Ley 1715, Residencial	3 kWp	193	211	4 % (Sin deuda)	11,20	8,8
2. Incentivos de la Ley 1715, Granja Solar	375 kWp	190	175	9,02 % (20 % deuda)	9,7	10
3. Gran escala Incentivos Ley 1715	5,8 MW	189	175	9,02 % (20 % deuda)	30,47	4

*Nota:* *p* se refiere a horas pico. En ninguno de los escenarios se aplica el cargo por confiabilidad, pues se tiene en cuenta que ninguno de los proyectos es mayor a 20 MW.

*Fuente:* elaboración propia.

El escenario 3 considera un *proyecto a gran escala*, es decir, con una capacidad instalada mayor a 1 MW. Para el caso de estudio es de 5,8 MW; también se evalúa con la metodología de flujo de caja descontado, utilizando un LCOE de 189 USD/MWh e incluye los incentivos. La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto es 30,47 % y tiene un precio de energía de 175 USD/MWh indexado con IPP para realizar la proyección. En este caso, el periodo de retorno de la inversión es de 4 años, el más corto de todos los escenarios planteados.

## **B. Resultados de los escenarios**

Los resultados obtenidos para los tres escenarios se presentan en la Tabla 5. Para el escenario 1 con autogeneración y venta de excedentes a la red, coincide con los resultados pronosticados por la UPME en su Plan de

Expansión (Resolución 40072 de 2018 del MME). Debe tenerse en cuenta que, para su cierre financiero, este escenario debe aplicar a los beneficios tributarios y exenciones de la Ley 1715 de 2014. En el escenario 2, suponiendo como potencial utilizable para granjas solares FV 3000 MW, se determina que al 2030 la capacidad instalada para granjas solares distribuidas es de 182 MW.

En la Figura 10 se observa la difusión de esta tecnología para el caso de energía distribuida, tanto a nivel residencial (representado por la línea azul) como para granjas solares (representado por la línea roja). A pesar de que las metodologías utilizadas para el pronóstico son diferentes alcanza valores cercanos a los pronosticados en el Plan de Expansión (Resolución 40072 de 2018 del MME).

**Tabla 5. Resultados de los escenarios**

Año	Capacidad Instalada [MW]			Tasa de crecimiento (%)		
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
2019	29	21	31	-	44	69
2020	39	30	52	36	40	60
2021	51	43	83	31	36	54
2022	64	58	128	26	31	50
2023	78	76	193	21	26	47
2024	91	95	283	16	21	44
2025	102	115	407	12	16	40
2026	111	134	569	9	12	36
2027	117	150	773	6	9	31
2028	123	164	1012	4	6	26
2029	126	174	1275	3	4	21
2030	129	182	1542	2	3	16

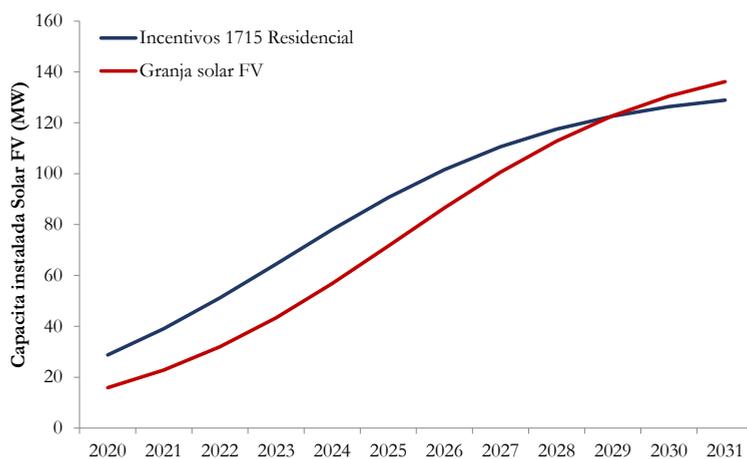
*Fuente:* elaboración propia.

Los resultados del escenario 3, un proyecto a gran escala es el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento, pues llega a una capacidad de 1542 MW en 2030, un poco más si se compara con los pronósticos del Plan de Expansión (Resolución 40072 de 2018 del MME) en el que, siendo un poco más conservador, se plantean 1090 MW instalados para ese mismo año.

La Figura 11 presenta la difusión de tecnologías para el escenario más rentable, el cual, al igual que los anteriores, presenta un comportamiento en S,

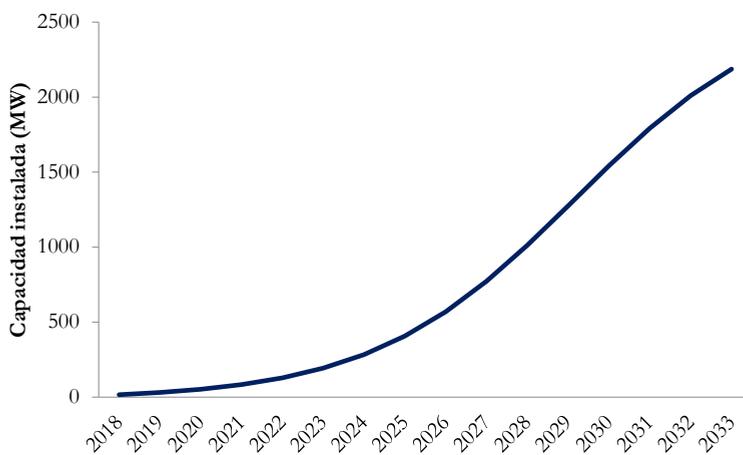
pero en este caso con un crecimiento mayor dado que se trata de un escenario a gran escala, teniendo en cuenta el potencial solar utilizable en Colombia.

**Figura 10. Resultados de difusión de los escenarios 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 11. Resultados de difusión del escenario 3**



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

A partir de la revisión de literatura (sección I), específicamente en las secciones A y C, donde se puede evidenciar la caída sustancial que han presentado los costos nivelados de las FNCER, la solar y la eólica en los mercados eléctricos internacionales, lo que, a su vez, ha permitido la utilización de mecanismos de mercado más eficientes, como las subastas, para la financiación de inversión en estas fuentes de generación. Así lo demuestra la segunda subasta realizada por el MME, en octubre de 2019, para la realización de contratos de largo plazo que incentiven la incorporación de FNCER. Por medio de la Resolución 40590 de 2019 del MME se adjudicaron 1298 MW de capacidad instalada en 5 proyectos de energía eólica y 3 solares, lo cual representa, aproximadamente, el 5 % del total de la capacidad de generación del país y, que sumado a los 1398 MW de 6 proyectos eólicos y 2 solares –adjudicados en la subasta de energía firme del cargo por confiabilidad, realizada en marzo de 2019– representa cerca del 11 % de total de la capacidad de generación en Colombia con FNCER. Estos proyectos se empezarán a implementar a partir de 2022.

Además, a nivel regulatorio se han dado cambios importantes en Colombia para la integración de FNCER, como se puede evidenciar a partir de la Tabla 2. El punto de referencia lo constituye la Ley 1715 de 2014, la cual determina los incentivos fiscales, como reducción al impuesto de renta, exención de IVA y aranceles y depreciación acelerada de activos. Las resoluciones 024 de 2015 y 030 de 2018 del CREG, definen la regulación de las actividades de generación distribuida y autogeneración a pequeña y gran escala en el SIN y, la Resolución 038 de 2018 del CREG, define las reglas para la actividad de autogeneración en ZNI. Esto representa una alternativa viable para la diversificación de la matriz energética del país y, por tanto, garantizar la confiabilidad en el suministro. No obstante, quedan retos por resolver que incentiven la adopción de estas tecnologías. Por ejemplo, se deben establecer mecanismos para disminuir los costos transaccionales, ya que en la actualidad existe gran reproceso, dado el alto número de trámites que se requieren para acceder a los beneficios tributarios de las leyes 1715 de 2014 y 1955 de 2019.

Con respecto a los resultados de los escenarios obtenidos a partir del modelo de Bass, en general, estos son conservadores comparativamente con países de la región. El más realista es el escenario para proyectos a gran escala, el cual incorpora los incentivos establecidos por la Ley 1715; también es el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento, pues muestra una capacidad instalada de 1542 MW en 2030. Es importante aclarar que este no incluye el mecanismo de subasta y, como se dijo en la primera conclusión, esta es una buena alternativa que ayudará a la expansión de la capacidad instalada por medio de las FNCER, como lo evidenciaron los resultados a partir de la segunda subasta realizada en octubre de 2019 para incentivar los contratos de largo plazo.

Además, si bien no es el objeto de este estudio, con la promulgación de la Resolución 098 de 2019 de la CREG se da un paso importante respecto al almacenamiento, ya que define las condiciones para la incorporación de Sistemas de Almacenamiento con Baterías en el SIN. Con esta resolución se deja abierta la posibilidad de utilizar sistemas de almacenamiento para solucionar los problemas de las restricciones de los servicios complementarios para abastecer la demanda en términos reales. Estos sistemas pueden ser menos costosos para prestar estos servicios y, en el caso colombiano, pueden ser viables en regiones como la costa, ya que, la falta de inversiones en las redes de transmisión y distribución, hace que algunas plantas térmicas sean necesarias (monopolios locales) para garantizar la confiabilidad en la prestación de servicio.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad EAFIT por apoyar esta investigación a través de la financiación del proyecto 828-000134. Esta investigación también se desarrolló en el marco del Programa de Investigación “ENERGETICA 2030”, con el código 58864 de la iniciativa “Colombia Científica”, el cual fue financiado por el Banco Mundial a través de la convocatoria “778-2017 Ecosistemas Científicos” y administrado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MinCiencias.

## Referencias

- Arias, J., Carvajal, S. X. & Arango, S. (2019). Understanding dynamics and policy for renewable energy diffusion in Colombia. *Renewable Energy*, 139, 1111-1119. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.033>
- Bass, F. M. (2004). A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 50(12), 1825-1832. <https://www.jstor.org/stable/30046153>
- Beck, R. W. Inc. (2009). *Distributed renewable energy operating impacts and valuation study*. <https://appsrv.pace.edu/VOSCOE/?do=viewFullResource&resID=J8PAM033116121012>
- Black & Veatch (2015). *Energy market perspectives*. <https://es.slideshare.net/blackveatch/black-veatch-energy-market-perspective-2015-outlook>
- Böhringer, Ch., Cuntz, A., Harhof, D. & Asane-Otoo, E. (2017). The impact of the German feed-in tariff scheme on innovation: Evidence based on patent filings in renewable energy technologies. *Energy Economics*, 67, 545-553. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.09.001>
- Boyce, J. (2018). Carbon pricing: Effectiveness equity. *Ecological Economics*, 150, 52-61, 2018.
- Bugrahan, A., Ugur, K., & Bulent, S. (2011). The role of legislations and incentives in the growth of PV market in a developing country. *2017 International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, 1-6. doi: 10.1109/IRSEC.2017.8477329
- Bullard, N. (2018). *Approaches for using scenarios in strategic decision making the future of energy*. <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2018/03/Presentation-Bloomberg-New-Energy-Finance.pdf>
- Cardoso, G. Andrade, I., Midori, C & Moura, G. (2007). Modeling the acceptance and use of telecenters in Brazil. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(4), 86-97.

- Congreso de Colombia (1994a, 11 de julio). *Ley 143 de 1994 – Ley Eléctrica*. Diario Oficial No. 41.434. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0143\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0143_1994.html)
- Congreso de Colombia (1994b, 11 de julio). *Ley 142 de 1994 – Ley de servicios públicos domiciliarios*. Diario Oficial No. 41.433. [http://www.secretaria-senado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretaria-senado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html)
- Congreso de Colombia (2001, 3 de octubre). *Ley 697 de 2001. Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 44.573. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0697\\_2001.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0697_2001.html)
- Congreso de Colombia (2008, 16 de julio). *Ley 1215 de 2008. Por la cual se adoptan medidas en materia de generación de energía eléctrica*. Diario Oficial No. 47.052. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1215\\_2008.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1215_2008.html)
- Congreso de Colombia (2014, 13 de mayo). *Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY1715DEL13DEMAYODE2014.pdf>
- Congreso de Colombia (2019, 25 de mayo). *Ley 1955 de 2019. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022*. Diario Oficial No. 50.964. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1955\\_2019.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1955_2019.html)
- CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas) (1996a, 15 de octubre). *Resolución 085 de 1996. Por la cual se reglamentan las actividades del Cogenerador conectado al Sistema Interconectado Nacional (SIN)*. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Resoluci%C3%B3n-1996-CRG85-96>
- CREG (1996b, 17 de diciembre). *Resolución 128 de 1996. Por la cual se dictan reglas sobre la participación en las actividades de generación, distribución y comercialización de electricidad y se fijan límites a la participación*

*accionaria entre empresas con actividades complementarias.* <http://apolo.creg.gov.co/PUBLICAC.NSF/Indexe01/Resoluci%C3%B3n-1996-CR128-96>

CREG (2007, 28 de junio). *Resolución 060 de 2006. Por la cual se dictan normas sobre la participación en la actividad de generación de energía eléctrica.* <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indexe01/Resoluci%C3%B3n-2007-CREG060-2007>

CREG (2008, 26 de septiembre). *Resolución 097 de 2008. Por la cual se aprueban los principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local.* <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indexe01/Resolucion-2008-Creg097-2008>

CREG (2014, 20 de marzo). *Resolución 038 de 2014. Por la cual se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes.* <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/0131f0642192a5a205257cd800728c5e?OpenDocument>

CREG (2015a, 13 de marzo). *Resolución 024 de 2015. Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el sistema interconectado nacional (SIN) y se dictan otras disposiciones.* <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/67513914c35d6b8c05257e2d007cf0b0\protect\TU\textdollarFILE/Creg024-2015.pdf>

CREG (2015b, 11 de diciembre). *Resolución 227 de 2015. Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas.* <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/59aa7fe361aca6c405257f39007956fe?OpenDocument>

CREG (2018a, 30 de julio). *Resolución 104 de 2018. Por la cual se fija la oportunidad para llevar a cabo la Subasta para la asignación de las Obligaciones de Energía Firme del Cargo por Confiabilidad para el período comprendido entre el 1º de diciembre de 2022 y el 30 de noviembre de 2023.* [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_72c9efb38b0d472c8ebaf569a035caa6](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_72c9efb38b0d472c8ebaf569a035caa6)

- CREG (2018b, 26 de febrero). *Resolución 030 de 2018. Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional*. <http://apolo.creg.gov.co/Publicaciones/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191?OpenDocument>
- CREG (2018c, 4 de mayo). *Resolución 038 de 2018. Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas*. <https://app.vlex.com/#vid/716634677>
- CREG (2019a, 20 de junio). *Resolución 060 de 2019. Por la cual se hacen modificaciones y adiciones transitorias al Reglamento de Operación para permitir la conexión y operación de plantas solares fotovoltaicas y eólicas en el SIN y se dictan otras disposiciones*. <http://apolo.creg.gov.co/Publicaciones/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/ca640edbe4b7b5100525842d0053745d/\protect\TU\textdollarFILE/Creg060-2019.pdf>
- CREG (2019b, 6 de septiembre). *Resolución 098 de 2019. Por la cual se definen los mecanismos para incorporar sistemas de almacenamiento con el propósito de mitigar inconvenientes presentados por la falta o insuficiencia de redes de transporte de energía en el SIN*. <https://2019.vlex.com/#vid/811528253>
- Denholm, P., Drury, E. & Margolis, R. (2009). *The solar deployment system (SolarDS) model?: documentation and sample results* (Technical Report, NREL/TP-6A2-45832). <https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/45832.pdf>
- Dos Santos Carstens, D. D. & da Cunha, S. K. (2019). Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. *Energy Policy*, 125, 396-404. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.063>
- Femin, V., Najmu, H., Dayana, K. B., Petra, I. & Mathew, S. (2016). Financial incentive mechanisms for residential PV systems: an analysis based on the real performance data. *2016 International Conference on Cogeneration, Small Power Plants and District Energy (ICUE)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/COGEN.2016.7728963>

- Hille, E., Althammer, W. & Diederich, H. (2020). Environmental regulation and innovation in renewable energy technologies: Does the policy instrument matter? *Technological, Forecasting & Social Change*, 153, 119921. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119921>
- Hunt, T. (2014). *Swanson's Law and Making US Solar Scale Like Germany*. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/is-there-really-a-swansons-law>
- IRENA (2019). *Renewable capacity statistics 2019*. <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>
- Jiang, Z., Bass, F. M. & Isaacson, P. (2006). Virtual Bass Model and the left-hand data-truncation bias in diffusion of innovation studies. *International Journal of Research in Marketing*, 23(1), 93-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2006.01.008>
- Kastovich, J.C., Lawrence, R.R., Hoffman, R.R. & Pavlak, C. (1982). *Advanced electric-heat-pump market and business analysis. Final Report*. [https://www.researchgate.net/publication/255526994\\_Advanced\\_electric-heat-pump\\_market\\_and\\_business\\_analysis\\_Final\\_report](https://www.researchgate.net/publication/255526994_Advanced_electric-heat-pump_market_and_business_analysis_Final_report)
- Konzen, G. & Zilles, R. (2014). *Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil: uma simulação via modelo de Bass. Programa de pós-graduação em energia*. [http://lsf.iee.usp.br/sites/default/files/Dissemtacao\\_Gabriel\\_Konzen.pdf](http://lsf.iee.usp.br/sites/default/files/Dissemtacao_Gabriel_Konzen.pdf)
- Laffont, J. & Tirole, J. (1993). *A theory of incentives in procurement and regulation*. London: The MIT Press.
- Mahajan, V., Muller, E. & Bass, F.M. (1990). New product diffusion models in marketing: A review and directions for research. *Journal of Marketing*, 54(1), 1-26. <https://doi.org/10.2307/1252170>
- Mints, P. (2011). Changing incentive structures and photovoltaic demand. *2011 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 3264-3268. <https://doi.org/10.1109/PVSC.2011.6186634>

- MME (Ministerio de Minas y Energía) (2014, 2 de diciembre). *Decreto 2469 de 2014. Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración.* <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/36864-Decreto-2469-02Dic2014.pdf>
- MME (2017, 1 de marzo). *Decreto 348 de 2017. Por el cual se adiciona el Decreto número 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala.* <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20348%20DEL%2001%20DE%20MARZO%20DE%202017.pdf>
- MME (2018a, 29 de enero). *Resolución 40072 de 2018. Por la cual se establecen los mecanismos para implementar la Infraestructura de Medición Avanzada en el servicio público de energía eléctrica.* [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_d9dbab376fb849659b43f8a1ca96b435](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_d9dbab376fb849659b43f8a1ca96b435)
- MME (2018b). *Política pública para el sector eléctrico.* <https://www.energiamayorista.com.co/wp-content/uploads/2018/11/2018-11-02-10-15-Politica-Publica-Ministerio-de-Minas-y-Energia.pdf>
- MME (2019a, 9 de julio). *Resolución 40590 de 2019. Por la cual se define e implementa un mecanismo que promueva la contratación de largo plazo para proyectos de generación de energía eléctrica complementario a los mecanismos existentes en el Mercado de Energía Mayorista en cumplimiento de los objetivos establecidos en el Decreto 0570 de 2018.* <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180//23517//48155-res.+4+0590+del+9-7-20192019-07-09-120048+%281%29.pdf>
- MME (2019b, 9 de julio). *Resolución 40591 de 2019. Por la cual se convoca a la subasta de contratación de largo plazo para proyectos de generación de energía eléctrica y se definen los parámetros de su aplicación.* [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_3b67036c9db54b17a1673ed00579cd06](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_3b67036c9db54b17a1673ed00579cd06)

- Moreno, J. (2017). Incentivos tributarios para generación de energía a través de fuentes no convencionales en Colombia. *Revista de Derecho Fiscal*, 11, 127-149. <https://doi.org/10.18601/16926722.n11.07>
- Navigant Consulting (2007). *Arizona solar electric roadmap study. Full Report*. [https://repository.asu.edu/attachments/76394/content/AZ\\_solar\\_electric\\_roadmap.pdf](https://repository.asu.edu/attachments/76394/content/AZ_solar_electric_roadmap.pdf)
- Palmer, J., Sorda, G. & Madlener, R. (2015). Modeling the diffusion of residential photovoltaic systems in Italy: An agent-based simulation. *Technological Forecasting and Social Change*, 99, 106-131. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.011>
- Pillot, B., Muselli, M., Poggi, P. & Batista, J. (2019). Historical trends in global energy policy and renewable power system issues in Sub-Saharan Africa: The case of solar PV. *Energy Policy*, 127, 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.049>
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- Saldivia, D., Rosales, C., Barraza, R. & Cornejo, L. (2019). Computational analysis for a multi-effect distillation (MED) plant driven by solar energy in Chile. *Renewable Energy*, 132, 206-220. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.139>
- Simsek, Y., Lorca, Á., Urmee, T., Bahri, P. A. & Escobar, R. (2019). Review and assessment of energy policy developments in Chile. *Energy Policy*, 127, 87-101. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.058>
- Smith, A. (1794). *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* (Tomo I). Vallalodid: oficina de la viuda é hijos de Santander.
- UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) (2015a). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. [http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION\\_ENERGIAS\\_RENOVABLES\\_WEB.pdf](http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf)
- UPME (2015b, 5 de junio). *Resolución 281 de 2015. Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col146970.pdf>

- UPME (2017). *Plan de expansión de referencia generación - transmisión 2017 - 2030*. [https://www1.upme.gov.co/Energia\\_electrica/Plan\\_GT\\_2017\\_2031\\_PREL.pdf](https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Plan_GT_2017_2031_PREL.pdf)
- UPME (2018a). *Informe de registro proyectos de generación*. [http://www.siel.gov.co/Generacion\\_sz/Inscripcion/2018/Registro\\_Sept\\_2018.pdf](http://www.siel.gov.co/Generacion_sz/Inscripcion/2018/Registro_Sept_2018.pdf)
- UPME (2018b). *Informe mensual-solicitud de certificación de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (Fnce)-Incentivos Ley 1715 de 2014*. [https://www1.upme.gov.co/Documents/Energias\\_renovables/Incentivos\\_Ley\\_1715/InformeNo12\\_FNCE.pdf](https://www1.upme.gov.co/Documents/Energias_renovables/Incentivos_Ley_1715/InformeNo12_FNCE.pdf)
- Washburn, C. & Pablo-Romero, M. (2019). Measures to promote renewable energies for electricity generation in Latin American countries. *Energy Policy*, 128, 212-222. <https://doi.org/10.1016/j.ENPOL.2018.12.059>
- Winter, S. & Schlesewsky, L. (2019). The German feed-in tariff revisited - an empirical investigation on its distributional effects. *Energy Policy*, 132, 344-356. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.043>
- Zhao, J., Mazhar, E, Celik, N. & Son, Y. (2011). Hybrid agent-based simulation for policy evaluation of solar power generation systems. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 19(10), 2189-2205. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2011.07.005>
- Zhao, Z., Chen, Y. & Chang, R. (2016). How to stimulate renewable energy power generation effectively? – China’s incentive approaches and lessons. *Renewable Energy*, 92, 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.001>

**Procedimiento de optimización no lineal para la  
cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el  
crecimiento económico colombiano, 1925-1997**

---

**Oscar Gonzalo Manrique-Díaz y Diego Fernando Lemus-Polanía**



Oscar Gonzalo-Manrique Díaz y Diego Fernando Lemus-Polanía

### **Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997**

**Resumen:** *En este trabajo se incluye la energía eléctrica (E) como una tercera variable en la función de producción estándar Cobb-Douglas para determinar su participación en el PIB de Colombia y calcular su elasticidad asociada entre 1925 y 1997. Para tal efecto, se emplean el modelo LINEX y el algoritmo de optimización no lineal de Levenberg-Marquardt, bajo el supuesto de elasticidades de producción no negativas para ajustar la función de producción, corregida y basada en dicho modelo. El análisis se alimenta de las series de PIB, capital (K) y trabajo (L) que elaboró el GRECO para el Banco de la República, y también de una serie temporal de energía eléctrica (E) producida con el patrocinio de Colciencias. Los resultados calculados para las elasticidades asociadas permiten verificar que, en concordancia con los casos de estudio conocidos, la energía eléctrica ha tenido mayor peso en la estructura del PIB que los factores tradicionales. Se concluye que la condición de rendimientos constantes de la función de producción estándar no se aplica a ninguna economía conocida, sea esta de un país desarrollado o no.*

**Palabras clave:** *crecimiento económico; elasticidad de un factor; función de producción LINEX; procedimiento de ajuste no lineal.*

**Clasificación JEL:** *O47, A10, C33, C61.*

### **Nonlinear optimization method for quantifying the contribution of electricity in the Colombian economic growth, 1925-1997**

**Abstract:** *In this work, electrical energy (E) is included as a third variable in the Cobb-Douglas standard production function, to determine its participation in Colombia's GDP and calculate its associated elasticity between 1925 and 1997. For this purpose, the LINEX model and the Levenberg-Marquardt nonlinear optimization algorithm was used, under the assumption of non-negative production elasticities, to adjust the production function, corrected and based on said model. The analysis is fed by the GDP, capital (K) and labor (L) series prepared by GRECO for Banco de la República, and also by a electrical energy (E) time series produced under the sponsorship of Colciencias. The results calculated for the associated elasticities allow to verify that, in accordance with the known case studies, electrical energy has had a greater weight in the structure of GDP than traditional factors. It is concluded that the constant returns condition of the standard production function does not apply to any known economy, whether it is from a developed country or not.*

**Keywords:** *economic growth; elasticity of a factor; LINEX production function; nonlinear fitting procedure.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a341714>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Optimisation non linéaire pour la quantification de la contribution de l'énergie électrique à la croissance économique colombienne, 1925-1997**

**Résumé:** *Dans ce travail, l'énergie électrique (E) est incluse comme troisième variable dans la fonction de production standard du type Cobb-Douglas, afin de déterminer sa participation au PIB de Colombie et pouvoir ainsi calculer son élasticité associée entre 1925 et 1997. Pour ce faire, nous utilisons le modèle LINEX et l'algorithme d'optimisation non linéaire de Levenberg-Marquardt, sous l'hypothèse d'élasticités de production non négatives. Cette démarche permet d'ajuster et de corriger la fonction de production. L'analyse est basée sur les séries du PIB, capital (K) et travail (L) que les chercheurs du GRECO ont préparé pour le Banco de la República, ainsi que sur une série chronologique d'énergie électrique (E), laquelle est obtenue grâce au parrainage de Colciencias. Les résultats calculés pour les élasticités associées permettent de vérifier que, conformément aux études déjà connues, l'énergie électrique a eu un poids plus important dans la structure du PIB par rapport aux facteurs traditionnels. Nous concluons que la condition de rendement constant de la fonction de production standard ne s'applique à aucune économie connue, qu'elle soit ou non développée.*

**Mots clés:** *croissance économique; élasticité d'un facteur; fonction de production LINEX; procédure d'ajustement non linéaire.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Manrique-Díaz, O. G. & Lemus-Polanía, D. F. (2020). Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997. *Lecturas de Economía*, 93, 65-100.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a341714>

# Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997

Oscar Gonzalo Manrique-Díaz <sup>a</sup> y Diego Fernando Lemus-Polanía <sup>b</sup>

–Introducción. –I. Los factores de producción y su agregación. –II. Funciones de producción consideradas. –III. Discusión de resultados. –Conclusiones. —Agradecimientos. –Referencias.

*Primera versión recibida el 20 de diciembre de 2018; versión final aceptada el 13 de abril de 2020*

## Introducción

En los análisis del funcionamiento de las sociedades modernas, es de común aceptación que la energía es un factor determinante de todas las actividades económicas, productivas y sociales; de hecho, la energía puede ser considerada como el elemento clave en el proceso evolutivo y cultural del hombre (White, 1943). Después de siglos de uso de la fuerza del trabajo de los hombres y animales y del uso productivo de recursos como el agua, el viento y la madera, desde la primera fase de la Revolución Industrial se incrementó aceleradamente el uso de recursos como el carbón, el petróleo y el gas natural necesarios para crear y mover los nuevos esclavos mecánicos, construir modernas sociedades industrializadas y crear circuitos de comercio de alcance global. En dos siglos y medio, fue posible acelerar el proceso de creación de riqueza y lograr avances importantes en materia económica y social para la mayoría de las sociedades existentes.

<sup>a</sup> *Oscar Gonzalo Manrique-Díaz*: profesor asociado al Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Colombia. Dirección postal: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, calle 59a #63-20, oficina 403. Dirección electrónica: ogmanriq@unal.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0001-8253-0539>

<sup>b</sup> *Diego Fernando Lemus-Polanía*: investigador, Facultad en Estadística, Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C., Colombia. Dirección postal: carrera 9 #51-11, tercer piso, Facultad de Estadística. Dirección electrónica: dflemusp@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6336-9636>

El intenso consumo de energía aceleró la creación de riqueza (simbolizada económicamente en el PIB), consolidó el sistema capitalista y elevó al crecimiento económico al *status* de uno de los principales campos de análisis teórico de la economía. Dicha aceleración fue estudiada y modelada por Solow (1957)<sup>1</sup> quien concluyó que la riqueza de los EE. UU. era explicada marginalmente por la combinación del capital (K) y el trabajo (L), y que la mayor parte de dicho crecimiento quedaría asociada al denominado residuo de Solow, el cual, para darle consistencia matemática al modelo fue explicado como un factor exógeno y tratado como una función del tiempo. Posteriormente dicho residuo se identificó con la productividad total de los factores (PTF), la tecnología en general (A), y más comúnmente con el progreso técnico. Con todo, y tal como este mismo autor reconocería después, se había formulado una teoría del crecimiento a la vez que se había dejado sin explicación el factor más importante (Solow, 1994, p. 48).

En este contexto, la teoría económica ortodoxa ha negado sistemáticamente que pueda existir una relación entre crecimiento económico y energía; en lo fundamental se argumenta que la energía es un bien intermedio que se produce y se consume en el proceso económico, cuyo peso en el producto final es marginal y es proporcional a su participación en la estructura de costos de producción. Sin embargo, desde los años setenta del siglo XX y como respuesta a la importancia que la energía lograba en la agenda de investigación económica como consecuencia de experiencia acumulada y posterior a las llamadas ‘crisis’ petroleras, el interés de los académicos e investigadores de diferentes disciplinas por establecer y formalizar dicha relación fue tomando forma y después de un largo proceso, en la literatura se reconocen dos grandes metodologías para aproximarse al análisis y las implicaciones de esta relación.

En primer lugar y desde una perspectiva ortodoxa, a partir del trabajo seminal de Kraft y Kraft (1978), se establece una relación estadística de causalidad entre el crecimiento del PIB y el consumo de energía. El camino abierto por estos autores ha sido seguido en numerosos trabajos que incluyen diversas variaciones analíticas y estadísticas, los cuales suelen ser realizados

---

<sup>1</sup> Cabe recordar que este trabajo tenía como base el artículo seminal de Cobb y Douglas (1928), a partir del cual y en función de información estadística agregada y de alta calidad se sentarían las bases de la teoría estándar del crecimiento económico.

con variaciones analíticas y estadísticas para diferentes países y regiones con resultados normalmente disímiles. Entre dichos trabajos se pueden reseñar los siguientes: Akarka y Long (1980), Yu y Choi (1985), Nachane et al. (1988), Hwang y Gum (1991), Ebohon (1996), Cheng (1997), Asafu-Adjaye (2000), Soytaş y Sari (2003), Oh y Lee (2004), Shiu y Lam (2004), Altınay y Kagarol (2004), Yoo (2006), Lee (2006), Lee y Chang (2007), Squalli (2007), Chiou et al. (2008), Chontanawat et al. (2008), Yuan et al. (2008), Belloumi (2009), Wolde-Rufael (2009), Apergis y Payne (2010a, 2010b), Ozturk et al. (2010), Sharma (2010), Belke et al. (2011), Shuyun y Donghu (2011), Bildirici y Kayicky (2012), Gurgul y Lach (2012), Narayan y Popp (2012), Yalta y Cakar (2012), Yildirim y Aslan (2012), Zhang y Xu (2012), Shengfeng et al. (2012), Farhani y Ben-Rejeb (2012). En el caso específico de Colombia la literatura existente registra los trabajos de Campo y Sarmiento (2011) y Barreto y Campo (2012).

La segunda metodología que se puede denominar heterodoxa, se deriva de los trabajos de autores<sup>2</sup> que han buscado incorporar a la energía (E) como una variable adicional al capital (K) y al trabajo (L) en la función de producción estándar (Cobb-Douglas), desarrollando una metodología que sin alterar los fundamentos de la teoría neoclásica permitieran lograrlo con arreglo al mundo físico y sus leyes, de tal manera que también fuera posible calcular su aporte a la creación de riqueza, en función de la elasticidad asociada y poder medir en el tiempo su contribución al PIB. Entre los primeros intentos para lograr este propósito, cabe recordar a Berndt y Wood (1975), Allen (1979), Hannon y Joyce (1981) y Stern (1993, 2004). Con mejores resultados y buscando tender puentes para conciliar el mundo teórico de la economía con el mundo real de la física y por extensión de la biofísica, los trabajos de Kümmel (1980, 1982, 1989, 2011), Kümmel y Lindenberger (2014), Kümmel et al. (1985, 2000, 2002, 2010, 2015), Hall et al. (2001) y Lindenberger et al. (2017) han construido una metodología completa y efectiva que ha evolucionado para convertirse en una

---

<sup>2</sup> Desde fines del siglo XIX diferentes autores han buscado métodos alternativos para explicar la creación de la riqueza económica y sus relaciones con la energía y sus leyes, apelando a diversas disciplinas y en función de diversos enfoques: Autores como Ostwald (1907), Soddy (1912), Lotka (1922), Tyron (1927), Henderson (1933), Cottrell (1955), hicieron importantes aportes históricos y conceptuales. Trabajos más recientes son los de Schurr y Netschert (1960), Jensen (1970), Georgescu-Roegen (1971, 1975), Kraft y Kraft (1978) y Jorgenson (1978, 1981, 1984).

alternativa analítica que permite analizar de manera alternativa el crecimiento económico, eliminar el residuo de Solow, hacer entendible el problema de la eficiencia tanto en la producción como en el consumo y abrir debates relativos a los impactos sociales, ambientales y ahora también relativos al cambio climático<sup>3</sup> y a la sostenibilidad de las formas de vivir y de producir de las sociedades del siglo XXI.

Dicha metodología se concreta con el denominado modelo LINEX, el cual fue inicialmente aplicado a los casos de algunos países desarrollados como EE. UU., Japón y Alemania (véase el trabajo de Hall et al., 2001). Como resultado general el nuevo factor (E) resultó tener el principal peso en la explicación de la creación de riqueza económica durante la mayor parte del siglo XX. Este logro ha sido reconocido entre otros autores por Rifkin (2011), en cuyo trabajo reconoce que por esta vía se demostró que la mayor parte de los aumentos de productividad y de crecimiento económico registrados en las sociedades industriales se debe a la energía y denominado (E) en dicho modelo.

En función de estos desarrollos metodológicos y también como resultado de sus propias investigaciones Ayres (1978, 1994, 1998, 2001), y Ayres y Warr (2003, 2005, 2009), dan un paso adicional integrando la segunda ley de la termodinámica para proponer una alternativa al tercer factor productivo denominada ahora exergía (U)<sup>4</sup>, el cual se incorpora en la función de producción Cobb-Douglas junto con los factores clásicos trabajo (L) y el capital (K). La inclusión de este tercer factor permite verificar tanto dicha relación como cuantificar el peso del aporte exergético a la creación de riqueza, esto es, en la formación del PIB. Simultáneamente y como uno de los logros más importantes de esta metodología y contenidos en su trabajo de 2009, se

---

<sup>3</sup> Considerando no sólo la importancia del tema sino la trascendencia de este se sugiere ver Nordhaus (2008).

<sup>4</sup> En este punto cabe aclarar que esta nueva variable (E) puede incluir los aportes energéticos explicados y traducidos a base exergética de vectores como el carbón, el petróleo, el gas natural y, en general, todos los recursos primarios que intervienen en los procesos productivos e industriales, aportando su componente efectiva a los procesos productivos y sociales, y puede ser entendida como un indicador de eficiencia termodinámica y de aporte efectivo de trabajo incorporado.

tiene que con la inclusión de este tercer factor se elimina el llamado residuo de Solow —lo que en otros términos implica endogenizar la tecnología— lo que resulta consistente con los resultados de los trabajos mencionados de Kümmel y demás autores asociados.

En el mismo sentido, aunque con diferentes enfoques se pueden reseñar los trabajos de Schurr et al. (1990), Stern (1993), Beaudreau (1995, 1998, 2005), Pokrovski (2003, 2007), Alam (2009), entre otros, los cuales estudian y discuten tanto la existencia e importancia de dicha relación como sus consecuencias sobre el crecimiento económico, el funcionamiento del sistema económico y sus impactos sobre el entorno natural. En efecto, la relación entre el consumo de energía, el crecimiento económico y el medio ambiente ha recibido una creciente atención en los últimos años. Los resultados presentados en trabajos como los de Esso y Keho (2016), Nahman y Antrobus (2005), Ricci (2007), y Brock y Taylor (2010), son de interés pues, aunque varían los países bajo análisis, tipo de variables asociadas a la producción y al consumo de energía y el tipo de técnicas estadísticas utilizadas para el modelamiento, muestran que en países en vía de desarrollo el nivel de contaminación aumenta hasta que los ingresos exceden un nivel umbral evidencia de la denominada curva ambiental de Kuznets (EKC).

Ahora bien, de acuerdo con Hall y Klitgaard (2012) al analizar el comportamiento económico y productivo de las sociedades modernas debería ser de común aceptación que la energía es un factor determinante para todos los procesos productivos y sociales y que resulta ser tanto o más importante que el capital o el trabajo. En ese sentido, Kümmel (2011) afirma que sin los volúmenes de energía que demandamos diariamente se necesitaría una economía esclavista de dimensiones absurdas con el fin de proporcionar a los ciudadanos los bienes y servicios a los que se han acostumbrado. Por esta razón, desde sus primeros trabajos, este autor sostiene que la energía es un tercer factor productivo, el cual puede introducirse en la función de producción para cuantificar su aporte al PIB.

Esta aproximación a la realidad es consistente con lo que Smil (2005) denomina ‘sociedades energético-intensivas’, en las cuales se verifica que, desde que se tienen registros, el nivel de ingreso *per cápita* es directamente

proporcional al nivel de consumo de energía *per cápita*<sup>5</sup>. Así, a pesar del creciente número de investigaciones donde se demuestra la importancia económica relativa de la energía para la generación de riqueza, su *naturaleza* como factor de producción no es considerada o no puede ser entendida<sup>6</sup> en todas sus dimensiones por el análisis económico neoclásico<sup>7</sup>.

En la realidad, la estructura y el funcionamiento del aparato productivo y del sistema económico de los países industrializados (y de manera lógica también de los países en vías de desarrollo) resultan estar determinados por la necesidad de acceso permanente, eficiente y económico a diferentes vectores energéticos como son el petróleo, el carbón o el gas natural, entre otros. Esta necesidad constituye uno de los logros más importantes de las economías de mercado y es denominada seguridad energética, la cual es fundamentalmente responsabilidad del Estado.

Según Kümmel (1980, 1982), Kümmel et al. (1985) y Lindenberger et al. (2017), dichos vectores energéticos se convierten en un factor de producción en el momento exacto de su liberación de los portadores de energía, es decir, cuando el carbón es utilizado para la producción de energía eléctrica en las centrales termoeléctricas o cuando se quema en los altos hornos para la producción de acero, hierro o cemento, para citar solo algunos ejemplos específicos.

En este contexto, el modelo LINEX —entendido como una variante del clásico modelo Cobb-Douglas de la teoría estándar— desarrollado

---

<sup>5</sup> Una buena aproximación histórica a esta afirmación la proporcionan los trabajos de Humphrey y Stanislav (1979) y Fouquet y Pearson (1988) en sus trabajos de la evolución económica y energética del primer país industrializado del mundo: Inglaterra.

<sup>6</sup> Una posible vía para entender el por qué la teoría ortodoxa no se atiene al análisis termodinámico y en particular a la consecuencia que tiene para la economía la ley de la entropía, es que dicha teoría quedó atrapada en el marco y en los límites mecánicos del paradigma newtoniano; en otros términos, esto implica quedar delimitada en lo fundamental por la primera ley de la termodinámica, esto es, la ley general de la conservación de la energía.

<sup>7</sup> Desde esta perspectiva analítica, existe un número creciente de trabajos, que se han derivado del seminal de Kraft y Kraft (1978). Sin embargo, sus fundamentos que son básicamente estadísticos han hecho carrera en muchos economistas, sin que exista claridad respecto al concepto de energía y a sus implicaciones en el proceso económico. Con todo, son ampliamente referenciados para la definición de políticas energéticas en numerosos países.

conceptual y empíricamente por R. Kümmel y los autores que han trabajado con él, y empleado rigurosamente por Ayres y Warr (2005, 2009), es el método más claro y funcional para realizar dicha aproximación. En consecuencia, este modelo es tomado como referente básico para su validación e implementación en el caso de Colombia. Lo anterior, con el objetivo inicial de cuantificar el aporte de la variable energética y su componente exergética en el proceso de crecimiento económico y para verificar su potencialidad explicativa, en comparación con los factores tradicionales de la función de producción neoclásica. A partir de esta verificación se busca explicar de manera alternativa e integral la estructura y evolución del PIB, es decir, del proceso de creación de riqueza, pero esta vez para el caso de una economía en vías de desarrollo.

Así, el principal objetivo de este ejercicio es constatar que los avances conceptuales y empíricos logrados con el modelo LINEX pueden ser extendidos y verificados para el caso de una economía de tamaño medio como es el caso de Colombia. Superando algunas de las dificultades de información existentes<sup>8</sup>, fue posible calcular una serie de energía (exergía)<sup>9</sup> eléctrica, a partir de la cual se busca verificar su validez estadística, y calcular su peso en la determinación del PIB para Colombia durante el periodo de tiempo analizado<sup>10</sup>. Lo anterior se realizó en función de rigurosos

---

<sup>8</sup> Se debe precisar qué, dadas las limitaciones para obtener información confiable y de largo plazo en relación con la producción y el consumo de vectores energéticos como el carbón, el petróleo, el gas natural y la madera entre otros, el factor exergético que se usa para este trabajo solo incluye el componente de energía eléctrica, a partir de la construcción de una serie de datos para el periodo 1925-1997.

<sup>9</sup> En este caso, se habla de energía eléctrica como exergía en la medida que, como explican Ayres y Warr (2009), este vector energético es exergía pura cuando se emplea en los procesos productivos y de transformación económica. Técnicamente, lo anterior significa que la eficiencia tanto en su producción como en su uso es muy alta.

<sup>10</sup> En este punto es importante aclarar que, como consecuencia de la inexistencia de bases de datos energéticos y exergéticos en el país, fue necesario considerar información básica de la Unidad de Planeamiento Minero Energético (UPME) y procesarla junto con variadas fuentes para obtener, inicialmente, la serie de exergía eléctrica empleada por primera vez en este trabajo. Sin embargo, la misma debe ser entendida como uno de los componentes de la serie de exergía total para la economía colombiana que debe incluir los aportes de los diferentes vectores energéticos, como el carbón, el petróleo, el gas natural, la madera, etc.

análisis estadísticos previos que incluyen el uso del algoritmo de Levenberg-Marquardt el cual permite resolver un problema de mínimos cuadrados no lineales con condiciones de frontera no lineales y expresadas en forma de desigualdades en función del cual fue posible validar tanto el modelo propuesto como sus presupuestos teóricos y conceptuales.

El cuerpo de este trabajo se desarrolla en tres partes: en la primera se tratan y explicitan los factores de producción y su proceso de agregación; en la segunda se introduce el factor (E) tanto en la función clásica Cobb-Douglas, como en la función LINEX. Finalmente, en la tercera parte se discuten los resultados del ejercicio y se consignan las conclusiones para el caso de Colombia.

## **I. Los factores de producción y su agregación**

Las dos funciones de producción consideradas en este trabajo están sujetas a los dos elementos básicos del proceso de producción industrial: la ejecución de trabajo y el procesamiento de información. De esta observación se obtienen los principios de agregación que permiten resumir a nivel macroeconómico el conjunto heterogéneo de entradas y salidas de cada función. En resumen, y concordancia con el enfoque analítico tradicional, las variables empleadas son<sup>11</sup>:

- El producto interno bruto (PIB) corregido por la inflación (Y) (Grupo de Estudios del Crecimiento Económico —GRECO—, 2004, p. 21).
- El capital real agregado disponible corregido por la inflación (K). Comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía más las variaciones netas en el nivel de los inventarios. Variable medida y agregada en millones de pesos colombianos (GRECO, 2004).

---

<sup>11</sup> Cabe señalar que el PIB corregido por la inflación (Y), el capital real agregado disponible corregido por la inflación (K) y la población económicamente activa (L) fueron obtenidas de las series oficiales procesadas por el Grupo de Estudios del Crecimiento Económico del Banco de la República (GRECO, 2004), y la serie del consumo de energía eléctrica en base exergética (E) fue producida por una parte del equipo de investigación entre 2012 y 2013.

- La población económicamente activa (L). Esta variable se define como las personas en edad de trabajar, que trabajan o están buscando empleo. En el presente estudio se usa el total de personas en edad de trabajar que trabajan como proxy de esta población (GRECO, 2004).
- El consumo final de energía eléctrica (E) expresada en base exergética, el cual se presenta de manera agregada y medida en terajoules-año (TJ/año).

Resulta importante definir la siguiente notación:

- $\alpha$  denota la elasticidad del PIB al capital.
- $\beta$  denota la elasticidad del PIB a la población económicamente activa.
- $\gamma$  denota la elasticidad del PIB a la energía.

## II. Funciones de producción consideradas

En esta sección del documento se presentan las diferentes funciones de producción consideradas.

### A. Exergía en el modelo de crecimiento de Cobb-Douglas

En el modelo tradicional de Cobb-Douglas, los factores de producción asociados al capital, la población económicamente activa y la exergía ( $K_t$ ,  $L_t$ ,  $E_t$ ) son considerados como variables independientes (Ayres & Voudouris, 2014). La suposición es que alguna combinación de estas variables puede explicar los cambios en el PIB ( $Y_t$ ) de Colombia durante un largo período de tiempo. El modelo considerado es el siguiente

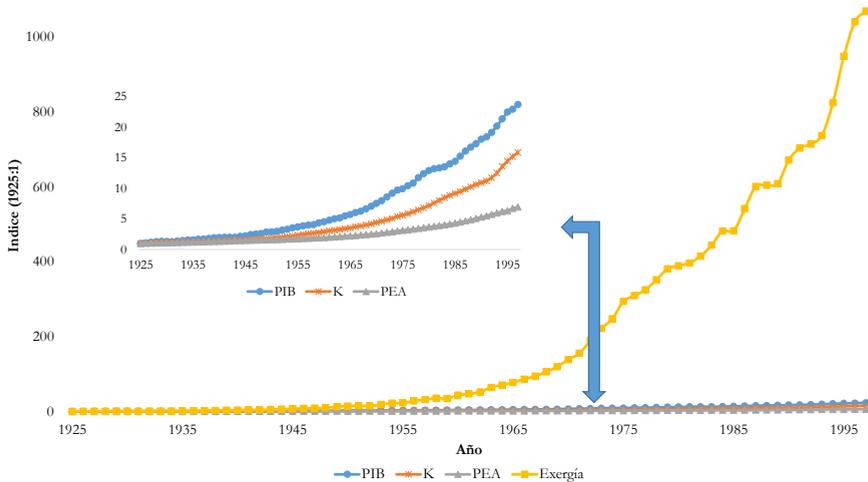
$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta E_t^\gamma, \quad (1)$$

donde  $A_t$  es una medida de innovación usualmente denominada “progreso tecnológico”. La condición de rendimientos constantes implica que

$$\alpha + \beta + \gamma = 1. \quad (2)$$

En la Figura 1 se puede observar que el crecimiento en el consumo de energía eléctrica en el país ha aumentado de manera acelerada a partir de los años 60, a una tasa que sobrepasa considerablemente la obtenida para los demás factores considerados. Nótese que dicho crecimiento es tan acelerado que oculta el crecimiento de los demás factores considerados en el estudio. Con el fin de que el lector pueda observar el crecimiento del PIB, el capital y la PEA se presenta, en la Figura 2, el índice (1925:1) de los factores de producción en Colombia incluyendo y excluyendo el consumo de energía eléctrica durante el periodo de tiempo considerado.

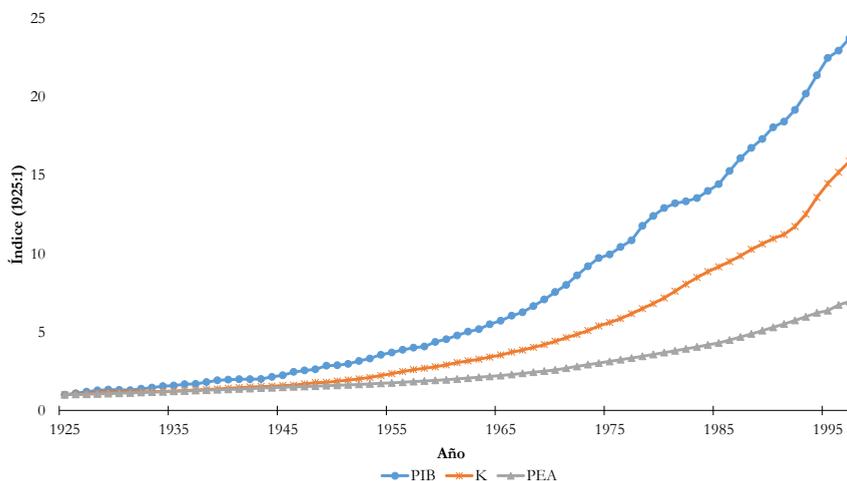
**Figura 1.** Índice 1925:1 del PIB y los factores de producción (Colombia, 1925-1997)



Fuente: elaboración propia.

Según Kümmel et al. (1985) y Ayres y Warr (2005, 2009) las soluciones más simples (triviales) para la condición de rendimientos constantes establecidas en la ecuación (2) son valores numéricos de la forma  $\alpha = \alpha_0$ ,  $\beta = \beta_0$  y  $\gamma_0 = 1 - \alpha_0 - \beta_0$ . Para el caso de una economía de dos factores, se obtiene la función Cobb-Douglas original, donde  $\gamma_0 = 0$ . En el caso colombiano se toman como referencia los resultados presentados por el GRECO del Banco de la República, en los que se puede observar que la participación promedio durante el periodo 1926-1994 fue de 0,38225 y 0,61775 para  $\alpha_0$  y  $\beta_0$ , respectivamente (véase GRECO, 2004, p. 56).

**Figura 2.** Índice 1925:1 del PIB real y los factores de producción sin incluir el crecimiento del consumo de energía eléctrica (Colombia, 1925-1997)



Fuente: elaboración propia.

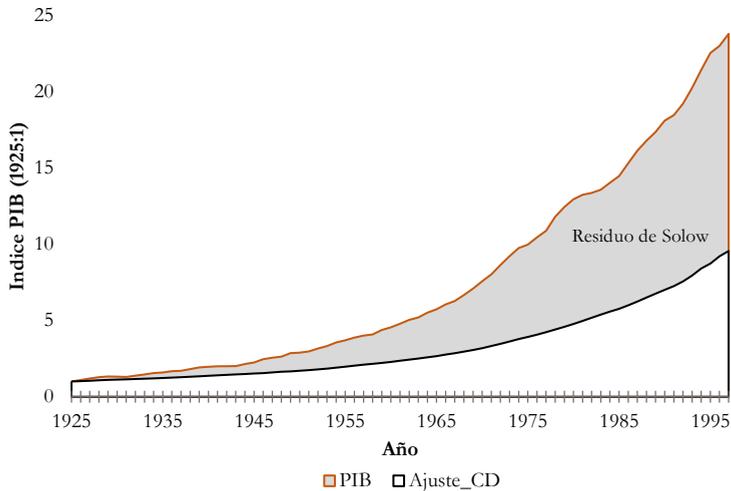
La Figura 3 presenta claramente que la función Cobb-Douglas —sin considerar la exergía como tercera variable independiente, pero manteniendo la condición de rendimientos constantes y con elasticidades proporcionales a la participación en los pagos a los recursos de entrada en las cuentas nacionales— no explica el crecimiento histórico de Colombia en el largo plazo, pues se puede observar que los residuales del modelo ajustado crecen de forma exponencial.

Volviendo al modelo estándar de Solow, y los supuestos que le acompañan, el factor  $A_t$  se ajustó de forma independiente al residuo no explicado que una vez fue llamado “progreso tecnológico” o, más recientemente, la productividad total de los factores (PTF). En el presente trabajo se determinó que el “mejor ajuste” para la función de progreso técnico en Colombia durante todo el período 1925-1997 (que se muestra en la Figura 4) está dado por la siguiente expresión:

$$A_t = \exp [0,038143 (t - 1925)] - 1,$$

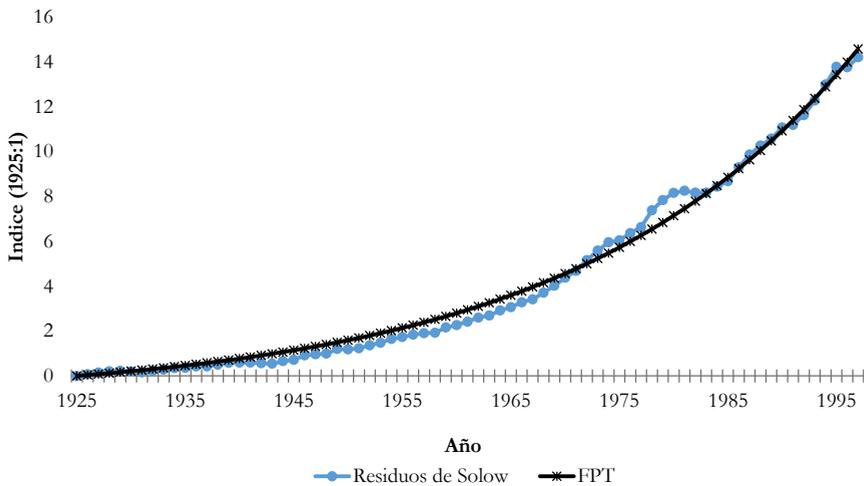
donde  $t$  es el año.

**Figura 3.** PIB vs ajuste modelo Cobb-Douglas con elasticidades fijas  $L(0,61775)$ ,  $K(0,38225)$  y  $E(0)$



Fuente: elaboración propia.

**Figura 4.** Residuos de Solow y la minimización de la brecha asociada al progreso tecnológico



Fuente: elaboración propia.

### ***B. Exergía en la función de producción LINEX***

Según Kümmel (1980, 1982) y Kümmel et al. (1985), las expresiones matemáticas para las elasticidades de producción  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , basándose en condiciones de límite asintóticas, deben satisfacer la condición de Euler y ser funciones homogéneas de orden cero de las variables independientes. Siguiendo la notación propuesta en Kümmel et al. (2002) todos los factores de producción considerados están en unidades normalizadas a un año base. Considerando 1925 como periodo de referencia, se tiene que  $y_t = Y_t/Y_{1925}$ ,  $e_t = E_t/E_{1925}$ ,  $l_t = L_t/L_{1925}$  y  $k_t = K_t/K_{1925}$ .

La primera de las soluciones, propuestas por las referencias mencionadas previamente, se establece como una forma de la ley de rendimientos decrecientes de capital. Se trata de una condición límite asintótica que trae la noción de que incluso en un estado futuro hipotético de uso intensivo de capital, en la que todos los productos son producidos por máquinas, se mantendrá alguna necesidad irreductible de trabajo  $L$  y exergía  $E$ , la cual expresan de la siguiente manera:

$$\alpha_t = a_t \left( \frac{l_t + e_t}{k_t} \right). \quad (3)$$

La segunda ecuación refleja la continua sustitución de trabajo por capital y exergía a medida que la intensidad de capital aumenta (automatización):

$$\beta_t = a_t \left( c_t \frac{l_t}{e_t} - \frac{l_t}{k_t} \right). \quad (4)$$

El supuesto de rendimientos constantes a escala implica que, en cada momento en el tiempo,

$$\gamma_t = 1 - \alpha_t - \beta_t, \quad (5)$$

que es la condición de retornos constantes. La integración parcial de la ecuación de crecimiento produce la función llamada LINEX (lineal-exponencial):

$$y_t = y_0 e_t \exp \left[ a_t \left( 2 - \left( \frac{l_t + e_t}{k_t} \right) \right) + a_t c_t \left( \frac{l_t}{e_t} - 1 \right) \right], \quad (6)$$

donde  $y_0$  es una constante de integración que mide la valoración monetaria promedio de la canasta original de bienes y servicios que componen la unidad de salida. Las funciones del tiempo  $a_t$  y  $c_t$  han sido caracterizadas por Kümmel (1980, 1982) y Kümmel et al. (1985) como “la eficiencia del capital” y “la demanda de energía”, respectivamente. Lo que resulta interesante son las productividades dependientes del tiempo que muestran un aumento significativo en la productividad exergética y la disminución de la productividad del trabajo en el tiempo en Colombia<sup>12</sup>.

Al comparar las funciones de producción para el PIB, la función Cobb-Douglas de la ecuación (1) y la función de LINEX en la (6), se puede obtener una expresión para el multiplicador  $A_t$  en la ecuación (1), en términos de  $K$ ,  $L$  y  $E$ :

$$A_t = k_t^{-\alpha_0} l_t^{-\beta_0} e_t^{\alpha_0+\beta_0} \exp \left[ a_t \left( 2 - \left( \frac{l_t + e_t}{k_t} \right) \right) + a_t c_t \left( \frac{l_t}{e_t} - 1 \right) \right], \quad (7)$$

siendo  $\alpha_0$  y  $\beta_0$  la participación promedio del capital y el trabajo durante el periodo 1926-1994, respectivamente (véase GRECO, 2004, p. 56). En la ecuación (7) se puede observar que  $A(t)$  es una expresión que depende fuertemente de  $E$  y débilmente (e inversamente) de  $K$  y  $L$ . Por lo tanto, si el modelo en (6) se ajusta razonablemente a los datos del PIB de Colombia,  $A_t$  puede ser considerado como una función de la eficiencia de los recursos de conversión empleados en el proceso productivo.

### III. Resultados

Los datos utilizados en este estudio corresponden a observaciones anuales del PIB corregido por la inflación ( $Y$ )<sup>13</sup>, el capital real agregado disponible ( $K$ )<sup>14</sup>, la población económicamente activa ( $L$ ) expresada a través

<sup>12</sup> Se empleó el método de optimización no lineal de Levenberg-Marquardt, bajo el supuesto de elasticidades de producción no negativas, para ajustar la función de producción basada en el modelo LINEX.

<sup>13</sup> El PIB fue medido y agregado en miles de millones de pesos colombianos.

<sup>14</sup> Al igual que el PIB, el capital real fue medido y agregado en miles de millones de pesos colombianos

del número de personas empleadas al año y el consumo final de energía eléctrica (E) expresada en base exergética; agregada y medida en terajoules por año (TJ/año). Los datos del PIB, el capital real agregado disponible (K) y la población económicamente activa (L) se obtuvieron de los resultados reportados por el grupo de investigación del Banco de la República (GRECO, 2004), mientras que los datos del consumo final de energía eléctrica (E) en base exergética fueron producidos por una parte del equipo de investigación entre 2012 y 2013. La periodicidad de las series temporales es anual y se consideraron los registros de 1925 a 1997.

### ***A. Modelo de crecimiento estándar: Cobb-Douglas***

En esta subsección se considera el procedimiento presentado en Ayres y Warr (2005, 2009), el cual consiste en ajustar el modelo Cobb-Douglas para las series de tiempo consideradas en este estudio, la productividad total de los factores y la restricción de que la suma de las elasticidades es igual a uno. El modelo de regresión por ajustar se obtiene al aplicar logaritmo en ambos lados de la igualdad en la ecuación (1):

$$\log(Y_t) = \log(A_t) + \alpha \log(K_t) + \beta \log(L_t) + \gamma \log(E_t) + \varepsilon.$$

Finalmente, bajo la condición de rendimientos constantes ( $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ ), se obtiene lo siguiente:

$$\log(Y_t) = \log(A_t) + \alpha \log(K_t) + \beta \log(L_t) + (1 - \alpha - \beta) \log(E_t) + \varepsilon. \quad (8)$$

En la ecuación anterior,  $A_t$  es la medida de innovación denominada “progreso tecnológico” y que se presenta en la Ecuación (1), y  $\varepsilon$  denota el término de error en el ajuste del modelo Cobb-Douglas. Despejando  $\log(E_t)$  y agrupando términos semejantes en (8) se obtiene el siguiente modelo de regresión:

$$\log(Y_t) - \log(E_t) = \log(A_t) + \alpha (\log(K_t) - \log(E_t)) + \beta (\log(L_t) - \log(E_t)) + \varepsilon. \quad (9)$$

Por lo tanto, para garantizar la condición de rendimientos constantes se debe ajustar el modelo de regresión lineal múltiple (MRLM), empleando como

método de optimización la minimización de la suma de cuadrados del error (SSE) (véase Ayres & Warr, 2005). En este modelo, la variable respuesta será  $\log(Y_t) - \log(E_t)$ , denotada  $\log YE$ , y sus covariables serán  $\log(K_t) - \log(E_t)$ , denotada  $\log KE$ , y  $\log(L_t) - \log(E_t)$ , denotada  $\log LE$ . Los resultados obtenidos para el caso colombiano se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Pruebas individuales de los coeficientes del modelo de regresión ajustado

	Estimador	Error estándar	Estadístico de prueba	Valor p
<b>Intercepto</b>	9,7823	2,7245	3,591	0,000613 ***
$\log(A_t)$	-0,0053	0,0013	-4,057	0,000129 ***
$\log KE$	0,6317	0,0626	10,085	3,29e-15 ***
$\log LE$	0,2171	0,0652	3,331	0,001393 **

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se puede observar que todas las elasticidades obtenidas por el modelo Cobb-Douglas y sus covariables son estadísticamente significativas, es decir, aportan a la explicación de la variable respuesta (LogPIB). En la Tabla 2 se presentan las elasticidades estimadas y sus respectivos intervalos de confianza del 95 %:

**Tabla 2.** Estimación puntual y por intervalos de las elasticidades – modelo Cobb-Douglas

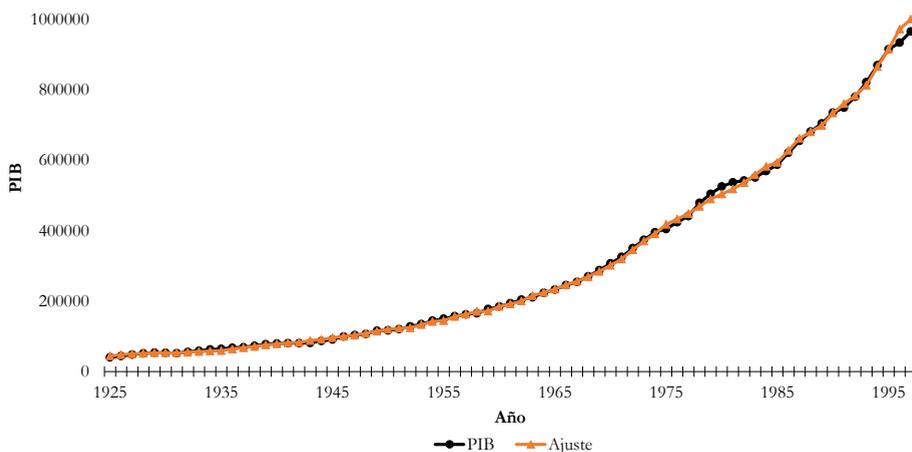
Parámetro	Valor estimado	Límite inferior	Límite superior
$\alpha$	0,2214	0,0673	0,3755
$\beta$	0,4858	0,3393	0,6323
$\gamma = 1 - \alpha - \beta$	0,2927	0,0000	0,5933

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5 se presenta una comparación entre el PIB real colombiano (COP, miles de millones) y los valores estimados de esta serie empleando el modelo Cobb-Douglas en la ecuación (9). Se puede apreciar que las estimaciones realizadas por el modelo toman valores muy cercanos al PIB real colombiano hasta mediados de los años 70. A partir de este periodo

el ajuste del modelo Cobb-Douglas se empobrece considerablemente. Los resultados obtenidos en esta subsección parecen indicar que, bajo el modelo tradicional, el consumo de energía eléctrica (E) en Colombia contribuye de manera significativa en el crecimiento económico del país; esto contradice los resultados tradicionales de una economía basada en dos factores.

**Figura 5.** *Ajuste del modelo Cobb-Douglas al PIB real de Colombia (1925-1997)*



Fuente: elaboración propia.

### **B. Modelo de crecimiento alternativo: LINEX**

Siguiendo el modelo LINEX presentado en Kümmel et al. (2002), tenemos que

$$y_t = y_0 e_t \exp \left\{ a_t \left( 2 - \frac{l_t + e_t}{k_t} \right) + a_t c_t \left( \frac{l_t}{e_t} - 1 \right) \right\}, \quad (10)$$

en donde  $y_t = Y_t/Y_{1925}$ ,  $e_t = E_t/E_{1925}$ ,  $l_t = L_t/L_{1925}$ ,  $k_t = K_t/K_{1925}$  son las variables macroeconómicas indexadas respecto al año base (1925). Los coeficientes  $a_t$  y  $c_t$  están dados por:

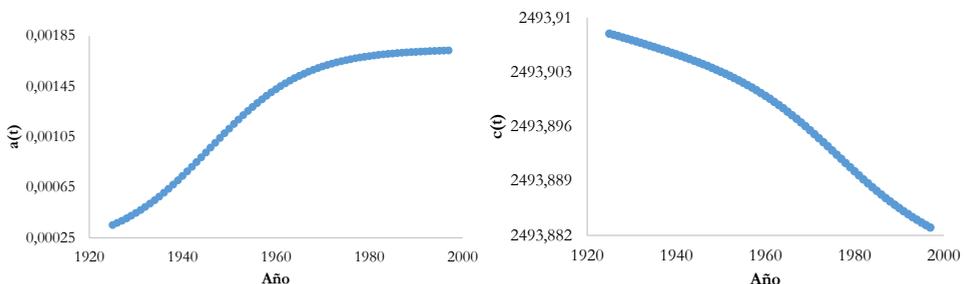
$$a_t = \frac{a_1 - a_2}{1 + \exp \{-a_3(t - a_4)\}} + a_2; \quad a_1 > a_2 \quad (11)$$

$$c_t = \frac{c_1 - c_2}{1 + \exp \{-c_3(t - c_4)\}} + c_2; \quad c_1 < c_2. \quad (12)$$

En las ecuaciones (11) y (12),  $a_1, \dots, a_4, c_1, \dots, c_4$  son parámetros positivos que se estiman minimizando la distancia cuadrática  $\sum_{t=1}^T [\tilde{y}_t - y_t]^2$ , es decir, la diferencia cuadrática entre el valor estimado del PIB, empleando el modelo LINEX ( $\tilde{y}_t$ ), y su valor real ( $y_t$ ). En el proceso de estimación se empleó el método de optimización no lineal de Levenberg-Marquardt, bajo el supuesto de elasticidades de producción no negativas, para ajustar la función de producción basada en el modelo LINEX.

En la Figura 6 se presenta el valor anual de los polinomios  $a_t$  y  $c_t$  enunciados en las ecuaciones (11) y (12) y calculados para el caso colombiano durante el periodo de tiempo considerado 1925-1997.

**Figura 6.** Polinomios  $a(t)$  y  $c(t)$  del modelo LINEX para Colombia (1925-1997)

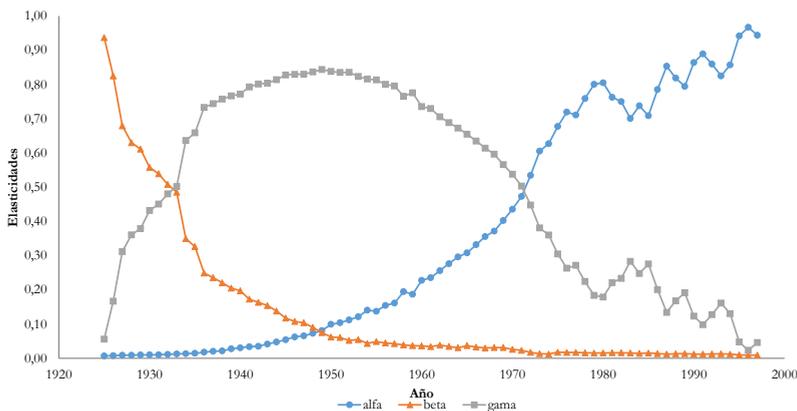


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 7 se presenta el valor anual de las productividades marginales de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  (elasticidades de producción) para el caso colombiano durante el periodo comprendido entre 1925 y 1997. En este gráfico se puede observar un quiebre estructural en las pendientes de las curvas  $\beta$  y  $\gamma$  algunos años antes de 1935; este quiebre puede estar asociado a la marcada transición en el modelo

económico de desarrollo del país<sup>15</sup> y el rápido ritmo de crecimiento industrial, que se convirtió en un hito inigualable en el resto de América Latina y en la historia posterior del país (véase Aspe, Dornbusch & Obstfeld, 1983, p. 5-40). Una descripción detallada del panorama económico y político de Colombia durante los años 30 se puede encontrar en Ocampo y Montenegro (1982).

**Figura 7.** Elasticidades estimadas por el modelo LINEX para Colombia (1925-1997)



Fuente: elaboración propia.

Las elasticidades promedio obtenidas por el modelo LINEX para Colombia durante el periodo 1925-1997 fueron:

1.  $\bar{\alpha} = 0,3619$  : promedio asociado al capital real agregado disponible.
2.  $\bar{\beta} = 0,1359$  : promedio asociado a la población económicamente activa.
3.  $\bar{\gamma} = 0,5022$  : promedio asociado al consumo de energía eléctrica.

Desde la perspectiva macroeconómica y del equilibrio general, los resultados obtenidos se pueden interpretar en el sentido que el factor de pago asociado a la energía eléctrica (E) en Colombia y registrado en las

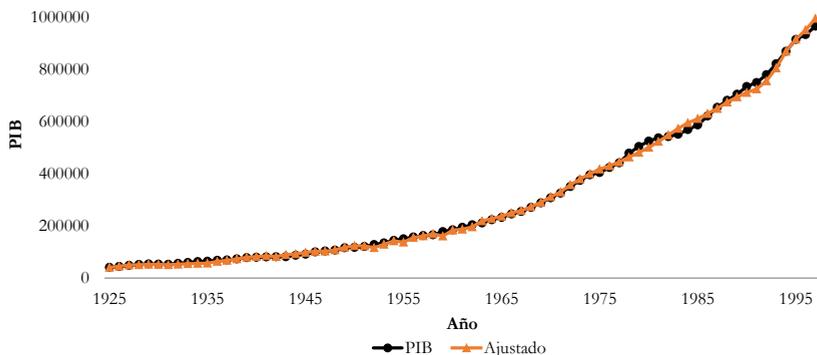
<sup>15</sup> Durante este periodo se desarrollaron muchos de los instrumentos básicos de intervención del Estado en la economía como, por ejemplo, el control de cambios, el régimen fiduciario organizado en torno al Banco de la República, el impuesto moderno de renta y patrimonio, entre otros.

cuentas nacionales ha sido mayor que el del capital (K) y la población económicamente activa (L), durante el periodo de tiempo considerado. Sin embargo, los economistas ortodoxos podrían decir que en Colombia los pagos a los factores de producción capital (K), trabajo (L) y energía (E) se desvían dramáticamente de los de los países de la OCDE, o que las elasticidades de producción de este manuscrito deben ser tan erróneas como las obtenidas por Kümmel, Ayres y todos los autores que han contribuido al desarrollo del modelo empleado en este trabajo.

Sin embargo, creemos que nuestros resultados confirman los hallazgos de los autores previamente mencionados, a saber, que la elasticidad de la variable energía es mucho mayor y que la de la mano de obra es mucho menor que los costos compartidos respectivos de estos factores. En consecuencia, los resultados obtenidos permiten validar el modelo empleado en el caso de Colombia y concluir que la condición de rendimientos constantes de la función de producción neoclásica no se aplica a ninguna de las economías que se han estudiado hasta ahora con esta innovadora metodología.

Finalmente, en la Figura 8 se presentan los valores ajustados por el modelo LINEX en comparación con los datos reales del PIB. Se puede apreciar que las estimaciones realizadas por el modelo toman valores muy cercanos al PIB real colombiano hasta inicios de los años 90. A partir de este año el ajuste del modelo LINEX se empobrece considerablemente.

**Figura 8.** *Ajuste del modelo LINEX a la serie del PIB de Colombia (1925-1997)*



*Fuente:* elaboración propia.

## Conclusiones

Si bien las investigaciones para formalizar una conexión entre la economía y la energía llevan varias décadas, ahora tenemos la posibilidad de relacionar la teoría del crecimiento económico con la variable energética con importantes resultados, independientemente del método empleado. En general, los análisis existentes revelan un creciente interés por establecer relaciones, formular metodologías y realizar rigurosos ejercicios para comprender, cuantificar y analizar las implicaciones de la producción y uso de la energía en las economías modernas. Desde la perspectiva heterodoxa con la inclusión de la energía como un tercer factor en la función de producción estándar se están logrado importantes resultados como revela el análisis realizado para el caso de Colombia una vez aplicado el modelo LINEX al análisis del crecimiento en el periodo de estudio.

En efecto, de una parte los resultados encontrados para Colombia permiten verificar que aunque en el modelo Cobb–Douglas ajustado todas las elasticidades obtenidas y sus variables regresoras asociadas son estadísticamente significativas; es decir, aportan en la explicación de la variable respuesta (LogPIB), al realizar la verificación de los supuestos del modelo se determinó que ninguno se cumple, lo cual implica que los resultados obtenidos por el mismo están considerablemente sesgados y no reproducen la verdadera relación entre el PIB con el capital, la población económicamente activa y el consumo de energía eléctrica.

En el caso del modelo alternativo LINEX (véase Figura 7), se encuentra que los resultados con los factores de producción considerados tienen un comportamiento concordante con lo presupuestado en dicho modelo, demostrando al menos tres hechos fundamentales: primero, que la participación de la energía eléctrica fue la fuente más importante de creación del PIB nacional en el periodo analizado. Segundo, que el aporte del capital fue ganando importancia hasta convertirse en el principal factor de creación del PIB, especialmente desde mediados de los años 70 del siglo XX. Y tercero, que la participación de la fuerza laboral en la composición del PIB disminuyó, especialmente desde los años 40, hasta aparecer marginalmente al final del periodo analizado. Estos resultados son interesantemente similares a

los obtenidos por Lindenberger et al. (2017) para la economía estadounidense y alemana durante un periodo de tiempo muy similar al estudiado para el país.

En consecuencia, es claro que existe una metodología alternativa que permite explicar el crecimiento económico en el país, con arreglo a un modelo que, si bien no es conocido en nuestro medio, sí resulta potencialmente poderoso para explicar el proceso de creación de riqueza material desde una perspectiva de investigaciones de frontera. Estas investigaciones combinan el conocimiento de diferentes disciplinas y, además, permiten dinamizar el análisis del crecimiento económico en la medida que posibilitan ver la evolución en el tiempo y la participación de las elasticidades asociadas con las variables estándar ( $K$ ) y ( $L$ ) y la variable nueva ( $E$ ), es decir, para nuestro análisis la energía (exergía) eléctrica.

Con todo, parece necesario profundizar en porqué la participación de la energía eléctrica ( $E$ ) en la creación de riqueza fue más importante desde inicios del periodo y hasta los años setenta del siglo XX y en por qué disminuye desde entonces hasta el fin del periodo analizado. En principio, este resultado sugiere que si bien durante el primer subperiodo la energía eléctrica ( $E$ ) resultaba determinante de la creación de riqueza (Kalmanovitz, 2010, p. 132), con la rápida urbanización del país, impulsada desde mitad del siglo XX, y el menor peso específico del aparato industrial en la creación y composición del PIB, dicha participación en la creación de riqueza empezó a decrecer también como consecuencia de la mejora en la eficiencia de los aparatos empleados por las industrias y los consumidores en general, la cual ha ido aumentando, justamente desde los años 80 del pasado siglo XX.

También resulta interesante observar cómo desde los años setenta el capital ( $K$ ), empezó a repuntar como el principal factor de producción en la economía colombiana, lo cual refuerza la tesis de la urbanización del país y de la modernización al menos de algunos sectores productivos representativos.

Aunque no son concluyentes, dichos resultados representan un efecto combinado sobre la economía colombiana y derivado del impacto negativo de la llamada crisis energética; los esfuerzos para modernizar la base industrial y productiva del país, factores que explican, al menos parcialmente, el cambio de tendencia en la participación del capital y la energía.

Sin embargo, esta situación resulta paradójica en el sentido de que durante estos años el país realizó grandes inversiones en infraestructura eléctrica, en un proceso que permitió la construcción de un importante número de proyectos de generación de energía eléctrica e inversiones intensivas en capital. Dichas inversiones fueron realizadas en un contexto donde al tiempo que la industria se estaba debilitando, la urbanización del país se estaba consolidando.

Con todo, será necesario profundizar y ahondar en este análisis del papel de la energía en el proceso productivo, para lo cual será necesario ampliar tanto la base de información relativa a la contribución energética y exergética, así como en las demás variables las cuales deben ser obtenidas y validadas estadísticamente en diferentes intervalos de tiempo.

Finalmente, cabe decir que si bien el trabajo de Kümmel y los autores relacionados con esta metodología han llevado el debate relativo a los determinantes del crecimiento económico a un punto muy interesante en relación con el paradigma dominante, sus proyecciones apuntan a analizar el resultado de esta realidad en función de fenómenos tan complejos como el cambio climático y la sostenibilidad del desarrollo económico y social, en la medida que estos procesos dependen hasta ahora de los recursos que más contaminan la atmosfera. Será necesario entonces lograr mayores niveles de eficiencia, tanto en la producción como en el consumo de energía, si se quiere lograr mantener los actuales estándares de vida sin afectar de manera irreversible el medio natural en el que vivirán las generaciones futuras.

### **Agradecimientos**

Este artículo es un resultado del proyecto: “Energía y crecimiento económico en Colombia: un análisis integral e interdisciplinario”, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, MinCiencias, Ref.: 111852129363.

## Referencias

- Akarka, A. & Long, T.-V. (1980). On the relationship between energy and GNP: A reexamination, *Journal of Energy and Development*, 5(2), 326-331.
- Alam, S. (2009). Bringing energy back into the economy: examining economic growth with energy, *Review of Radical Political Economics*, 41(2), 170-185.
- Allen, E. L. (1979). *Energy and Economic Growth in the United States*, Massachusetts: The MIT Press
- Altinay, G. & Karagol, E. (2004). Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey, *Energy Economics*, 26(6), 985-994.
- Apergis, N. & Payne, J. (2010a). Coal consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries, *Energy Policy*, 38(3), 1353-1359.
- Apergis, N. & Payne, J. (2010b). Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model, *Energy Economics*, 32(6), 1421-1426.
- Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries, *Energy Economics*, 22(6), 615-625.
- Aspe, P., Dornbusch, R. & Obstfeld, M. (1983). *Financial Policies and the World Capital Market: The Problem of Latin American Countries*, Chicago: University of Chicago Press.
- Ayres, R. (1978). Application of Physical Principles to Economics, *Resources, Environment and Economics: Applications of the Materials/Energy Balance Principle*. New York: Jhon Wiley y Sons.
- Ayres, R. (1994). *Information, Entropy, and Progress: A New Evolutionary Paradigm*. New York: AIP Press.

- Ayres, R. (1998). Technological progress: a proposed measure, *Technological Forecasting and Social Change*, 59(3), 213-233.
- Ayres, R. (2001). The minimum complexity of endogenous growth: the role of physical resource flows, *Energy - The International Journal*, 26(9), 817-838.
- Ayres, R. & Ayres, E. (2010). *Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future*, New Jersey: Prentice Hall
- Ayres, R. & Warr, B. (2003). Exergy, power and work in the US economy 1900-1998, *Energy - The International Journal*, 28(3), 219-273.
- Ayres, R. & Warr, B. (2005). Accounting for growth: the role of physical work, *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(2), 181-209
- Ayres, R. & Warr, B. (2009). *The Economic Growth Engine: How energy and work drive material prosperity*, Northampton-Massachusetts: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Ayres, R. & Voudouris, V. (2014), The economic growth enigma: Capital, labor, and useful energy?, *Energy Policy*, 64(1), 16-28.
- Barreto, C. A. & Campo R., J. (2012). Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel. *Ecos de Economía*, 16(35), 73-89.
- Beaudreau, B. (1995). The impact of electric power in productivity: A study of US manufacturing 1950-1984, *Energy Economics*, 17(3), 231-236.
- Beaudreau, B. (1998). *Energy and Organization: Growth and Distribution Reexamined*, Santa Barbara: Greenwood Press.
- Beaudreau, B. (2005). Engineering and economic growth, *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(2), 211-220.
- Belke, A., Dobnik, F. & Dreger, C. (2011). Energy consumption and economic growth: new insights into the cointegration relationship, *Energy Economics*, 33(5), 782-789.

- Belloumi, M. (2009). Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis, *Energy Policy*, 37(7), 2745-2753.
- Berndt, E. R. & Wood, D.O. (1975). Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy. *The Review of Economics and Statistics*, 17(3), 259-268.
- Bildirici, M. & Kayikci, F. (2012). Economic growth and electricity consumption in former Soviet Republics, *Energy Economics*, 34(3), 747-753.
- Brock, W. & Taylor, S. (2010). The green Solow model. *Journal of Economic Growth*, 15(2), 127-153.
- Campo R., J. & Sarmiento, V. (2011). Un modelo de corrección de errores para la relación entre el consumo de energía y el PIB en Colombia (1970-2009). *Revista Finanzas y Política Económica*, 3(1), 59-70.
- Cheng, B. (1997). Energy consumption and Economic Growth in Brazil, Mexico and Venezuela: A Time Series Analysis, *Applied Economics Letters*, 4(11), 671-674.
- Chiou-Wei, S-Z., Chen, C.-F. & Zhu, Z. (2008). Economic growth and energy consumption revisited - Evidence from linear and nonlinear Granger causality, *Energy Economics*, 30(6), 3063-3076.
- Chontanawat, J., Hunt, L. & Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth? Evidence from a systematic study over 100 countries, *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 209-220.
- Cobb, G. W., and Douglas, P.N. (1928). A theory of production. *American Economic Review*, 18(1), 139-165.
- Cottrell, F. (1955). *Energy and Society*. New York: McGraw Book Company.
- Ebohon, O.-J. (1996). Energy, Economic Growth and Causality in Developing Countries: A Case Study of Tanzania and Nigeria, *Energy Policy*, 24(5), 447-453.

- Esso, L. & Keho, Y. (2016). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: Cointegration and causality evidence from selected African countries, *Energy*, 114(2), 492-497
- Farhani, S. & Ben-Rejeb, J. (2012). Link between Economic Growth and Energy Consumption in Over 90 Countries, *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(11), 282-297.
- Fouquet, R., and Pearson, J.G. (1998). A Thousand Years of Energy Use in the United Kingdom. *The Energy Journal*, 19(4), 1-41.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and Economic Myths, *Southern Economic Journal*, 41(3), 347-381.
- Georgescu-Roegen, N. (1977). The Steady State and Ecological Salvation: A Thermodynamic Analysis, *BioScience*, 27(4), 266-270.
- GRECO (Grupo de Estudios del Crecimiento Económico), GRECO (2004), *El Crecimiento Económico Colombiano en el siglo XX*, Bogotá: Banco de la República.
- Gurgul, H. & Lach, L. (2012). The electricity consumption versus economic growth of the Polish economy, *Energy Economics*, 34(2), 500-510.
- Hall, C. & Klitgaard, K. (2012). *Energy and the Wealth of Nations: Understanding the Biophysical Economy*, New York: Springer
- Hall, C., Lindenberger, D., Kümmel, R., Kroeger, T. & Eichhorn, W. (2001). The Need to Reintegrate the Natural Sciences with Economics, *BioScience*, 51(8), 663-673
- Hannon, B. & Joyce, J. (1981). Energy and Technical Progress. *Energy*, 6(2), 187-195.
- Henderson, F. (1933). *The Economic Consequences of Power Production*. London: George Allen & Unwin Ltd.

- Humphrey, W. S., and Stanislav, J. (1979). Economic growth and energy consumption in the UK, 1700-1975. *Energy Journal*, 7(1), 29-42.
- Hwang, D. & Gum, B. (1991). The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan, *The Journal of Energy and Development*, 16(2), 219-226.
- Jensen, W. G. (1970). *Energy and the Economy of Nations*, Atlanta: G.T. Foulis and Co, Henley-on-Thames.
- Jorgenson, D. W. (1978). The Role of Energy in the U. S. Economy, *National Tax Journal*, 31(3), 209-220.
- Jorgenson, D. W. (1981). Energy Prices and Productivity Growth, *The Scandinavian Journal of Economics*, 83(2), 165-179.
- Jorgenson, D. (1984). The role of energy in productivity growth, *The Energy Journal*, 5(3), pp. 11-26
- Kalmanovitz, S. (2010). *Nueva historia económica de Colombia*, Bogotá D.C.: Taurus - UJTL.
- Kraft, J. & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403.
- Kümmel, R. (1980). *Growth Dynamics of the Energy Dependent Economy*, Cambridge: Oelgeschlager, Gun & Hain.
- Kümmel, R. (1982). The impact of energy on industrial growth. *Energy*, 7(2), 189-203.
- Kümmel, R. (1989). Energy as factor of production and entropy as a pollution indicator in macroeconomic modeling, *Ecological Economics*, 1(2), 161-180.
- Kümmel, R., Strassl, W., Gossner, A. & Eichhorn, W. (1985). Technical progress and energy dependent production functions, *Zeitschrift für Nationalökonomie Journal of Economics*, 45(3), 285-311.

- Kümmel, R., Lindenberger, D. & Eichhorn, W. (2000). The productive power of energy and economic evolution, *Indian Journal of Applied Economics*, 8(2), 231-262.
- Kümmel, R., Henn, J. & Lindenberger, D. (2002). Capital, labor, energy, and creativity: modeling innovation diffusion, *Structural Change and Economic Dynamics*, 13(4), 415-433
- Kümmel, R., Ayres, R. & Lindeberger, D. (2010). Thermodynamics laws, economic methods and the productive power of energy, *Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics*, 35(2), 145-179.
- Kümmel, R. (2011). *The Second Law of Economics: Energy, Entropy, and The Origins of Wealth*, New York: Springer.
- Kümmel, R. y Lindenberger, D. (2014), How energy conversion drives economic growth far from the equilibrium of neoclassical economics, *New Journal of Physics*, 16(12), 1-21.
- Kümmel, R., Lindenberger, D. & Weiser, F. (2015). The economic power of energy and the need to integrate it with energy policy, *Energy Policy*, 86, 833-843.
- Lee, C.-C. (2006). The casualty relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited, *Energy Policy*, 34(9), 1086-1093.
- Lee, C.-C. & Chang, C.-P. (2007). Energy consumption and GDP revisited: a panel analysis of developed and developing countries, *Energy Economics*, 29(6), 1206-1223.
- Lindenberger, D. & Kümmel, R. (2011). Energy and the state of nations, *Energy*, 36(10), 6010-6018.
- Lindenberger, D., Weiser, F., Winkler, T. y Kümmel, R. (2017). Economic Growth in the USA and Germany 1960–2013: The Underestimated Role of Energy, *Biophysical Economics and Resource Quality*, 2(3), 1-23.
- Lotka, A. J. (1922). Contribution to the energetics of evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 8, 147-151.

Manrique-Díaz y Lemus-Polanía: Procedimiento de optimización no lineal...

- Nachane, D., Nadkarni, R. & Karnik, A. (1988). Co-integration and causality testing of the energy-GDP relationship: a cross-country study, *Applied Economics*, 20(11), 1511-1531.
- Nahman, A. & Antrobus, G. (2005). The environmental Kuznets curve: a literature review. *South African Journal of Economics*, 73(1), 105-120.
- Narayan, P.-K. & Popp, S. (2012). The energy consumption-real GDP nexus revisited: empirical evidence from 93 countries, *Economic Modelling*, 29(2), 303-308.
- Nordhaus, W. D. (2008). *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, New Haven, Connecticut: Yale University Press.
- Ocampo, J. A. & Montenegro, S. (1982). La crisis mundial de los años treinta en Colombia, *Desarrollo y Sociedad*, 7(1), 37-95.
- Oh, W. y Lee, K. (2004). Casual relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea 1970-1999, *Energy Economics*, 26(1), 51-59.
- Ostwald, W. (1907). The Modern Theory of Energetics. *The Monist*, 17(4), 481-515.
- Ozturk, I., Aslan, A. & Kalyoncu, H. (2010). Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries, *Energy Policy*, 38(8), 4422-4428.
- Pokrovski, V. (2003). Energy in the theory of production, *Energy*, 28(8), 769-788.
- Pokrovski, V. (2007). Productive energy in the US economy, *Energy*, 32(5), 816-822.
- Ricci, F. (2007). Channels of transmission of environmental policy to economic growth: a survey of the theory. *Ecological Economics*, 60(4), 688-699.
- Rifkin, J. (2011). *La Tercera Revolución Industrial*, Barcelona: Paidós.

- Schurr, S. H. & Netschert, B. C. (1960). *Energy in the American Economy, 1850-1975 (Series)*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- Schurr, S., Burwell, C., Devine, W. & Sonenblum, S. (1990). *Electricity in the American Economy: Agent of technological progress*, Santa Barbara: Greenwood Praeger
- Sharma, S.-S. (2010). The relationship between energy and economic growth: Empirical evidence from 66 countries, *Applied Energy*, 87(11), 3565-3574.
- Shengfeng, X., Sheng, X.-M., Tianxing, Z. & Xuelli, Z. (2012). The relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in China, *Physics Procedia*, 24(Part A), 56-62.
- Shiu, A. & Lam, P.-L. (2004). Electricity consumption and economic growth in China, *Energy Policy*, 32(1), 47-54.
- Shuyun, Y. & Donghu, Y. (2011). The causality between energy consumption and economic growth in China: using panel method in a Multivariate Framework, *Energy Procedia*, 5, 808-812.
- Smil, V. (2005). *Energy and the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, Cambridge: MIT Press.
- Soddy, F. (1912). *Matter and Energy*. London: Oxford University Press.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function, *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Solow, R. M. (1994). Perspectives on Growth Theory, *The Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 45-54.
- Soytas, U. & Sari, R. (2003). Energy consumption and GDP: Causality relationship in G-7 countries and emerging markets, *Energy Economics*, 25(1), 33-37.

- Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: bounds and causality analyses of OPEC members, *Energy Economics*, 29(6), 1192-1205.
- Stern, D. I. (1993). Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach, *Energy Economics*, 15(2), 137-150.
- Stern, D. I. (2004). Economic Growth and Energy. *Encyclopedia of Energy*, 2, 35-51.
- Tyron, F. G. (1927). An Index of Consumption of Fuels and Water Power, *Journal of The American Statistical Association*, 22(159), 271-282.
- Yalta, T. & Cakar, H. (2012). Energy consumption and economic growth in China: A reconciliation, *Energy Policy*, 41, 666-675.
- White, L. A. (1943). Energy and the evolution of culture. *American Anthropologist*, 45(3, Part 1), 335-356.
- Wolde-Rufael, Y. (2009). Energy consumption and economic growth: The experience of African countries revisited, *Energy Economics*, 31(2), 217-224.
- Yildirim, E. & Aslan, A. (2012). Energy consumption and economic growth nexus for 17 highly developed OECD countries: Further evidence based on bootstrap-corrected causality tests, *Energy Policy*, 51, 985-993.
- Yoo, S.-H. (2006). The casual relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries, *Energy Policy*, 34(18), 3573-3582.
- Yu, E. & Choi, J.-Y. (1985). The casual relationship between energy and GNP: An international comparison, *Journal of Energy and Development*, 10(2), 249-272.
- Yuan, J.-H., Kang, J.-G., Zhao, C.-H. & Hu, Z.-G. (2008). Energy consumption and economic growth: Evidence from China at both aggregated and disaggregated levels, *Energy Economics*, 30(6), 3077-3094.

Zhang, C. y Xu, J. (2012). Retesting the causality between energy consumption and GDP in China: Evidence from sectoral and regional analyses using dynamic panel data, *Energy Economics*, 34(6), 1782-1789.

# **Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado**

---

**Gustavo Adolfo Hernández-Díaz**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



Gustavo Adolfo Hernández-Díaz

### **Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado**

**Resumen:** *Existen muchos artículos técnicos acerca de la construcción, calibración y solución de los modelos de equilibrio general aplicados, pero pocos acerca de la metodología y conceptos usados para llegar a la construcción de estos. Este trabajo, concentra la discusión en el área conceptual de estos modelos, más que en su parte técnica. El objetivo de este trabajo es presentar los elementos conceptuales clave para tener en cuenta antes de la construcción de esta clase de modelos. Como se aprecia a lo largo del trabajo, estos modelos tienen una sólida base conceptual que permite la construcción de diferentes choques económicos o alternativas de política económica, que sirven para el análisis y la evaluación de políticas públicas. Finalmente, dada la microfundamentación de estos modelos, la forma en la cual se esparcen los choques a través de la economía puede analizarse; sin embargo, esto depende de los parámetros que son colocados en las formas funcionales del modelo.*

**Palabras clave:** *modelos multisectoriales; modelos de equilibrio general computable; matrices de contabilidad social.*

**Clasificación JEL:** *C68, D58, E16.*

### **Public Policy Evaluation and Applied General Equilibrium**

**Abstract:** *There are many technical papers about construction, calibration and solution of applied general equilibrium models, but few about methodology and concepts used to arrive at the construction of these. This paper aim is discussion in the conceptual area of these models, rather than in the technical part. In this way, here shows key conceptual elements to take in account before building this kind of models. As it can be seen throughout this paper, this kind of models have a solid conceptual base that allows the construction of different economic shocks or economic policy alternatives, which serve for the analysis and evaluation of public policies. Moreover, this way of building policy scenarios is not only applied in this type of model, but in other alternatives of public policy analysis. Lastly, given the micro-foundation of these models, the way in which shocks are spread throughout the economy can be analyzed, however, this depends on the parameters that are settled in the functional forms of the model.*

**Keywords:** *multisectoral models; CGE model; social accounting matrix.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338791>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## Évaluation des politiques publiques et équilibre général appliqué

**Résumé:** *Il existe de nombreux articles techniques sur la construction, l'étalonnage et la solution des modèles d'équilibre général appliqués, mais très peu parmi d'eux font référence à la méthodologie et les concepts utilisés dans leur construction. Ce travail concentre la discussion dans le domaine conceptuel de ces modèles plutôt que dans sa formulation technique. L'objectif de ce travail est de présenter les éléments conceptuels clés à prendre en compte avant la construction de cette classe de modèles. Nous verrons que ces modèles ont une base conceptuelle solide qui permet la construction de différents chocs économiques ou alternatives de politique économique, lesquelles servent à l'évaluation des politiques publiques. Enfin, compte tenu des fondements micro-économiques de ces modèles, nous analysons la manière dont les chocs sont répartis dans l'ensemble de l'économie, cependant, cela dépend des paramètres placés dans les formes fonctionnelles du modèle.*

**Mots clés:** *modèles multisectoriels; modèles d'équilibre général calculables; matrices de comptabilité sociale.*

### Cómo citar / How to cite this item:

Hernández-Díaz, G. A. (2020). Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado. *Lecturas de Economía*, 93, 101-126.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338791>

# Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado

Gustavo Adolfo Hernández-Díaz <sup>a</sup>

–Introducción. –I. Conceptos claves. –II. Definición de un MEGA. –Comentarios finales.  
–Referencias.

*Primera versión recibida el 12 de junio de 2019; versión final aceptada el 29 marzo de 2020*

## Introducción

Cuando los economistas están interesados en estudiar un fenómeno económico recurren a lo que llaman “modelos económicos”, los cuales tienen una relación consistente con la teoría económica y permiten la evaluación cuantitativa y cualitativa de diferentes escenarios de política o choques económicos. Un modelo ayuda a comprender un problema económico mediante una serie de supuestos sobre los agentes y sus relaciones con su entorno económico y entre ellos, para lo cual “simplifican la realidad” con el fin de poner de manifiesto los mecanismos del problema que se quiere estudiar. Esta “simplificación de la realidad” deja por fuera numerosos detalles, pero coloca de manera explícita las conductas que son importantes para el fenómeno económico que se quiere analizar, sin que los resultados encontrados dejen de explicar las cosas que suceden en el “mundo real”. Un economista construye un modelo económico como una herramienta que puede manipular, y de esta manera aprender más acerca de lo que hay detrás del fenómeno económico que se quiere estudiar.

Hay muchas clases de modelos económicos, aquí nos concentraremos en los modelos de equilibrio general aplicado (MEGA), y cómo estos pueden ser construidos teniendo en cuenta diferentes aspectos metodológicos y conceptuales. Ahora bien, esto no implica que muchos de los pasos metodológicos y/o conceptuales mencionados puedan ser usados para la construcción de otra clase de modelos. Los MEGA tratan la economía como

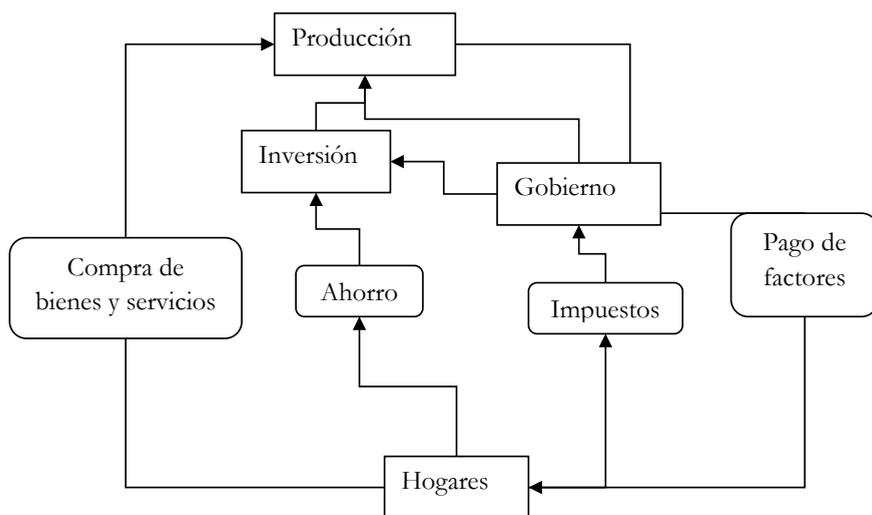
<sup>a</sup> *Gustavo Adolfo Hernández-Díaz*: profesor asistente, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Dirección electrónica: [gahernandezd@unal.edu.co](mailto:gahernandezd@unal.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-7726-8791>

un todo, esto es, describen la conducta tanto de los productores como de los consumidores, además de las relaciones que hay entre ellos. Para llevar a cabo esta descripción de la conducta económica se usan diferentes clases de ecuaciones, que pueden ser de comportamiento o identidades, las cuales muestran el flujo circular del ingreso y el gasto de una economía. Por ejemplo, en una economía cerrada, como la que se presenta en la Figura 1, un incremento en la producción conlleva una mayor utilización de factores de producción (por ejemplo, capital o trabajo), lo cual implica unos mayores costos de producción reflejados en el pago de mayores salarios o rentas al capital (pagos de los factores) que son ingresos para los hogares. Entonces, los hogares ante un mayor flujo de ingresos pueden realizar una mayor compra de bienes o servicios, después de haber pagado impuestos. Si no gasta todo su ingreso, este restante se destina para aumentar el ahorro privado de la economía, el cual es utilizado para invertirlo de nuevo en la economía. De otra parte, si el gobierno mantiene su gasto constante, ante mayores impuestos aumenta el ahorro de esta institución, con lo cual hay una mayor inversión (incremento de la inversión pública). Lo anterior, en conjunto con la inversión privada, permite un mayor crecimiento de la producción. En este punto hay que aclarar que esto sucede todo al mismo tiempo; esto es, lo expuesto es una forma de observar la lógica con la que opera un modelo, de acuerdo con un choque de la economía.

Aunque se puede realizar un análisis cualitativo de los mecanismos que operan ante un cambio de política económica, el análisis cuantitativo desempeña un papel clave en el análisis económico al momento de evaluar diferentes escenarios de política, ya que se pueden observar resultados que no pueden encontrarse analíticamente o que el modelo analítico no proporciona de manera adecuada. El enfoque cuantitativo facilita el análisis de interacciones económicas complejas y la evaluación de impacto de los cambios de política pública. En este orden de ideas, los MEGA llevan a la práctica la formalización de la estructura de equilibrio general realizada por Kenneth Arrow, Gerard Debreu, Frank Hahn y otros en la década de 1950 en la evaluación de las políticas públicas. El primer MEGA fue construido por Johansen en 1960 para encontrar valores numéricos con un

modelo de equilibrio general.<sup>1</sup> Estos modelos son ampliamente utilizados por diversas organizaciones nacionales e internacionales (Banco Mundial, Banco de la República, Departamento Nacional de Planeación, Fondo Monetario Internacional, OCDE, entre otros) para el análisis de políticas económicas a nivel sectorial, regional y nacional.

**Figura 1.** *Flujo de ingresos y gastos en una economía cerrada*



*Fuente:* adaptado de Burfisher (2011).

Una de las principales razones por las cuales son tan utilizados estos modelos es que, muchas veces, en la toma de decisiones económicas es importante conocer de antemano las implicaciones económicas de diferentes alternativas de política. Ya que su enfoque es el de la representación integral y microeconómica consistente con las interacciones de mercado dependientes de los precios, esto contribuye en la simulación *ex ante* de distintos tipos de políticas. Luego se puede analizar y evaluar una gran variedad de políticas públicas, entre las más comunes se encuentran la fiscal, la comercial y, recientemente, las relacionadas con el medio ambiente.

<sup>1</sup> Para una reseña más extensa véase André et al. (2010), capítulo 2.

El documento consta de las siguientes secciones: en la segunda sección se definen algunos conceptos clave, para luego dar unas pautas básicas de lo que es la construcción de un MEGA. Posteriormente, se muestra el concepto de simulación dentro del contexto del equilibrio general aplicado, y se finaliza con las ventajas y desventajas que trae este tipo de modelos.

## **I. Conceptos claves**

Antes de comenzar con la descripción de cómo se construye un MEGA y la forma de utilizarlo, es decir, lo que es una simulación, se va a enfatizar en algunos conceptos clave, como: ¿Qué es un modelo? ¿Qué significa equilibrio, en este contexto? ¿Por qué elegir equilibrio general y no equilibrio parcial? Esto con el objetivo de aclarar conceptualmente el modelo que se va a construir.

### ***A. Modelos económicos y política pública***

Lo primero que se debe responder es ¿qué es un modelo económico? Cuando en clase de geografía preguntan ¿cuál es la forma de la tierra? muy pocas personas dudan en responder “es redonda”, sin embargo, la tierra no lo es, ya que tiene montañas, acantilados, valles... pero la respuesta obtenida da una muy buena idea de la forma que en realidad tiene. Esta misma analogía se puede hacer con un modelo económico: en general, un modelo es una abstracción de la realidad. Por ejemplo, aunque el comportamiento de los agentes difiere entre ellos al momento de realizar la elección de bienes, en la teoría básica del consumidor, a través de una serie de supuestos (abstracciones de la realidad), se encuentra que los determinantes de la elección son las preferencias y los precios, lo cual da una muy buena aproximación de lo que en realidad sucede.

Imagine que va a comprar un carro, si ve este carro de frente, podemos decir: cuál es su color, si es pequeño o grande..., pero no podemos afirmar si este tiene dos o cuatro puertas, de qué tamaño es el baúl, si tiene una rueda de repuesto, etc. Ahora bien, podemos observar el mismo carro por un costado o desde arriba o manejarlo, todo esto brinda información adicional acerca de

las características y el estado del carro, con lo cual se puede llegar a tomar la decisión de comprarlo o no. Lo mismo sucede con los modelos económicos, cada uno de los supuestos resalta cada uno de los aspectos más importantes para comprender un problema. Ahora bien, estos supuestos están en función de la percepción del fenómeno económico que se quiere estudiar; es decir, se puede considerar que hay competencia perfecta o competencia imperfecta, o un modelo de equilibrio parcial o de equilibrio general, entre muchos otros. La respuesta sobre cuáles son los supuestos que deben ser utilizados se encuentra en cuál en la pregunta u objeto de investigación económico sobre el que queremos formular una hipótesis.<sup>2</sup>

Dependiendo del objeto de la investigación la elección del tipo de modelo puede ser bastante obvia. En el caso de que un investigador quiera analizar las consecuencias de un acuerdo multilateral sobre los ingresos, el comercio y la producción de un país, un modelo de equilibrio general computable multipaís puede ser el más adecuado.<sup>3</sup> De otra parte, si el objetivo es evaluar el impacto de la liberalización sobre la distribución del ingreso y la pobreza, el modelo debe contar con diferentes fuentes de ingreso y estructuras de consumo, no solo de un hogar sino de varios hogares,<sup>4</sup> lo cual puede ser incluido en un modelo multipaís o en un modelo de un solo país. Ahora, si el objetivo es analizar los niveles de distorsión y las consecuencias de los flujos de comercio en el mercado mundial de un bien en particular, pero con una gran diversidad de formas de producción, un modelo de equilibrio parcial o de gravedad puede ser la respuesta.

¿Por qué usar un modelo económico para analizar la política pública? El uso de modelos económicos avala que la formulación de políticas esté guiada por una mejor comprensión del funcionamiento de la economía. Los modelos pueden confirmar y fortalecer los conocimientos existentes. El responsable de la formulación de políticas puede haber llegado a la conclusión de que una reforma comercial será buena para el país. Una simulación de este tipo de política en un modelo puede confirmar ese juicio y proporcionar una estimación de las posibles ganancias, o mostrar consecuencias no deseadas

---

<sup>2</sup> Esto se va a tratar con más detalle en la siguiente sección.

<sup>3</sup> También pueden utilizarse modelos de gravedad, pero esto no es el objeto de la discusión.

<sup>4</sup> Esto es, no un hogar “representativo” sino hogares “heterogéneos”.

de la política. Las simulaciones de modelos pueden sorprender al responsable de las políticas y alertarlo sobre algunas de las consecuencias involuntarias de su acción que no habrían sido claras sin el marco de la economía en su conjunto y sin la disciplina de los modelos económicos (Piermartini & Teh, 2005).

En el caso de los MEGA, como señalan Devarajan y Robinson (2002), estos modelos deben tener unas características deseables para poder ser utilizados en las recomendaciones de política económica. Entre las características deseables están:

- i) El modelo debe relacionar las variables de política con los resultados económicos que sean de interés para la persona que toma las decisiones de política, de esta manera es útil en el debate económico de la política.
- ii) Las relaciones entre las variables de política y los resultados deben ser fáciles de observar y explicar.
- iii) Los modelos deben usar datos relevantes con respecto al problema económico a analizar. Por ejemplo, utilizar los datos más recientes, si estos son usados en debates de política.
- iv) Los resultados del modelo deben ser consistentes con la teoría subyacente a su construcción, para poder ser validados.
- v) Los resultados pueden ser validados al realizar diferentes grados de agregación y obtener resultados muy parecidos.

### ***B. ¿Qué significa equilibrio?***

El concepto de equilibrio es originalmente utilizado en la física, pero la economía se ha apropiado de él. Se puede decir que una economía está en equilibrio<sup>5</sup> cuando no hay ningún factor exógeno que induzca algún cambio. Por ejemplo, cuando la oferta y la demanda son iguales a algún conjunto de precios y no hay ninguna influencia para que los valores de estas variables cambien. En el caso de un MEGA el equilibrio se alcanza cuando para algún conjunto de precios los productores y consumidores están satisfechos con

---

<sup>5</sup> En este caso, equilibrio competitivo, definido a la manera de Walras.

las cantidades de bienes y servicios que estos producen y consumen. Los productores han elegido una cantidad de factores de producción y costos que maximizan sus beneficios dados los costos de los insumos, los precios de venta y las restricciones tecnológicas del proceso de producción. Los consumidores han maximizado su utilidad, o nivel de satisfacción, por la compra de la mayor canasta de bienes y servicios que puede alcanzar dado su presupuesto y los precios de los bienes consumidos. Adicionalmente, en estos modelos hay algunas restricciones de tipo macroeconómico que deben ser satisfechas, así como las restricciones de vaciamiento del mercado (la oferta agregada de bienes y servicios debe ser igual a la demanda agregada).

Aunque el concepto de equilibrio es importante en sí mismo, no es el principal objetivo del modelador. El objetivo del modelador es observar qué sucede entre los diferentes equilibrios;<sup>6</sup> es decir, qué sucede cuando hay cambios en las variables o parámetros exógenos. En estos modelos los cambios en parámetros y variables exógenas son sinónimos de acciones de política económica y hacen que interactúen las ecuaciones del MEGA para encontrar una nueva solución de las variables endógenas al sistema, el cual produce un nuevo equilibrio. Hay que tener en cuenta que el modelo no muestra el proceso de ajuste, esto es, no se puede observar cómo los parámetros interactúan entre sí, sino que muestra el resultado final del proceso; esto es importante tenerlo en cuenta para después realizar el análisis de los resultados del modelo.

### ***C. ¿Equilibrio parcial vs. equilibrio general?***

Los modelos de equilibrio parcial se enfocan en un mercado o producto en particular, sin considerar las interacciones con otros mercados. En los primeros cursos de economía, todos los factores que afectan a este mercado se asumen como constantes (el supuesto de *caeteris paribus*)<sup>7</sup>. Un cambio de política en cierto mercado solo afecta el precio de ese bien, pero no lleva a

---

<sup>6</sup> Este es la base de lo que posteriormente se conoce como simulación.

<sup>7</sup> Cualquier movimiento de estos factores exógenos produce un cambio en la pendiente de la demanda o la oferta, o desplazan hacia arriba o hacia abajo la oferta o la demanda (véase el capítulo 4 de Mankiw, 2007).

cambios en precios de los otros bienes de la economía, esto es, no hay efectos de sustitución o ingreso. Adicionalmente, estos modelos no toman en cuenta las restricciones de la economía, es decir, ante un incremento en la producción de un bien se necesita obtener más recursos, los cuales pueden provenir de otros sectores de la economía, y esto conlleva a una reasignación de los recursos de la economía. Un modelo de equilibrio parcial puede ser utilizado cuando las preguntas de política se sitúen en el ámbito del interés sectorial, o cuando el sector represente solo una fracción pequeña de los ingresos de todo el sector, o los cambios de política probablemente solo cambien el precio del sector, manteniendo los precios de los demás sectores constantes. Otra de las razones para tener en cuenta es que estos modelos permiten incorporar muchos más detalles o particularidades del sector, y estos detalles ayudan a realizar simulaciones más cercanas a la “realidad”.

De otra parte, el análisis de equilibrio general permite tener en cuenta las relaciones entre los diferentes sectores de una economía. Estas relaciones pueden resumirse en: las interrelaciones industriales hacia adelante y hacia atrás,<sup>8</sup> y las relaciones entre gastos e ingresos de los consumidores. Luego, un modelo de equilibrio general captura el hecho de que los mercados están interrelacionados, posteriormente lo que sucede en un mercado tiene efectos sobre los demás mercados. Estos efectos indirectos deben ser tomados en cuenta, ya que producen un efecto de retroalimentación en el mercado original.

Todas estas interrelaciones trabajan a través de diferentes canales. Por ejemplo, una reducción en los aranceles produce una mayor demanda de bienes importados; en el caso de un bien específico, como el trigo, disminuye la cantidad demandada de los bienes sustitutos y aumenta la demanda de los demás complementarios. Aquí el canal por el que se transmite la política es a través de las decisiones del consumidor. De otra parte, la misma reducción de los aranceles puede producir una caída de la producción nacional, con lo cual se puede verse afectados los pagos de factores; esto, a su vez, implicaría una recomposición, por ejemplo, del empleo. Lo anterior significa que, al

---

<sup>8</sup> Las relaciones hacia adelante o hacia atrás muestran cómo el incremento (decremento) de la producción de un sector jalona (reduce) los insumos suministrados por otros sectores, o cómo impulsa (desacelera) a los demás sectores.

disminuir los salarios, siguiendo el ejemplo del trigo, este sector se puede volver más atractivo que el sector del arroz y, por ende, incrementar su producción. En este caso, los efectos de la política se propagan a través de las decisiones de los productores. Como se puede ver, los cambios van transmitiéndose por diferentes canales a través de toda la economía, y el poder identificar estos canales es una ventaja importante de los MEGA sobre los modelos de equilibrio parcial, que solo considerarían el mercado del trigo en este análisis.

## II. Definición de un MEGA

Los MEGA representan la estructura teórica del equilibrio general walrasiano en lenguaje computacional, utilizando como información los datos de la economía real de un determinado país, región o grupo de países, y aprovechando algún algoritmo para la búsqueda del equilibrio<sup>9</sup> encuentran un nuevo equilibrio ante cambios en la política económica. Dixon y Parmenter (1996) ofrecen la siguiente definición de un MEGA, de acuerdo con algunas características de estos modelos:

- i) Hay una especificación explícita del comportamiento de varios agentes económicos de forma general. La forma más tradicional es que se representan los hogares como maximizadores de la utilidad<sup>10</sup> y las empresas como maximizadoras de ganancias o minimizadoras del costo. Adicionalmente, mediante el uso de diferentes supuestos, se enfatiza el papel de los precios de los productos básicos y los factores para influir en las decisiones de consumo y producción de los hogares y las empresas. También pueden incluir especificaciones optimizadas para describir el comportamiento de los gobiernos, los importadores y los exportadores.

<sup>9</sup> Para consultar diferentes formas de computar el equilibrio en los MEGA, véase Shoven y Whalley (1992) capítulo 3, Ginsburgh y Keyzer (1997) y Rutherford (1999).

<sup>10</sup> La familia de modelos derivados del modelo GREEN (Lee et al., 1994) y LINKAGE (Van der Mensbrughe, 2006) modelan al consumidor desde el punto de vista dual. El ingreso es minimizado de acuerdo con un nivel de utilidad deseado, dados unos precios. La diferencia entre los modelos realizados por el lado primal y dual se encuentra en la rapidez computacional para llegar al equilibrio cuando los modelos son muy grandes, como el caso del LINKAGE.

- ii) Muestran cómo las decisiones de la oferta y la demanda tomadas por diferentes agentes económicos determinan los precios de al menos algunos productos y factores. Para cada producto y factor incluyen ecuaciones que garantizan que los precios se ajusten para que las demandas agregadas a todos los actores no excedan las ofertas totales. Es decir, emplean suposiciones de equilibrio de mercado.
- iii) Producen resultados numéricos (es decir, son computables). Los coeficientes y parámetros en sus ecuaciones se evalúan por referencia a una base de datos numérica. El núcleo central de la base de datos de un MEGA suele ser un conjunto de cuentas resumidas en una Matriz de Contabilidad Social que resume, para un año determinado, los flujos de productos básicos y factores entre industrias, hogares, gobiernos, importadores y exportadores. Los datos de entrada-salida normalmente se complementan con estimaciones numéricas de diversos parámetros de elasticidad. Estos pueden incluir elasticidades de sustitución entre los diferentes insumos de los procesos de producción, estimaciones de las elasticidades precio-ingreso de la demanda de los hogares para diferentes productos básicos y elasticidades de la demanda de productos exportados” (Dixon & Parmenter, 1996; traducción libre del autor).

En resumen, podemos decir que estos modelos son “una representación analítica de todas las transacciones de una economía dada, de tal manera que es posible conectar cada elemento del modelo con algunos datos empíricos observados. La idea es tener un instrumento que sea capaz de describir numéricamente cómo se comporta la economía y cómo reacciona frente a diferentes choques externos, a la vez que es consistente con la teoría económica estándar” (André et al., 2010, pp. 14-15; traducción libre del autor).

### ***A. Construcción de un MEGA***

Antes de entrar en detalle sobre cómo construir un MEGA, debemos recordar que la estructura del modelo está basada en la pregunta que se quiera responder. Por tanto, el primer paso es definir claramente el problema a ser analizado, para, de esta manera, elegir las características y el nivel de detalle que se requieren y así poder responder la pregunta de política económica

en cuestión. Analizar el impacto del impuesto sobre la renta en los hogares es totalmente diferentes a evaluar los efectos de un cambio en los aranceles sobre el comercio internacional, aunque ambos problemas pueden abordarse desde la incidencia tributaria. Por tanto, el tipo de problema que se quiere analizar indicará el grado de desagregación que se necesita y los sectores económicos cuyas funciones se deben especificar. Otro aspecto importante es que el refinamiento teórico del modelo puede verse afectado por limitaciones prácticas, como la disponibilidad de información. En otras palabras, un MEGA implica un *trade-off* entre la intención del modelador de representar la estructura de la economía y las restricciones *ad hoc* establecidas por la información estadística disponible.

Para la construcción de un MEGA, Bergoeing (1998) presenta cinco aspectos para tener en cuenta:

- i. Formulación de la pregunta (que sea cuantificable) a investigar. Lo cual condiciona el tipo de modelo a ser utilizado y los requerimientos de información.
- ii. Selección de un modelo teórico. Diferentes clases de modelos pueden ser adecuadas para responder algunas preguntas.
- iii. La elección de formas funcionales y resolución del modelo. Lo que es importante es si el modelo es capaz de proveer una respuesta cuantitativa a la pregunta específica que el investigador plantee.
- iv. Parametrización y reproducción de resultados teóricos conocidos. En general, una pregunta tiene una respuesta conocida desde la teoría, y el modelo debería dar una respuesta aproximadamente correcta a esta pregunta. De otra parte, los datos son usados para calibrar el modelo y deben reproducir la economía real tanto como le sea posible.
- v. Realización de las simulaciones. Con las formas funcionales y habiendo elegido los valores de los parámetros, se pueden llevar a cabo los experimentos computacionales. Con ellos, se comparan los equilibrios de la economía modelo con el comportamiento de la economía real.

En el primer punto, la pregunta a investigar, hay que considerar que en un contexto de equilibrio general los aspectos de política pública van a estar

determinados por el primer y segundo teorema del bienestar. De esta forma, en el caso de la política pública se pueden seguir los siguientes pasos para llegar a construir la pregunta de estudio (Munk, 2005):

- i) Primero, preguntarse por qué el gobierno debe intervenir. De esta manera se llega a investigar cuál es la falla de mercado que está interviniendo en el este, entre las cuales las más comunes son: externalidades, bienes públicos y rendimientos crecientes a escala.
- ii) Segundo, preguntarse cómo el gobierno puede intervenir. De esta manera se empieza a dilucidar cuáles pueden ser las variables exógenas o los parámetros que se deben cambiar para las simulaciones.
- iii) Tercero, clarificar en qué área el gobierno debe intervenir.

Considerando la elaboración de la pregunta que se quiere responder con el modelo, entonces se procede a su construcción. Aquí hay que tener en cuenta que un modelo empírico consta de tres tipos de estructuras: analítica, funcional y numérica. La estructura analítica es la teoría subyacente que identifica las variables de interés y sus relaciones de causalidad. La estructura funcional es la representación matemática de la estructura analítica, y consiste en las ecuaciones que son elegidas para el modelo. La estructura numérica son los signos y magnitudes de los coeficientes en las ecuaciones, los cuales conforman la estructura funcional (McKittrick, 1998).

En la construcción del MEGA, primero se procede a verificar los aspectos teóricos, para construir la estructura analítica del modelo (segundo punto mencionado por Bergoeing, 1998). Teniendo en mente la pregunta de investigación, se procede a revisar los supuestos necesarios para la construcción del modelo (verificar si el modelo es de economía cerrada o economía abierta, qué clase de impuestos debe tener, o si no los tiene, si involucra dinámica o no, etc.). En general, un MEGA estándar<sup>11</sup> tiene la siguiente estructura:

- Determinación de la producción y demanda de factores por parte de los productores.

---

<sup>11</sup> Para más detalles, véase Lófgren et al. (2002).

- Determinación de la elección del consumidor.
- Comportamiento del gobierno.
- Determinación del comercio internacional.
- Vaciamiento de los diferentes mercados.
- Restricciones macroeconómicas.

Claro está que dentro de cada uno de estos componentes se pueden asociar más o menos relaciones. En el caso de una economía cerrada no existiría comercio internacional, o en el caso de modelar explícitamente el desempleo se pueden adicionar supuestos en el mercado laboral como son salarios de eficiencia o salario mínimo; o en el caso de dinámica unas relaciones de movimiento para el capital, etc.

Teniendo la estructura analítica del modelo, el siguiente paso es asignar ecuaciones y parámetros para cada una de las relaciones que se han establecido utilizar, esto es construir la estructura funcional del modelo (tercer punto mencionado por Bergoeing, 1998). En el caso del consumidor, se establece explícitamente la función de utilidad, que puede ser una función Cobb-Douglas o Stone-Geary, lo cual implica diferentes sistemas de demanda para la elección de las mercancías,<sup>12</sup> y, por tanto, la consecución de diferente clase de parámetros. Para el caso de los productores se procede de una manera similar: se escoge una forma funcional —siendo la más utilizada la de tipo CES— para conseguir los parámetros necesarios.

Finalmente, con las ecuaciones del modelo, se llega a construir la estructura numérica. Esto es, la consecución de los datos y parámetros necesarios para poder encontrar la solución numérica del modelo. En general, los datos que son utilizados para los MEGA provienen de un ordenamiento de los datos de cuentas nacionales, conocidas como matrices de contabilidad social (MCS), donde se captura los flujos económicos entre todos los sectores de la economía, según la estructura propia del modelo.<sup>13</sup> Adicionalmente a la

---

<sup>12</sup> En el caso de la Cobb-Douglas implica un sistema de demanda LES, y para Stone-Geary se asocia un sistema de demanda ELES.

<sup>13</sup> Más adelante se discutirá en detalle acerca de las MCS, ya que, además de los datos que provee para los MEGA, se puede utilizar como un modelo multisectorial de coeficientes fijos.

consecución o construcción de la MCS, en los MEGA algunos parámetros deben ser calibrados; es decir, se debe realizar el proceso necesario de obtención de parámetros para que el modelo sea capaz de reproducir los datos de un año base como una solución de este. En la práctica, dado el amplio uso de las funciones CES y Cobb-Douglas en los modelos aplicados, los parámetros claves del modelo, cuyos valores son requeridos antes del procedimiento de calibración, están constituidos por las elasticidades.<sup>14</sup>

### ***B. Calibración de un MEGA***<sup>15</sup>

Luego de tener las ecuaciones del modelo, se deben obtener los valores de los parámetros de dichas ecuaciones; esto se hace mediante el proceso de calibración del modelo (este es el punto cuatro mencionado por Bergoeing, 1998). En términos simples, calibrar es elegir valores para los parámetros del modelo, basándose en observaciones microeconómicas, y luego comparar las predicciones del modelo en relación con ciertas observaciones empíricas (Bergoeing, 1998). La calibración de un MEGA se realiza en un año de referencia dado los datos obtenidos; sin embargo, surge la inquietud de si el año de referencia es un “año normal”, esto es, que refleje los aspectos más relevantes de la estructura de la economía. Este tipo de pregunta debe ser resuelto de acuerdo con el criterio del analista, ya que, en caso de elegir un año que no sea adecuado, los resultados de los parámetros y coeficientes calibrados no serán los mejores y afectarán los resultados del modelo. Típicamente, los MEGA requieren dos conjuntos de parámetros para su calibración: el primer grupo de parámetros provienen de la base cuantitativa, que generalmente es una MCS, y el segundo proviene de fuentes externas a la MCS.

Una MCS es una representación de los flujos económicos observados entre sectores económicos y agentes de la economía, en un periodo determinado<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Para mayores detalles puede verse Rutherford (1995) y Sancho (2011).

<sup>15</sup> Para más detalles véase Romero (2009).

<sup>16</sup> Algunas MCS se pueden construir para la elaboración de ejercicios de multiplicadores (Cordi, 1987 y 1988; Arrieta & Guzmán, 2000; y Hurtado et al., 2009), mientras que otras se han hecho para la construcción de modelos de prospectiva del PIB, como los trabajos del

Este resumen contable de la economía permitir describir su estructura económica a nivel sectorial de una ciudad, país o región. Estas matrices generalmente incluyen, para cada sector económico, una estructura de los costos de producción, como el consumo intermedio y remuneraciones factoriales (valor agregado) por sector y por tipo de factor productivo, además de los pagos de impuestos. Adicionalmente, muestran la formación de los ingresos de los hogares, el gobierno y el resto del mundo, a partir de las remuneraciones factoriales (para los hogares), la recolección de los impuestos directos e indirectos (en el caso del gobierno), y la compra de importaciones provenientes del resto del mundo. Finalmente, para cada uno de estos agentes se incluyen las demandas de consumo final de cada bien, así como su ahorro, que se destina a financiar demandas finales de inversión. En general, los parámetros que se calculan a partir de la MCS son todos aquellos relacionados con i) cantidades consumidas o utilizadas de bienes e insumos (como porcentajes o participaciones); ii) cantidades exportadas e importadas; iii) tasas de impuestos; iv) proporción de ingresos de las instituciones según fuente; y v) proporción de gastos de las instituciones según tipo de gasto, entre otros.

El segundo conjunto de parámetros requerido por estos modelos no se encuentra en la MCS. Este grupo de parámetros lo conforman las elasticidades. Una elasticidad es por definición la variación porcentual que una variable tiene como resultado de la variación porcentual en otra. Las elasticidades más comunes en este tipo de modelos son: la elasticidad de sustitución entre factores de producción, la elasticidad de sustitución entre bienes importados y bienes domésticos (*Armington*), la elasticidad de transformación de productos entre el mercado doméstico y el mercado externo y la elasticidad de demanda por exportaciones. Estas elasticidades provienen de tres fuentes principalmente: estimaciones econométricas, revisión de la literatura acerca del tema y comportamientos históricos de las variables.

---

Departamento Nacional de Planeación (Gutiérrez & Valderrama, 1996; Prada, 2002; Pardo & Corredor, 2008), FEDESARROLLO (Bussolo & Correa, 1998) y el CEGA (Prada & Ramírez, 2001). Otras se han construido para servir de bases de datos para la construcción de modelos de equilibrio general computable para abordar temas específicos (Karl, 2004; Karl et al. 2006).

### ***C. Simulaciones en un MEGA***

Una vez se definan las formas funcionales y hayan sido calibradas se debe establecer el equilibrio de referencia o el equilibrio del punto de partida. La idea es replicar la economía observada de tal manera que el modelo reproduzca un estado de equilibrio donde las funciones de oferta y demanda de todos los bienes se obtengan como la solución a los problemas de maximización de utilidades y beneficios. A la obtención de este equilibrio también se le conoce como escenario base, y, como señalan Sadoulet y de Janvry (1995), tiene cuatro propósitos:

- i) El más importante, utilizarlo como punto de referencia con respecto al cual se mide el impacto de los escenarios contrafactuales.
- ii) Replicar el impacto observado del paquete de políticas, esencial para validar el modelo.
- iii) Obtener algunas variables endógenas que no son directamente observables.
- iv) Descomponer los efectos de variables endógenas.

La simulación de los MEGA se hace mediante “experimentos”, entendidos en el sentido de que, para realizar una simulación dentro del modelo se puede chocar tanto a variables exógenas como a algunos parámetros para realizar el análisis de política (este es el quinto punto mencionado por Bergoeing, 1998). Este análisis de política puede ser *ex ante* cuando se quiere saber “qué pasa sí...” en un futuro, o *ex post* si se quiere analizar o evaluar el resultado de una política implementada para ver si explica, de una forma u otra, aspectos económicos ya conocidos. En otras palabras, se pueden analizar los resultados futuros de una política o las políticas propuestas al ser evaluadas con los resultados que se obtuvieron.

Para poder realizar los experimentos, se debe tener en cuenta la distinción entre las variables endógenas y las variables exógenas. Las variables endógenas son aquellas cuyos valores son determinados o resueltos por el modelo, esto es, el modelo puede explicar el comportamiento de estas variables, sin que medie información externa al modelo. Las variables exógenas no son solucionadas por el modelo sino determinadas por factores

exógenos a él, es decir, el modelo no puede explicar el comportamiento de estas variables sin que estas sean explicadas por factores exógenos al modelo. Por ejemplo, en un modelo de oferta y demanda con impuestos, las variables endógenas al modelo son los precios y las cantidades, que son determinados por las ecuaciones de oferta y demanda, y los impuestos son las variables exógenas, las cuales cambian por factores exógenos al modelo (en este caso, cambios en política tributaria). En resumen, el conocer cuáles son las variables exógenas del modelo nos permite conocer qué tipo de políticas (tributarias, arancelarias, cambiarias, fiscal, etc.) o choques (caídas en la demanda mundial, fenómenos migratorios, desastres naturales, etc.) pueden ser realizados como experimento dentro del modelo que se haya construido.

Una vez que el modelo ha sido calibrado para obtener el escenario base, puede usarse para simular los efectos de algún cambio propuesto, como una nueva política a implementar. El nuevo equilibrio, después de la simulación, puede verse como una “predicción o pronóstico” del efecto de cambios en las variables de política sobre las variables económicas más importantes: precios, niveles de producción, ingresos del gobierno y la nueva distribución del ingreso entre los consumidores. A este escenario se le conoce como escenario contrafactual, y es el resultado de los diferentes choques de política para obtener un nuevo equilibrio para la economía, esto es, ¿qué sucede cuando la política o paquete de políticas es implementado? Este escenario es contrastado con el escenario base mediante la construcción de indicadores microeconómicos o macroeconómicos o mediante crecimientos porcentuales de las variables para observar de manera cuantitativa o cualitativa el impacto de las políticas. Con respecto a los resultados numéricos que se obtienen al comparar el escenario base y el escenario simulado, lo más importante es la dirección y el tamaño relativo de los efectos que se tendrían ante un choque o una política que afecte la economía y, en menor medida, los efectos absolutos. Aunque, por supuesto, ambos nos dan una buena idea de lo que hubiera podido haber sucedido.

## Comentarios finales

La fortaleza más importante que tiene un MEGA es que la metodología de equilibrio general está sólidamente microfundamentada.<sup>17</sup> Un modelo de equilibrio general describe detalladamente la conducta de los agentes económicos usando los principios de optimización para la elección (mercancías, capital, trabajo, entre otros). Estos modelos integran la conducta de todos los agentes de una forma sistemática que corresponde al modo como los mercados operan. El equilibrio general utiliza métodos estándar para describir las relaciones entre variables, lo cual excluye especificaciones *ad hoc* y hace que su estructura sea más transparente.

Muchos economistas piensan que estos modelos son “cajas negras” que generan una solución, dado que los resultados de las simulaciones resultan a veces impredecibles; esto es, dadas las distintas interdependencias y retroalimentaciones, hacen que sea difícil prever los cambios en las variables exógenas o los parámetros. Sin embargo, los fundamentos teóricos de estos modelos hacen posible rastrear los resultados de la simulación y determinar cuáles son los factores cruciales que deben ser explicados. Adicionalmente, la teoría detrás de estos modelos provee una confirmación de la validez de los resultados, ya que es imposible, a menos que existan errores, llegar a resultados contrarios a los que la teoría subyacente predice. Una consecuencia de la fundamentación teórica de los modelos es su consistencia interna. Estos modelos hacen posible la simulación de complejas interrelaciones, clarificando el papel y el impacto de los diferentes aspectos de política pública, lo cual enriquece el análisis con nuevos, y algunas veces, sorprendentes resultados. Esto hace muy útil los modelos de equilibrio general, ya que, en caso de diferentes alternativas de política, o políticas con diferentes ramificaciones, que algunas veces actúan en sentidos opuestos, pueden ser simuladas e interpretadas de manera transparente.

La flexibilidad de los algoritmos de solución ha hecho posible el desarrollo de modelos altamente desagregados. Ahora bien, ya que muchas de las políticas o choques exógenos producen impactos sobre la economía mucho más pequeños que sobre la estructura económica, los resultados se centran en

---

<sup>17</sup> Para mayores detalles, véase O’Ryan et al. (2000).

los cambios agregados (por ejemplo, el incremento o disminución del PIB), y dejan de lado la importancia de los cambios en la estructura, los cuales son inducidos por un cambio de política o un choque exógeno.

El grado de desagregación que se puede lograr con los MEGA contribuye, adicionalmente, a que se puedan modelar muchos aspectos estructurales que corresponden a fallas o a distorsiones en los mercados. Esto es, en el caso del comercio internacional, se puede pensar en cómo incorporar competencia imperfecta, lo cual implica mayores ganancias en la producción al explotar los rendimientos a escala, o, en el caso de los impuestos, tener distintas alternativas de modelamiento del mercado de trabajo para ver el efecto de los impuestos a la nómina. Esto contribuye a dar indicaciones de cuáles sectores o agentes de una economía pueden ser impactados por la política y llegar a su focalización.

Otro punto importante de estos modelos es el hecho de que puedan ser resueltos numéricamente, y no solo analíticamente. Los modelos económicos muchas veces son expresados en forma de cálculo diferencial, lo cual se aplica si los cambios son infinitesimales, esto es, en el caso de un cambio de política cuando se esperan efectos pequeños. Sin embargo, algunos cambios de política económica son sustanciales, y en realidad son los más interesantes, tanto en términos absolutos como en términos relativos.

No obstante, los MEGA tienen algunas debilidades que limitan su aplicabilidad en diversas áreas. La debilidad más frecuente ha sido la falta de validación empírica de los modelos, en el sentido de que este no mide el grado en que se estiman los datos o la historia de las variables. Esto se debe a que los modelos son bastante grandes, incluyen un número sustancial de parámetros y tiene algunas estructuras complejas (funciones de utilidad y de producción).<sup>18</sup> Los parámetros utilizados son estimados por fuera del modelo, tomados de la literatura o calibrados en un año base (McKittrick, 1998). Dado que los modelos de equilibrio general ven todos los mercados simultáneamente, los resultados del modelo no pretenden hacer una proyección sino, en cambio, observar tendencias de largo plazo, alrededor de las cuales la economía oscila. Por tanto, estos modelos no se usan para replicar la evolución de la economía

---

<sup>18</sup> Jorgenson (1984) construye un modelo donde estima los parámetros independientemente.

en el pasado. Para subsanar esta debilidad, los modeladores deben ser muy cuidadosos en la elección de los parámetros, así como en la de las formas funcionales. Por tanto, los MEGA son claramente valiosos para analizar diferentes escenarios de simulaciones de políticas o choques exógenos para la toma de decisiones.

### Referencias

- André, F., Cardenette, A. & Romero, C. (2010). *Designing public policies: An approach based on multi-criteria analysis and computable general equilibrium modeling*. Madrid: Springer y Fundación BBVA.
- Arrieta, E. & Guzmán, O. (2000). *Matriz de Contabilidad Social para Colombia, año 1997*. Mimeo, Dirección General de Política Macroeconómica, Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Bergoeing, R. (1998). *Notas en experimentos computacionales y teoría de equilibrio general aplicada* (Teaching Notes D-6, ILADES), Georgetown University.
- Burfisher, M. (2011). *Introduction to computable general equilibrium models*. London: Cambridge University Press.
- Bussolo, M. & Correa, R. (1998). *A 1994 Detailed Social Accounting Matrix for Colombia* (Working Papers, No. 10). FEDESARROLLO. <https://repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/829>
- Cordi, A. (1987). *La matriz de contabilidad social, aplicación al caso colombiano en 1980*. Mimeo, Departamento Nacional de Planeación.
- Cordi, A. (1988). La Matriz de Contabilidad Social. Deducción de los multiplicadores de contabilidad y su aplicación al caso colombiano en 1985. *Planeación y Desarrollo*, 20(1-2), 79-120.
- Devarajan, S. & Robinson, S. (2002). *The influence of computable general equilibrium models on policy* (TMD Discussion paper, No 98). Trade and Macroeconomics Division, International Food Policy Research Institute.

<https://www.ifpri.org/publication/influence-computable-general-equilibrium-models-policy>

- Dixon, P. & Parmenter, B. (1996). *Computable General Equilibrium Modelling for Policy Analysis and Forecasting*. En Amman, D. A. Kendrick & J. Rust (Eds.), *Handbook of Computational Economics* (Vol. 1), (pp. 3-85). Elsevier Science.
- Ginsburgh, V. & Keyzer, M. (1997). *The structure of applied general equilibrium models*. Cambridge: MIT Press.
- Gutiérrez, J. & Valderrama, F. (1996). *Multiplicadores de Contabilidad Derivados de la Matriz de Contabilidad Social* (Archivos de Economía, No. 41). Departamento Nacional de Planeación. [https://www.researchgate.net/publication/28050833\\_Matriz\\_de\\_contabilidad\\_social\\_y\\_multiplicadores\\_contables\\_una\\_aplicacion\\_para\\_Extremadura](https://www.researchgate.net/publication/28050833_Matriz_de_contabilidad_social_y_multiplicadores_contables_una_aplicacion_para_Extremadura)
- Hurtado, A., Ramos, M. del C. & Fernández, E. (2009). Elaboración de la Matriz de Contabilidad Social para Colombia (2003). *Revista de Economía Mundial*, 21, 135-168.
- Jorgenson, D. (1984). Econometric methods for applied general equilibrium modeling. En H. Scarf & J. Shoven (Eds.), *Applied General Equilibrium Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Karl, C. (2004). *2000 Social Accounting Matrix for Colombia* (Archivos de Economía, No. 256). Departamento Nacional de Planeación.
- Karl, C., Ramirez, M. & Yepes, F. (2006). *Construcción de una Matriz de Contabilidad Social para el Análisis de Políticas de Seguridad Social en Salud* (Borradores de Investigación, No. 89). Universidad del Rosario. [https://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/5c/5ce43c67-5381-4b9b-9674-c8335de5233d.pdf](https://www.urosario.edu.co/urosario_files/5c/5ce43c67-5381-4b9b-9674-c8335de5233d.pdf)
- Lee, H., Oliveira, M. & van der Mensbrugghe, D. (1994). *The OECD Green model: An updated overview* (Development Centre, Working Paper No. 97). OECD. [https://www.oecd-ilibrary.org/development/the-oecd-green-model\\_272425468524](https://www.oecd-ilibrary.org/development/the-oecd-green-model_272425468524)

- Löfgren, H., Harris, R. & Robinson, S. (2002). *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS* (Microcomputers in Policy Research, No. 5). International Food Policy Research Institute. <https://www.ifpri.org/publication/standard-computable-general-equilibrium-cge-model-gams-0>
- Mankiw, G. (2007). *Principios de Economía* (3ra. Ed.). Madrid: McGraw – Hill.
- McKittrick, R. (1998). The econometric critique of computable general equilibrium modeling: the role of functional forms. *Economic Modelling*, 15, 543-573.
- Munk, K. (2005). *Introduction to construction and use of CGE models for policy analysis*. <https://sites.google.com/site/microeconomica/documentos/Munk2005--IntroductiontoCGEbasedpoli.pdf?attredirects=0&d=1>
- O’Ryan, R., de Miguel, C. & Miller, S. (2000). *Ensayo sobre equilibrio general computable: teoría y aplicaciones* (Centro de Economía Aplicada, No. 73). Universidad de Chile. [https://www.researchgate.net/publication/4722472\\_Ensayo\\_sobre\\_equilibrio\\_general\\_computable\\_Teoria\\_y\\_aplicaciones](https://www.researchgate.net/publication/4722472_Ensayo_sobre_equilibrio_general_computable_Teoria_y_aplicaciones)
- Pardo, O. & Corredor, D. (2008). *Matrices de Contabilidad Social 2003, 2004, 2005 para Colombia* (Archivos de Economía, No. 339). Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Econmicos/339.pdf>
- Piermartini, R. & Teh, R. (2005). *Demystifying Modelling Methods for Trade Policy* (Discussion Paper, No. 10). World Trade Organization. [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/107045/1/wto-discussion-paper\\_10.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/107045/1/wto-discussion-paper_10.pdf)
- Prada, S. (2002). *Desarrollo de un modelo para la construcción de matrices de contabilidad social con base en el sistema de cuentas nacionales. Manual del usuario*. Mimeo, Departamento Nacional de Planeación.
- Prada, S. & Ramírez, J. M. (2000). *Una Matriz de Contabilidad Social 1996 para Colombia* (Documentos de Trabajo, No. 1). CEGA. <https://www.>

[researchgate.net/publication/265907663\\_Matriz\\_de\\_Contabilidad\\_Social\\_1996\\_para\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/265907663_Matriz_de_Contabilidad_Social_1996_para_Colombia)

- Romero, C. (2009). *Calibration of CGE models: Methods and current practice* (MPRA Paper, No. 17767). University Library of Munich. [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/17767/1/Romero\\_2009-calibracion\\_CGE-MPRA.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/17767/1/Romero_2009-calibracion_CGE-MPRA.pdf)
- Rutherford, T. (1995). *Constant Elasticity of Substitution Functions: Some Hints and Useful Formulae*. Mimeo, University of Colorado.
- Rutherford, T. (1999). Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: An overview of the modeling framework and syntax. *Computational Economics*, 14(1-2), 1-46.
- Sadoulet, E. & de Janvry, A. (1995). *Quantitative Development Policy Analysis*. Johns Hopkins University Press.
- Sancho, F. (2011). Calibration of CES functions for real-world multisectoral modeling. *Economic Systems Research*, 21(1), 45-58.
- Shoven, J. & Whalley, J. (1992). *Applying general equilibrium*. Cambridge: Cambridge University Press.
- van der Mensbrugghe, D. (2005). *LINKAGE Technical Reference Document* (Working Paper, No. 46836). World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/200941468322749541/Linkage-technical-reference-document-version-6-0>

**Academic presenteeism and violence against women  
in schools of business and engineering in Peruvian  
universities**

---

**Raquel Chafloque-Céspedes, Arístides Vara-Horna, Zaida  
Asencios-Gonzales, Dennis López-Odar, Aldo Alvarez-Risco,  
Liliana Quipuzco-Chicata, Christin Schulze and Martí  
Sánchez-Villagomez**



Raquel Chafloque-Céspedes, Arístides Vara-Horna, Zaida Asencios-Gonzales, Dennis López-Odar, Aldo Álvarez-Risco, Liliana Quipuzco-Chicata, Christin Schulze and Martí Sánchez-Villagomez

### **Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities**

**Abstract:** *The aim of the current study was to demonstrate the relationship between violence against women (VAW) in intimate partner relationships and academic presenteeism of students enrolled in business and engineering programs, at Peruvian universities. This study adopted an exploratory cross-sectional survey design through a survey of 2640 university students from the business and engineering schools of 34 Peruvian universities. It was found that 96.5% of the respondents reported academic presenteeism and 32.0% are survivors of VAW. Partial least squares regression found that VAW generates 8.47 days lost due to academic presenteeism, which at the same time generates 15.12 critical incidents with professors and colleagues, during the academic year. Finally, it was demonstrated that VAW is a determining factor that explains 7.2% of university students' academic presenteeism. This study is among the very few that empirically seek to explore the actual time that students use in a day at university. Thus, it measured actual academic productive hours of university students in Peru.*

**Palabras clave:** *academic presenteeism; violence against women; intimate partner relationships; universities.*

**JEL Classification:** *A2, I21, I23.*

### **Presentismo académico y violencia contra las mujeres en escuelas de negocios e ingeniería en universidades peruanas**

**Resumen:** *El objetivo del presente estudio es demostrar la relación entre la violencia contra las mujeres (VCM) en las relaciones de pareja íntima y el presentismo académico de los estudiantes matriculados en programas de negocios e ingeniería en universidades peruanas. Este estudio adoptó un diseño de encuesta transversal exploratoria a través de una encuesta a 2640 estudiantes universitarios de las escuelas de negocios e ingeniería de 34 universidades peruanas. Se encontró que el 96,5% de los encuestados reportaron presentismo académico y el 32% son sobrevivientes de VCM. La regresión de mínimos cuadrados parciales mostró que la VCM genera 8,47 días perdidos debido al presentismo académico, el cual, al mismo tiempo, genera 15,12 incidentes críticos con profesores y colegas durante el año académico. Finalmente, se demostró que la VCM es un factor determinante que explica el 7,2% del presentismo académico de los estudiantes universitarios. Este estudio se encuentra entre los pocos que empíricamente buscan explorar el tiempo real que los estudiantes usan en un día en la universidad, por lo que midió las horas productivas académicas reales de estudiantes universitarios en Perú.*

**Palabras clave:** *presentismo académico; violencia contra la mujer; relaciones de pareja; universidades.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a340726>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Assiduité scolaire et violence contre les femmes dans les écoles de commerce et d'ingénieurs dans les universités péruviennes**

**Résumé:** *L'objectif de cette étude est démontrer le rapport entre la violence contre les femmes (VCM) en ce qui concerne les relations avec leurs partenaires intimes et l'assiduité scolaire des élèves inscrits à des programmes d'affaires et de l'ingénierie, dans les universités péruviennes. Cette étude a adopté un plan d'enquête transversale exploratoire auprès de 2640 étudiants des écoles de commerce et d'ingénieurs dans 34 universités péruviennes. On a constaté que 96,5% des étudiants enquêtés ont déclaré avoir assiduité, tandis que le 32,0% sont des survivants de la VCM. La régression par des moindres carrés partiels montre que la VCM provoque 8,47 jours scolaires perdus à l'université, ceux qu'en même temps entraîne 15,12 disputes avec les enseignants et les collègues étudiants, au cours de l'année scolaire. Enfin, il a été démontré que la VCM explique un 7,2% de l'assiduité des étudiants universitaires. Cette étude est parmi les très rares recherches qui explorent l'emploi du temps des élèves dans une même journée. Nous avons donc la quantité d'heures productives académiques des étudiants universitaires au Pérou.*

**Mots clés:** *assiduité scolaire; violence contre les femmes; relations avec les partenaires intimes; universités.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Chafloque-Céspedes, R., Vara-Horna, A., Asencios-Gonzales, Z., López-Odar, D., Alvarez-Risco, A., Quipuzco-Chicata, L., Schulze, C. & Sánchez-Villagomez, M. (2020). Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities. *Lecturas de Economía*, 93, 127-153.  
<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a340726>

# Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities

Raquel Chafloque-Céspedes <sup>a</sup>, Arístides Vara-Horna <sup>b</sup>, Zaida Asencios-Gonzales <sup>c</sup>, Dennis López-Odar <sup>d</sup>, Aldo Alvarez-Risco <sup>e</sup>, Liliana Quipuzco-Chicata <sup>f</sup>, Christin Schulze <sup>g</sup> and Martí Sánchez-Villagomez <sup>h</sup>

–Introduction. –I. Literature review. –II. Method. –III. Results. –Conclusion. –References.

*Original manuscripts received on 8 December 2019; final version accepted on 28 February 2020*

- 
- <sup>a</sup> *Raquel Chafloque-Céspedes*: investigadora, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: rchafloquec@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0003-0314-5603>
- <sup>b</sup> *Arístides Vara-Horna*: investigador, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: avarah@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0002-3107-1157>
- <sup>c</sup> *Zaida Asencios-Gonzales*: investigadora, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: zasenciosg@usmp.pe <http://orcid.org/0000-0003-0254-8208>
- <sup>d</sup> *Dennis López-Odar*: investigador, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: dlopezo@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0001-7622-7066>
- <sup>e</sup> *Aldo Álvarez-Risco*: investigador, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: aalvarezr@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0003-0786-6555>
- <sup>f</sup> *Liliana Quipuzco-Chicata*: investigadora, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: lquipuzcoc@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0002-5200-069X>
- <sup>g</sup> *Christin Schulze*: investigadora, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: christin.schulzeuwers@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6586-1897>
- <sup>h</sup> *Martí Sánchez-Villagomez*: investigador, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, Perú. Dirección electrónica: msanchezv1@usmp.pe <https://orcid.org/0000-0002-0643-4227>

## Introduction

Presenteeism is a concept applied to the business sector, referred to a context in which employees attend their workplaces, but perform their duties without making the most of their potential for reasons linked to health problems or personal life incidents (Ferritto, 2013; Merrill et al., 2012; Vänni et al., 2017; Wang et al., 2010). This concept has been extended to the academic environment, where it is pointed out that there is low academic performance among students as a result of health problems (Deroma et al., 2009; Matsushita et al., 2011; Mikami et al., 2013). However, this concept can be extended to the academic environment indicating a low academic performance due to deconcentration, inattention, or other factors.

The presenteeism research carried out in the academic environment, until now, have been associated to diseases or health problems in the undergraduate students; for example, Deroma et al. (2009) investigated the decrease of academic performance related to symptoms of depression, where it was found that depression and academic performance in university students have a negative relationship. Along the same lines, Matsushita et al. (2011) demonstrated the effect of presenteeism in academic performance and indicated university students' mental and physical diseases as main factors. They found that women's presenteeism, due to depression and emotional disorders, is 2.9% higher than men's. The same tendency occurs when the presenteeism is evaluated for migraines and headaches (women 13.6% vs. men 6.9%). Similar results were observed when presenteeism caused by back pain, neck pain or stomach pains is evaluated. The differences were between 8 to 15% approximately. This research sought to demonstrate the relationship between violence against women (VAW) in intimate partner relationships and academic presenteeism of university students using an exploratory cross-sectional survey of 2640 participants. The impact of VAW in the number of days lost by academic presenteeism and number of critical incidents with colleagues and professors during the academic year is mainly measured. Measuring academic presenteeism in students due to VAW allowed them to demonstrate the important impact in academic performance and prioritize the creation of active VAW prevention programs in universities.

## I. Literature review

Considering the studies carried out in companies and universities, for the purposes of this research, academic presenteeism is defined as the situation when the student is present in class or in the places where the teaching-learning process takes place, but for aspects associated with life conditions, violence experiences, and other factors cannot meet the academic requirements to fulfill their potential. Therefore, does not develop skills, abilities and capacities required by the professional career (Ferritto, 2016; Hemps, 2004; Johns, 2011). Adams et al. (2013) explored the relation between financial harm and VAW in adolescence. A sample of 498 women found that those who had been victimized by a partner during adolescence obtained less education compared with non-victimized women. Likewise, Yoshida and Miki (2018) found different factors linked to the presenteeism in 2006 nurses working at 10 hospitals. Chafloque et al. (2018) have described firstly in Peru the presenteeism and its impact in the academic performances of university students; additionally, it was found the association between leadership quality and the development of presentism in health professions' education and research (Galliker et al., 2020).

VAW in intimate partner relationships is present in the lives of university students, who are victims in the falling in love stage, courtship or other types of relationships (Rennison & Addington, 2014). There are studies that consider only the presence of physical violence (threw something that could hurt her, held strongly, slapped, used a gun or knife against her partner, hit with objects, choked, burned and others) and sexual violence (forced to have sex without condom, insisted on having sex without consent, insisted on having oral or anal sex, and other manifestations) in the undergraduate students (Chan et al., 2008). Likewise, other investigations have found evidence of a single manifestation of violence within the university environment (Jordan et al., 2014; Phipps & Smith, 2012). There are also researches that have included analyzes about the prevalence in universities of psychological and verbal violence (Vázquez et al., 2010).

Chan et al. (2008) conducted their research in a sample of undergraduate students from 22 countries (Asia and the Middle East, New Zealand and

Australia, Europe, Latin America and North America). In the mentioned study was found that the prevalence of physical violence in female students from the 22 countries ranged from 12.1 to 41.1%, while sexual violence ranged from 9.2 to 42%. Other VAW evidence that was studied in the academic environment is the research of Jordan et al. (2014), where a sample of 750 undergraduate students showed that the prevalence of some form of sexual violence in the study period ranged between 19.6 and 24.2%, while 4.1% (first semester students) and 3.1% (students in the second semester) reported having suffered a rape. Vázquez et al. (2010) showed that VAW in 159 Spanish students was manifested in psychological violence, physical violence and sexual violence, which had been perpetrated by their partners, being psychological violence the most incident one (65.2%), followed by physical violence (28.8%) and some students presented two types of violence at the same time, such as physical and psychological (1.5%) or physical and sexual (4.5%). Furthermore, Herrera and Arenas (2010) conducted their study in a sample of 73 female students, where it was reported that 34.2% had suffered verbal and psychological violence, 20.5% suffered physical violence, and 2.7% of the students suffered violence sexual.

There have been studies carried out to investigate academic presenteeism. One of those is Mikami et al. (2013), where it was related the academic presenteeism with the state of health and the sense of coherence. Another study related academic presentism with academic performance, finding that students with emotional problems have the highest prevalence of presenteeism (Matsushita et al., 2011). In the same line, Ferrito (2016) explained that presenteeism is a factor associated with academic performance.

There are several researches that have been developed in the business context and have concluded that VAW is a determinant of labor presentism. For example, in Peru, in public schools in the Callao region, teachers affected by VAW lost 8.9 working days due to presenteeism (Vara-Horna et al., 2017). In Bolivia, as a result of the VAW, the attacked workers lost 18.9 business days a year due to presentism (Vara-Horna, 2015). In Paraguay, VAW is causing a yearly loss of productivity due to presenteeism of 25.6 days per worker attacked (GIZ, 2015). Similarly, researches have been carried out in countries from the Middle East and Africa. In Ghana and South Sudan, as a result of

VAW, assaulted workers yearly lost 5 and 3 days of work due to presenteeism, respectively (Asante et al., 2019; University of Limerick & NUI Galway, 2019; Elmusharaf et al., 2019). Also, in Pakistan, workers affected by VAW lost an average of 2 days of work per year (Social Policy and Development Centre—SPDC— et al., 2019).

From the above, VAW causes pernicious effects on the labor productivity of companies. This is measured in terms of presenteeism, as Swanberg et al. (2006) affirm. Indeed, a knowledge gap about the relationship of VAW and academic presentism in a sample of university students. In fact, researches that associate or relate VAW as a determining factor of academic presenteeism are scarce. Nevertheless, there researches' evidence that relates the types of VAW and the factors of presenteeism, and how these affect academic performance.

Umana et al. (2014), related the prevalence of VAW with psychological, social and academic factors. In their analysis, it was found that female university students who are survivors of violence had a significant decrease in their concentration (71%) and the risk of dropping out the academic semester increased by 3.3%. Likewise, Jordan et al. (2014) determined that university students who were victims of sexual violence were three times more likely to obtain a lower grade point average compared to non-victims. The researchers indicated that the sexual violence that students experience impacts their cognitive processes, presenting deficits to concentrate, plan their activities and remember the lessons or tasks. Finally, Edwards et al. (2015) analyzed the association of psychological variables with intimate partner relationships in 139 students. This study reveals a positive relationship between VAW and psychological symptoms such as stress, anxiety, depression and others.

The aim of this paper was to examine, in a national representative sample of university students, the relation of VAW and academic presenteeism. This, through the use of structural equations of variance and counterfactual scenarios, demonstrated that VAW is a determining factor of academic presenteeism.

## II. Method

### ***A. Participants***

The sample considered only female students from business and engineering schools. These schools were chosen because the students who have chosen these schools will hold managerial positions in the future. However, in Peru the schools mentioned do not have a gender focus in their curricular plan. Indeed, if the participants construct unequal patterns and of violence, in the future it will affect their role as agents in the management of companies.

The research considered 2640 female students, who are currently in an intimate partner relationship, aged 18 to 25 years with a mean age of 20.50 years (SD = 1792), enrolled in business and engineering schools from 34 universities. The 21 regions of Peru were distributed in 8 zones (northern coast, central coast, southern coast, northern highlands, central highlands, southern highlands, northern and southern Amazonia). Table 1 describes the demographic, academic and professional profile of the surveyed students.

### ***B. Instruments***

The study used a structured self-report questionnaire. Questions were included to gather demographic, academic and professional information, academic presenteeism, psychological, verbal, physical, economic and sexual violence.

The instrument had 30 items, of which 14 described demographic and academic characteristics of the students, 9 items measured presenteeism and 7 items measured violence against these female students.

- *Demographic information*: Inquires the personal information of the respondent. The items considered were: age, number of daughters/sons, if they have a partner, type of relationship (dating, engaged, married or living together, separated or divorced, others) and duration of relationship.

**Table 1.** *Demographic, academic and work profile of simple (percentages)*

Characteristic			
Knowledge area			
Business	80.5	Zones	
Engineering	19.1	Coast - north	17.1
Occupation		Coast - center	33.2
Only study	62.0	Coast - south	5.5
Study and work	38.0	Mountains - north	2.8
Children		Mountains - center	4.6
Yes	7.2	Mountains - south	27.5
No	92.8	Jungle - north	5.4
Type of relationship		Jungle - south	3.9
In love	79.6	Type of university	
Boyfriends	11.8	Public	64.2
Married or cohabiting	6.9	Private	35.8
Separated or divorced	0.3		
Others	1.4		

Source: own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

- *Academic and professional information:* Gathers academic and professional information of the respondent. The items included are year of admission to the university, current semester, quantity of failed courses, repeated cycles, and occupation (if she only studies, if she studies and works).
- *Presentism:* This scale is based on the work distraction items of Stewart et al. (2003) and the Work Limitations Questionnaire (WLQ) by Lerner et al. (2001). The scale identified the diminished academic performance during the last month. The scale of presenteeism had four dimensions that represent four stages of consecutive and sequential effects. In the first stage the presenteeism is reflected in the distraction and exhaustion

of the student; in the second stage it is reflected in the perceived decrease of academic productivity; in the third stage it is observed in the deterioration of social cohesion with colleagues and professors; and in the fourth stage it is reflected in the intention to drop out.

In the four dimensions, each item had alternative ordinal responses with interval interpretation values: never (0), 1 day (1), between 2 and 5 days (4), between 6 and 10 days (8), almost every day (15).

To calculate the prevalence of academic presenteeism, the weights and formulas described in Table 2 were used. The items P1, P2, P3 and P4 indicate the decrease in academic productivity, 25% of the productivity loss of the day involved is assumed. Items P5, P6, P7 and P8 serve as indicators to find the number of productivity incidents, where 100% was assumed for each occurred incident. To calculate the presenteeism by distraction and monthly exhaustion (in days) the weighted data was added, and multiplied by eight (number of months of the academic year in Peruvian universities) to estimate the annual presenteeism (in days). To calculate the presenteeism for incidents of monthly productivity (number of incidents) the already weighted data was added, then, to calculate the academic year it was multiplied by eight (number of months of the academic year).

- *VAW in intimate partner relationships*: This scale is based on the Conflict Tactics Scales 2 (Straus et al., 1996). For the type of sample (students), the 7 most representative items of the psychological, economic, physical, sexual and physical damage, executed by the partner or ex-partner, subscales were considered. Each item was weighted according to the intensity level of the attack; and had alternatives of ordinal responses with interval interpretation: never (0), happened before, not anymore (0), once or twice (4), between 3 to 5 times (4), between 6 and 10 times (8), between 11 to 20 times (15), more than 20 times (25). The scale determined the presence of VAW by her partner in the last year and the prevalence of this violence throughout her life.

**Table 2.** *Items, weigh and formulas about presenteeism in students*

Stage	Items (Last four weeks...)	Weight	Algorithms	
Stage 1	Exhaustion	P1	You have had difficulty concentrating or been distracted in class or while studying.	Presenteeism: Distraction and monthly exhaustion (days) = $\sum (P1*0.25, P2*0.25, P3*0.25, P4*0.25)$
		P4	You had other people's personal concerns to classes.	
	Distraction	P2	You studied slower than usual.	
		P3	You were tired, worn out, or exhausted while in class or studying.	
Stage 2: Decreased productivity	P5	You made mistakes in their presentation of papers or exams because you were worried or anything affect you.	1	Incidents of monthly productivity (incidents) = $\sum (P5, P6, P7, P8)$
	P8	You have had an academic performance well below their capabilities.		
Stage 3: Deterioration of social cohesion	P6	You received reprimands or warnings of their professors for their performance.	1	
	P7	You have struggled or discussions with peers / as for not fulfilling assignments.	1	
Stage 4: Intention of desertion	P9	You had desire to abandon their studies.	1	

Source: own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

### C. Procedure

The questionnaire was administered and assisted in person by professors and qualified professionals. The average time was 25 minutes. Students were informed of the nature, objectives and benefits of the study, guaranteeing their confidentiality and anonymity. Also, all the questions and doubts raised

were answered. The participation in the study was voluntary, without any kind of academic, economic or other compensation. The students gave verbal consent before the data collection, in addition to also asking consent questions at the end of the questionnaire. The protocol was approved by the review team of the Universidad de San Martín de Porres.

#### ***D. Data analysis***

Tabulation and data analysis was done using the statistical programs SPSS version 23, Smart PLS version 3.2 and Stata version 14. Contingency tables, means and percentages were used in order to obtain the demographic, academic characteristics and prevalence estimates of the studied variables. For reliability analysis of the internal consistency of each scale, the reliability coefficient of Cronbach's Alpha was used. The presenteeism scale ( $\alpha = 0.833$ ) and the VAW scale ( $\alpha = 0.754$ ) obtained Alpha values above the expected minimum (0.706).

Regarding the analysis of construct validity, Factorial Analysis (FA) was used with the Principal Axis Method of Factor Extraction and Promax rotation. The 16 items analyzed (9 items of the presenteeism scale and 7 items of the VAW scale) provided a 2-axis factorial solution, with a total variance that can be explained by 67.9% of the original data. The factorial weights of the items of the VAW scale met the requirements to be validated due that the factorial weights exceeded 0.706, and the communalities 50%. The items of the presenteeism scale obtained factorial weights between 0.604 and 0.820, though three of nine items did not meet the established requirements to be validated.

Structural equation modelling of partial least squares (PLS-SEM) was used to give a greater support to the scales validation. Table 3 shows that all the factorial weights of the items of the two scales are higher than the expected minimum (0.706), showing high levels of composite reliability (between 0.776 and 0.891) and an average extracted variance by scale between 0.615 and 0.804.

**Table 3.** *Validity of items of Presenteeism and VAW through Structural Equations of Variance using PLS*

Items	Factor Weight	Composite reliability	Variance extracted
I have difficulty of concentration or I have been distracted.	0.819	0.864	0.615
I had personal concerns unrelated to study.	0.753		
I have studied slower than usual.	0.805		
I was exhausted while I was studying or in class.	0.756		
I had mistaken in my tests or presentation of tasks.	0.851	0.832	0.713
I have decreased my academic performance.	0.837		
I had reprimands or warnings of my professors.	0.846	0.802	0.670
I have had discussions with my colleagues.	0.790		
My partner humbled you and said things that made you feel less or feel bad.	0.895	0.882	0.789
My partner took hold of my income or my salary.	0.842	0.800	0.667
My partner threatened me, insulted or verbally attacked.	0.901	0.891	0.804
My partner hit me, slap, kick, bit or strongly held my arm.	0.906	0.884	0.792
My partner attacked me with objects, sticks, sharp stabbing weapons or firearms.	0.774	0.865	0.617
My partner forced me to have sex without my consent.	0.818	0.776	0.635
My partner caused me serious physical injuries (bruises, sprains, injuries).	0.828	0.866	0.764

Source: own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

Using the structural equations of partial least squares it was found that Presenteeism has three sequentially linked dimensions. The distraction and exhaustion explains the 42.3% of the diminished performance, and the latter explains 20.2% of the decrease of the social cohesion by the claims and discussions with colleagues and professors. The impact of VAW was calculated by creating counterfactual scenarios. Two comparison groups have been established: case (women who have experienced VAW) and

control (women have not experienced VAW). In both groups, the averages of presenteeism were compared in days and incidents. The marginal difference of these averages is assumed as the impact of partner violence excluding other impacts, as long as the differences are significant using the null hypothesis test with a probability of less than 1%.

### **III. Results**

#### ***A. Descriptive Statistics***

96.5% of female university students manifested that they were distracted or exhausted in the last month during their classes, 82.2% manifested that in the last month they felt that their academic performance had decreased, 51.2% manifested that due to complaints and criticism for their low performance their social cohesion with colleagues and professors decreased, while 32.3% of the students reported intention to drop out the semester. On average, the students had 28.26 days lost (S.D. = 25.936) of classes and had 61.094 (S.D. = 61.09) incidents (discussions, reprimands or warnings) with their fellow students and professors in the academic year.

47.7% of students have experienced VAW in intimate partner relationships at some point in their lives. The most prevalent aggressions were psychological violence (42.5%), followed by verbal violence (20.0%), mild physical violence (13.4%), physical damage (5.9%), sexual violence (5.9%), economic violence (4.5%), and serious physical violence (2.5%). While 32.0% of students have experienced VAW in the last year, the aggressions reported were psychological violence (25.9%), followed by verbal violence (11.5%), mild physical violence (8.2%), physical damages (3.2%), sexual violence (3.1%), economic violence (2.7%) and serious physical violence (1.0%). The average rate of incidents perpetrated in the last academic year was 6.57 times per year.

#### ***B. VAW as a determining factor of presenteeism***

Table 4 shows the comparison of presenteeism in the groups of students who experience situations of partner violence in the last year and the group

that has never experienced it. The prevalence of presenteeism in students who experience VAW is between 3.3 and 13.7 percentage points higher than the presenteeism of the group that does not suffer. The desire of the students to drop out their studies is superior in 13%, in comparison with those that do not experience VAW.

**Table 4.** *Prevalence of presenteeism of students according experience of VAW during the last year (percentages)*

Items	Without violence	With violence	Chi Square
I have difficulty of concentration or I was distracted when I was studying.	81.9	89.5	87.494*
I study slower than usual.	76.0	86.2	71.476*
I was exhausted while I was studying or in class.	89.1	92.4	48.981*
I had personal concerns unrelated to study.	72.1	85.8	128.179*
I had errors in my tests or presentation of tasks because I was worried or something affected me.	68.1	75.1	41.285*
I had reprimands or warnings from my professors.	28.5	35.0	25.961**
I had difficulties or discussions with peers for not fulfilling assignments.	34.7	41.5	16.044**
I had an academic performance well below my abilities.	57.2	67.5	58.582*
I had desire to leave my studies.	27.9	40.9	65.947*

Note: \*P < 0.01; \*\*P < 0.05.

Source: own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

### ***C. The causal impact using SEM-PLS***

To analyze the existing relationship of VAW in intimate partner relationships and the variable presenteeism, structural equations of variance were used, finding that VAW has a direct impact on presenteeism, explaining it in a 7.2% either causing distraction, decrease in productivity or fostering the social cohesion of female university students.

In Table 5, it is observed that relations are stable and similar to the population parameters, since they have small standard errors. It is also observed that the size of the effect is small; however, it is significant because the confidence interval of  $F^2$  value ranges between 0.006 and 0.025.

**Table 5.** *Relation between dimensions: VAW during the last year and Presenteeism*

Analysis SEM - PLS (Beta values)	Original simple / F (O)	Sample mean / F (M)	Standard error (STERR)	T Statistic (O/STERR)
Significance of the path coefficients	0.247	0.251	0.020	12.304
Effect size coefficients	0.065	0.068	0.012	5.602*

*Note:* simulation by bootstrapping. Resampling (5000 times),  $p < 0.01$ ; Bootstrapping is a nonparametric procedure applied to test whether the path coefficients (beta) are significant, by estimating standard errors for estimates. All values are significant. \*  $P < 0.01$ .

*Source:* own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

#### ***D. Counterfactual scenario***

There were significant differences in the days and incidents of presenteeism occurred in the academic year, when the groups are compared according to the experience of VAW. The group of students who experienced VAW had a higher number of days with presenteeism (36.34, S.D. = 26.834) compared to the group of students who have never experienced VAW (28.32, S.D. = 24.277).

Regarding the incidents caused by presenteeism, the group of students who experienced VAW at present had more incidents caused by presenteeism compared to the group that never experienced VAW (72.08, S.D. = 81.110 vs 54.96, S.D. = 71.643).

To support these averages, the Propensity Score Matching (PSM) technique was used in order to match the comparisons and ensure that groups are quasi-equivalent. This is done because the comparison groups were not equivalent. Propensity scores have been calculated taking into consideration

the demographic variables that show significant differences in the comparison groups (see Table 6).

**Table 6.** *Demographic and educational differences in students according experience of VAW during the last year (percentages)*

	Items	Without Violence (N = 1715)	With Violence (N = 1787)	Chi Square
<b>Schools</b>	Business	80.9	81.0	0.509
	Engineering	19.1	19.0	
<b>Occupation</b>	Only study	65.6	60.6	10.477**
	Study and work	34.4	39.4	
<b>Children</b>	Yes	4.2	8.5	26.828*
	No	95.8	91.5	
<b>Couple</b>	Yes	53.3	61.2	24.698*
	No	46.7	38.8	
<b>Type of relationship</b>	In love	82.6	77.1	18.681*
	Boyfriends	11.4	12.3	
	Married or cohabiting	4.6	8.8	
	Separated or divorced	0.3	0.3	
	Others	1.1	1.5	

Note: \*P < 0.01; \*\*P < 0.05.

Source: own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

In Table 7, it is observed that the VAW caused 8.47 days of presenteeism by distraction and exhaustion; these 8.47 days of presenteeism were similar to the result of unpaired averages (8.02 days). The number of critical incidents due to presenteeism (decreased performance and warnings or discussions with colleagues and / or professors) caused by VAW were 15.12 critical incidents in the academic year.

**Table 7.** Differences of presenteeism according to experience VAW (during the last year), through Propensity-Score Matching

Scale	Mean differences (unmarched)	Differences marched (Coef. B)	Standard error strong	z	CI 95%	
Presenteeism (days)	8.02	8.47	1.19	7.09*	6.1	10.8
Presenteeism (incidents)	17.12	15.12	3.42	4.42*	8.4	21.8

*Note:* number of observations Paired = 1761. Variables used to match: faculty, occupation, have children, have a partner, relationship type. \* Significant differences ( $p < 0.01$ ).

*Source:* own elaboration based on 2640 surveys to female students which have o had relationship.

## Conclusion

In Peru, as in many countries, VAW assessment studies have been carried out in companies and how this influences the effects of presenteeism and how these influence corporate costs, finding large economic losses, which has allowed the development of management models that help reduce VAW in companies (Logan et al., 2012; Duvvury et al., 2013). However, until now, Peruvian institutions have not addressed yet how VAW has an impact on university life, in view of this current scenario where VAW has been neglected among Peruvian university students. This is where the need to carry out research that addresses the university environment arises in order to look for solutions to university education.

The present study addressed the relationship of VAW in intimate partner relationships as a determining factor of academic presenteeism in female students of Peruvian universities. This research is one of the first to address this issue, however, several researchers from the academy have proven how VAW can affect academic performance (Mengo & Beverly, 2015; Valls et al., 2016).

The current study explained that academic presentism has four consecutive and sequential stages. These stages include distraction and exhaustion, decrease of social cohesion, decrease of academic performance,

and finally the intention to drop out. These first two would cause days of presenteeism, while the decrease of social cohesion would cause incidents. Almost all the participants said that sometime during the academic year they were distracted or exhausted, 8 out of 10 of the participants manifested that they feel their productivity has decreased. Likewise, half of the participants stated that due to their decrease in productivity, they had problems with their professors and fellow students, while the third part indicated that they had wanted to withdraw from the study semester. These results are related to different factors and not only they can happen to female students.

Another important result of the current study was the VAW report, where 3 out of 10 participants reported that they have suffered aggressions by their partners during the last year. This result is similar to the investigation of Umana et al. (2014), where it was found that 42.3% of students from Nigerian universities suffered violence by their partners. In the current study, the reported prevalence is lower because it is reported the violence suffered during the last year. As in other researches, the most prevalent aggressions were psychological violence, verbal violence and physical violence (Rubio-Garay et al., 2012; Rennison & Addington, 2014; Umana et al., 2014).

Finally, through the Propensity Score Matching, it was found that the VAW generates 8.47 days lost due to academic presenteeism caused by distraction and exhaustion. At the same time, 15.12 critical incidents with professors and colleagues are generated in the academic year. Based on the results obtained, it is found that VAW can be assumed as one of the factors that determine the academic presentism of the female students by 7.2%.

One reason why academic presenteeism would be determined by VAW may be due to the fact that students suffering from VAW, after being assaulted, feel anguished, guilty, depressed or some other symptom that does not allow them to completely concentrate during the moment of class. This conclusion is consistent with the research of Edwards et al. (2015), where it is suggested that women assaulted by their partners are related to distress and psychological symptoms positively. This means that the more aggressions perpetrated by their partners, the female students feel more anguished, guilty or other psychological symptoms. Another study that supports this

conclusion is the one conducted by Hossain et al. (2014), where it is examined the association between depression and sexual violence. The results showed that students who were reported as diagnosed with depression had 1.56 times more probabilities than those who had never been diagnosed with depression for having experienced sexual violence.

As shown in the current study, there was a complex relationship between presenteeism and VAW in the educational field. However, in the business context, VAW is a determining factor of presenteeism and this affects the business costs. Indeed, the study by Reeves and O'Leary-Kelly (2007) reported that current victims of intimate partner violence had an average of 72 hours of more distraction annually, compared to those who were not victims. In this regard, the results of the current study showed that in the educational field VAW can also act as a determining factor of academic presenteeism.

Despite the information obtained from the current study, there were limitations that should be mentioned. In the first place, the sample was demographically homogeneous, in spite of having a national sample, it is not possible to generalize the results to the whole country since the sample is not proportional to the number of students per region. Future researches should include proportional samples from all regions of the country in order to carry out a better analysis. Secondly, the current study used a transversal design, which did not allow to analyze a temporal sequence between VAW and presenteeism. It is possible that students who experience aggression by their partner, more frequently, wish to drop out or this presentism becomes absenteeism. The current study's understanding of these complex processes would be improved by the use of longitudinal methodologies.

Although continuous research is needed in order to explore more specifically VAW as a determining factor of presenteeism, the current study provides some scopes for improving educational policies and management models in universities. First, the results suggest that due to VAW there may be distraction and exhaustion, decreased productivity, problems with professors and the intention to drop out. As well as, it is reported high prevalence of different types of VAW that students are currently suffering. Educational institutions could develop VAW prevention strategies and programs to treat

students who are suffering VAW. Although VAW is invisibilized by students because of their age (Miller, 2017), it is necessary for universities to have these prevention programs. As authorities, professors and students become aware of how VAW affects university life, models of prevention and intervention will be promoted in the university context.

### References

- Adams, A. E., Greeson, M. R., Kennedy, A. C. & Tolman, R. M. (2013). The effects of adolescent intimate partner violence on women's educational attainment and earnings. *Journal of Interpersonal Violence*, 28(17), 3283-3300.
- Asante, F., Fenny, A., Dzudzor, M., Chadha, M., Scriver, S., Ballantine, C. & Duvvury, N. (2019). *Economic and Social Costs of Violence Against Women and Girls in Ghana: Country Technical Report*. Irlanda: Galway NUI.
- Chafloque-Céspedes, R., Vara-Horna, A., Lopez-Odar, D., Santi-Huaranca, I., Diaz-Rosillo, A. & Asencios-Gonzalez, Z. (2018). Ausentismo, presentismo y rendimiento académico en estudiantes de universidades peruanas. *Propósitos y Representaciones*, 6(1), 83-133.
- Chan, K., Straus, M., Brownridge, D., Tiwari, A. & Leung, W. (2008). Prevalence of dating partner violence and suicidal ideation among male and female University Students Worldwide. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 53(6), 529-537. <http://doi.org/10.1016/j.jmwh.2008.04.016>
- Deroma, V., Leach, J. & Leverett, J. (2009). The relationship between depression and college academic performance. *College Student Journal*, 43(2), 325-335.
- Duvvury, N., Callan, A., Carney, P. & Raghavendra, S. (2013). *Intimate partner violence: Economic costs and implications for growth and development* (Women's Voice, Agency, & Participation Research Series, No. 3). <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986>

[/16697/825320WP0Intim00Box379862B00PUBLIC0.pdf?sequence=1](#)

- Edwards, K., Dardis, C., Sylaska, K. & Gidycz C. A. (2015). Informal social reactions to college women's disclosure of intimate partner violence: Associations with psychological and relational variables. *Journal of Interpersonal Violence*, 30(1), 25-44. <http://doi.org/10.1177/0886260514532524>
- Elmusharaf, K., Scriver, S., Chadha, M., Ballantine, C., Raghavendra, S., Sabir, M., Duvvury, N., Kennedy, J., Grant-Vest, S. & Edopu, P. (2019). *Economic & social costs of VAWG violence against women & girls South Sudan*. <https://www.whatworks.co.za/resources/reports/item/594-economic-and-social-costs-of-violence-against-women-in-south-sudan-technical-report>
- Ferritto, V. (2013). *Presenteeism, participation in a worksite wellness program, and employee income and education: a correlational quantitative study of workers in the New York Designated Market Area (NYDMA)* (Dissertation, Capella University, UMI 3593082).
- Ferritto, V. (2016). Maritime education factors and presenteeism: A comparative quantitative study. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 15(2), 353-380. <http://doi.org/10.1007/s13437-015-0098-9>
- Galliker, S., Nicoletti, C., Feer, S., Etzer-Hofer, I., Brunner, B., Grosse Holtforth, M., Melloh, M., Dratva, J. & Elfering, A. (2020). Quality of leadership and presenteeism in health professions education and research: a test of a recovery-based process model with cognitive irritation and impaired sleep as mediators. *Psychology, Health & Medicine*, 25(2), 239-251.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) (2015). *Los costos empresariales de la violencia contra las mujeres en Paraguay*. Asunción, Paraguay: AGR SA Servicios Gráficos.
- Hemp, P. (2004). Presenteeism: At work - but out of it. *Harvard Business Review*, 82(10), 49-58.

- Herrera, J. M. & Arena, C. A. (2010). Consumo de alcohol y violencia doméstica contra las mujeres: un estudio con estudiantes universitarias de México. *RLAE*, 18(559), 557-564.
- Hossain, M., Memiah, P. & Adeyinka, A. (2014). Are female college students who are diagnosed with depression at greater risk of experiencing sexual violence on college campus? *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, 25(3),1341-1359. <http://doi.org/10.1353/hpu.2014.0146>
- Johns, G. (2011). Attendance dynamics at work: the antecedents and correlates of presenteeism, absenteeism, and productivity loss. *Journal of Occupational Health Psychology*, 16(4), 483-500. <http://doi.org/10.1037/a0025153>
- Jordan, C., Combs, J. & Smith, G. (2014). An Exploration of Sexual Victimization and Academic Performance Among College Women. *Sage Journal*, 15(3), 131-200. <http://doi.org/10.1177/1524838014520637>
- Lerner, D., Amick III, B., Rogers, W., Malspeis, S., Bungay, K. & Cynn, D. (2001). The work limitations questionnaire. *Medical Care*, 39(1), 72-82.
- Logan, T., Walker, R. & Hoyt, W. (2012). The economic costs of partner violence and the cost-benefit of civil protective orders. *Journal of Interpersonal Violence*, 27(6), 1137-1154. <http://doi.org/10.1177/0886260511424500>
- Matsushita, M., Adachi, H., Arakida, M., Namura, I., Takahashi, Y., Miyata, M. & Sugita, Y. (2011). Presenteeism in college students: Reliability and validity of the presenteeism scale for students. *Quality of Life Research*, 20(3), 439-446. <http://doi.org/10.1007/s11136-010-9763-9>
- Mengo, C. & Beverly, M. (2015). Violence victimization on a college campus. Impacts on GPA and school dropout. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 18(2), 234-248. <http://doi.org/10.1177/1521025115584750>
- Merrill, R., Aldana, S., Pope, J., Anderson, D., Coberley, C. & Whitmer, R. (2012). Presenteeism according to healthy behaviors, physical health,

- and work environment. *Population Health Management*, 15(5), 293-301. <http://doi.org/10.1089/pop.2012.0003>
- Mikami, A., Matsushita, M., Adachi, H., Suganuma, N., Koyama, A., Ichimi, N. & Sugita, Y. (2013). Sense of coherence, health problems, and presenteeism in Japanese university students. *Asian Journal of Psychiatry*, 6(5), 369-372. <http://doi.org/10.1016/j.ajp.2013.03.008>
- Miller, E. (2017). Prevention of and interventions for dating and sexual violence in adolescence. *Pediatric Clinics of North America*, 64(2), 423-434 <http://doi.org/10.1016/j.pcl.2016.11.010>
- Phipps, A. & Smith, G. (2012). Violence against women students in the UK: Time to take action. *Gender and Education*, 24(4), 357-373. <http://doi.org/10.1080/09540253.2011.628928>
- Reeves, C. & O'Leary-Kelly, A. (2007). The effects and costs of intimate partner violence for work organizations. *Journal of Interpersonal Violence*, 22(3), 327-344. <http://doi.org/10.1177/0886260506295382>
- Rennison, C. & Addington, L. (2014). Violence against college women: A review to identify limitations in defining the problem and inform future research. *Trauma, Violence, and Abuse*, 15(3), 159-169. <http://doi.org/10.1177/152483801452072>
- Rubio-Garay, F., López-González, M. & Sánchez-Elvira-Paniagua, A. (2012). Directionality and violence expression in dating relationships of young people. *Acción Psicológica*, 9(1), 61-70. <http://doi.org/10.5944/ap.9.1.437>
- SPDC (Social Policy and Development Centre), NUI Galway, Ipsos Mori & ICRW (International Centre for Research on Women) (2019). *Economic and Social Costs of Violence against Women in Pakistan: Summary Report April 2019*. Irlanda. Galway NUI.
- Stewart, W., Ricci, J., Chee, E., Hann, S. & Morganstein, D. (2003). Cost of lost productive work time among US workers with depression. *Journal of the American Medical Association*, 289(23), 3135-3144. <http://doi.org/10.1001/jama.289.23.3135>

- Straus, M., Hamby, S., Boney-McCoy, S. & Sugarman, D. (1996). The revised conflict tactics scales (CTS) development and preliminary psychometric data. *Journal of Family Issues*, 17(3), 283-316.
- Swanberg, J. E., Macke, C. & Logan, T. K. (2006). Intimate partner violence, women, and work: Coping on the job. *Violence and Victims*, 21(5), 561-578.
- Umana, J., Fawole, O. & Adeoye, I. (2014). Prevalence and correlates of intimate partner violence towards female students of the university of Ibadan, Nigeria. *BMC Women's Health*, 14(131). <http://doi.org/10.1186/1472-6874-14-131>
- University of Limerick & NUI Galway (2019). *Economic and Social Costs of Violence Against Women in South Sudan: Summary Report*. Irlanda, Galway: NUI Galway. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2019-07/economic-social-costs-violence-women-girls-south-sudan-2019.pdf>
- Valls, R., Puigvert, L., Melgar, P. & García-Yeste, C. (2016). Breaking the silence at Spanish universities: Findings from the first study of violence against women on campuses in Spain. *Violence Against Women*, 22(13), 1519-1539. <http://doi.org/10.1177/1077801215627511>
- Vänni, K., Neupane, S. & Nygård, C. (2017). An effort to assess the relation between productivity loss costs and presenteeism at work. *International Journal of Occupational Safety & Ergonomics*, 23(1), 33-43. <http://doi.org/10.1080/10803548.2016.1197578>
- Vara-Horna, A. (2015). *Los costos empresariales de la violencia contra las mujeres en Bolivia. Una estimación del impacto invisible para la productividad de la violencia contra las mujeres en relaciones de pareja*. La Paz, Bolivia: Agencia de Cooperación Alemana GIZ.
- Vara-Horna, A., Santi, I., Asencios-Gonzalez, Z. & Lescano, G. (2017). *Impacto de la violencia contra las mujeres en el desempeño laboral docente en la Región Callao - Perú*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres.

- Vázquez, F., Torres, A., Otero, P., Blanco, V. & López, M. (2010). Prevalence and risk factors of violence against women among spanish female university students. [Prevalencia y factores de riesgo de la violencia contra la mujer en estudiantes universitarias españolas]. *Psicothema*, 22(2), 196-201.
- Wang, J., Schmitz, N., Smailes, E., Sareen, J. & Patten, S. (2010). Workplace characteristics, depression, and health-related presenteeism in a general population sample. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 52(8), 836-842. <http://doi.org/10.1097/JOM.0b013e3181ed3d80>
- Yoshida, M. & Miki, A. (2018). Factors Related to Presenteeism in Young and Middle-aged Nurses. *Sangyo Eiseigaku Zasshi (Journal of Occupational Health)*, 60(2), 31-40. <http://doi.org/10.1539/sangyoeisei.17-019-b>

# Revista Desarrollo y Sociedad

85

DESARRO. SOC., segundo cuatrimestre 2020  
ISSN 0120-3584, E-ISSN 1900-7760

Nota editorial

Jorge H. Maldonado 7

Artículos

Subdeclaración de ventas en la Argentina: ¿qué tamaño y determinantes tiene el fenómeno desde la percepción de los profesionales en ciencias económicas?

Florencia Verónica Pedroni, Gabriela Pesce, Anahí Briozzo y Sandro Monsueto 11

Efectos entre las actividades de innovación, exportación y productividad: un análisis de las empresas manufactureras peruanas

José Luis Nolazco 67

Patrones y dinámicas espaciales de desarrollo humano en los municipios de México

Víctor Manuel Gerónimo Antonio, José Antonio Marina Clemente y Alma Rubí Vázquez Hernández 111

The Impact of Health Conditionalities in Conditional Cash Transfer Programmes: The Case of the AUH in Argentina

Matthew Walsh, Santiago Poy y Ianina Tuñón 157

Minería metalífera, impacto económico y conflictividad. Un análisis del proyecto minero de plata "Navidad" en la Patagonia argentina

Diego I. Murguía 193

Demanda de dinero en América Latina, 1996-2016: una aplicación de cointegración en datos de panel

Alfredo Vilca, Alejandro Torres, Carlos Esteban Posada y Hermilson Velásquez 233

**CEDE**  
CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO

 Universidad de  
los Andes  
Facultad de Economía

Los resúmenes de los artículos pueden consultarse por medio de la página: <https://revistas.uniandes.edu.co/journal/dys>. Para compras comunicarse con la Librería Uniandes al teléfono: 339 49 49 extensión 2181. Para información sobre las guías para enviar artículos, comunicarse con el Comité Editorial al correo [revistadesarrolloysociedad@uniandes.edu.co](mailto:revistadesarrolloysociedad@uniandes.edu.co)

Para suscripciones ingresar al link:

[http://economia.uniandes.edu.co/suscripciones\\_dys](http://economia.uniandes.edu.co/suscripciones_dys)

# **Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia**

---

**Juliana Díaz-García, Germán Valencia-Agudelo, Isabel Cristina Carmona-Garcés y Laura Inés González-Zapata**



Juliana Díaz-García, Germán Valencia-Agudelo, Isabel Cristina Carmona-Garcés y Laura Inés González-Zapata

## Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia

**Resumen:** *Los grupos de interés son actores clave en las decisiones de política pública. Este artículo analiza el proceso decisorio de la propuesta de impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia y el papel de grupos de interés en ese proceso. Con este objetivo, el presente estudio usa el análisis stakeholder, para el cual se recolectó información sobre el proceso decisorio y el papel de los grupos de interés a partir de revisión documental y entrevistas estructuradas; además, se determinó el grado de relaciones, incidencia y poder de los grupos de interés entrevistados. Los hallazgos muestran la influencia y el poder de la industria de bebidas para bloquear procesos de agenda pública que van en contra de sus intereses; para lo cual usan diferentes instrumentos, como la capacidad organizativa y de persuasión, su poder económico, entre otros. En conclusión, la toma de decisiones se da en función de la movilización de los distintos intereses sectoriales. Este caso refleja la necesidad del fortalecimiento del sistema democrático, con mayor incidencia de la sociedad civil.*

**Palabras clave:** *grupos de interés; poder político; impuestos; bebidas no alcohólicas.*

**Clasificación JEL:** *D78, H3, I18.*

## Stakeholders and the consumption tax of sugar-sweetened beverages in Colombia

**Abstract:** *Stakeholders are key actors in public policy decisions. This article analyzes the decision-making process of the proposed consumption tax on sweetened beverages in Colombia and the role of stakeholders in that process. To this purpose, this study uses stakeholder analysis, for which information on the decision-making process and the role of stakeholders was collected from document review and structured interviews; in addition, the level of relationships, incidence, and power of the interviewed stakeholders was determined. The findings show the influence and power of the beverage industry to block public agenda processes that go against their interests; for which they use different instruments, such as organizational and persuasive capacity, their economic power, among others. In conclusion, decision making is a function of the mobilization of different sectoral interests. This case reflects the need to strengthen the democratic system, with greater influence from civil society.*

**Keywords:** *stakeholders; political power; taxes; non-alcoholic beverage.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338783>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Groupes d'intérêt et taxe à la consommation sur les boissons sucrées en Colombie**

**Résumé:** *Les groupes d'intérêt sont des acteurs clés dans les décisions concernant les politiques publiques. Cet article analyse le processus décisionnel du projet de loi qui prévoit une taxe à la consommation sur les boissons sucrées en Colombie, ainsi que le rôle joué par les groupes d'intérêt. Cette étude utilise une analyse des parties prenantes, dont les informations sur le processus décisionnel et le rôle des groupes d'intérêt ont été collectées d'après une revue documentaire et d'entrevues structurées. De plus, le degré de relations, l'incidence et le pouvoir des groupes d'intérêt interrogés ont été ainsi déterminés. Les résultats montrent l'influence et le pouvoir de l'industrie des boissons pour bloquer les processus d'agenda public qui vont à l'encontre de l'intérêt général. Cette industrie utilise différents instruments tels que la capacité organisationnelle, la persuasion et le pouvoir économique parmi d'autres. En conclusion, la prise de décision se fait sur la base de la mobilisation des différents intérêts sectoriels. Ce cas d'étude reflète le besoin de renforcer le système démocratique, avec une plus grande participation de la société civile.*

**Mots clés:** *groupes d'intérêt; pouvoir politique; taxes; boissons non alcoolisées.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Díaz-García, J., Valencia-Agudelo, G., Carmona-Garcés, I. C. & González-Zapata, L. I. (2020). Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia. *Lecturas de Economía*, 93, 155-187.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338783>

# Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia

Juliana Díaz-García <sup>a</sup>, Germán Valencia-Agudelo <sup>b</sup>, Isabel Cristina Carmona-Garcés <sup>c</sup> y Laura Inés González-Zapata <sup>d</sup>

–Introducción. –I. Referentes conceptuales. –II. Metodología. –III. Resultados. –Discusión final. –Referencias.

*Primera versión recibida el 11 de junio de 2019; versión final aceptada el 13 de abril de 2020*

## Introducción

En la actualidad los sistemas democráticos tienen un gran reto, dada la diversidad de actores involucrados en el proceso de elaboración y puesta en marcha de las políticas públicas. De allí que se requiera, por un lado, establecer métodos especiales de organización, delegación, especialización y dirección, que permitan a los órganos legislativo y ejecutivo emprender adecuadamente los diferentes momentos del ciclo de la política; por el otro,

---

<sup>a</sup> *Juliana Díaz-García*: profesora de cátedra de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [juliana.diaz@udea.edu.co](mailto:juliana.diaz@udea.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-5123-2413>

<sup>b</sup> *Germán Valencia-Agudelo*: profesor titular del Instituto de Estudios Políticos de la Universidad de Antioquia e Integrante de los grupos de investigación Hegemonía, Guerras y Conflictos, y Microeconomía Aplicada de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [german.valencia@udea.edu.co](mailto:german.valencia@udea.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-6412-6986>

<sup>c</sup> *Isabel Cristina Carmona-Garcés*: profesora de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia e integrante del Grupo de Investigación Interdisciplinaria en Educación para la Salud y Educación Nutricional de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [isabel.carmona@udea.edu.co](mailto:isabel.carmona@udea.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-9757-7054>

<sup>d</sup> *Laura Inés González-Zapata*: profesora titular de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia y Coordinadora del Grupo de Investigación en Determinantes Sociales y Económicos de la Situación de Salud y Nutrición, de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [laura.gonzalez@udea.edu.co](mailto:laura.gonzalez@udea.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-0345-3799>

se precisa controlar los conflictos del gran número de intereses que presionan libremente con sus demandas (Lindblüm, 1991, p. 86).

Los grupos de interés o *Stakeholders* son reconocidos como actores decisores de las políticas públicas (Saurugger, 2016; McKay & Webb, 2007; Victor, 2007; Dusso, 2010). En estos se encuentran la empresa privada, los ciudadanos influyentes, las agrupaciones de trabajadores, los periodistas, los líderes de la opinión pública y las organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros grupos de la sociedad civil (Lindblüm, 1991, p. 58). Los grupos de interés ponen en evidencia el cambio de paradigma de la gestión pública, en el cual la administración estructural funcionalista era el único organismo encargado de tomar decisiones y de poner en práctica las reglas formales, pero pasó a convertirse en un espacio de incidencia de un gran número de actores económicos, sociales, políticos y gubernamentales, con relaciones que pueden ser equitativas, simétricas, incluyentes o, por el contrario, dominantes, con base en su poder y estamento (Aguilar, 2015, p. 71).

En Colombia algunos grupos de interés influyen el sistema democrático. Uno de los casos que puso de manifiesto esta situación se evidenció en la pasada reforma tributaria presentada por el Gobierno nacional en 2016. En ella se propuso crear un impuesto saludable a las bebidas azucaradas, que permitiera desincentivar el consumo en la población colombiana. Esta propuesta surgió debido a que existe suficiente evidencia que soporta la magnitud de la problemática de sobrepeso y obesidad asociada al consumo de estas bebidas, y al riesgo de contraer enfermedades no transmisibles (OMS, 2015). La carga estimada de enfermedades mundiales, regionales y nacionales relacionadas con el consumo de bebidas azucaradas en 2010 (Singh et al., 2015), por ejemplo, evidenció que 184000 muertes al año se atribuyeron al consumo de bebidas azucaradas, con mayor prevalencia en países de medianos ingresos, como es el caso de México, que fue el país con mayor mortalidad asociada a este consumo. En Colombia se reportó un consumo de bebidas tipo gaseosa o refrescos por el 81,2% de los habitantes, de los cuales se observó que casi 1 de cada 3 personas entre 14 y 30 años lo hace a diario (MPS, INS & ICBF, 2010).

Además, se justificó la creación del impuesto con la necesidad de generar ingresos fiscales para contribuir a financiar los gastos que el consumo de bebidas azucaradas acarrea para el sistema de salud pública (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016, p. 178; OMS, 2015). Esto debido a que los impuestos son el mecanismo más comúnmente utilizado por los Estados modernos para mitigar los costos de las externalidades negativas, es decir, de las acciones de carácter privado que afectan en forma negativa el bienestar de la sociedad (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016, p. 7; Stiglitz, 2000). Los debates giraron en torno a temas como el carácter regresivo o progresivo del impuesto y los efectos en la población de menores ingresos, que verían limitado su acceso a las bebidas azucaradas. Este último argumento se rebatía con la afirmación de los efectos beneficiosos que podría tener esta circunstancia en su salud, si se tiene en cuenta que la obesidad y la diabetes afectan con mayor frecuencia a las personas en condiciones de pobreza, y que el impuesto contribuiría a financiar el sistema de salud (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016, p. 178).

El impuesto nacional al consumo de bebidas azucaradas contempló una tarifa de 300 pesos por litro (entre 10 y 15 centavos de dólar) o su equivalente a bebidas gaseosas, bebidas a base de malta, bebidas tipo té o café, bebidas a base de fruta en cualquier concentración, refrescos y néctares de fruta, bebidas energizantes, bebidas deportivas, refrescos, aguas endulzadas y polvos que sirvan como base para preparar bebidas; esto tanto para las producidas nacionalmente como para las importadas y bajo la responsabilidad de los productores o importadores de estos productos (Congreso de la República de Colombia, 2016).

Alrededor de la propuesta surgieron distintas posturas de los actores y grupos de interés implicados, entre ellos el Congreso de la República, la industria de bebidas y, algunos otros miembros de la sociedad civil, como investigadores nacionales e internacionales, medios de comunicación y algunas ONG (García, Villar-Uribe & Iunes, 2017, pp. 27-36). Esta medida tributaria no fue incluida por la Comisión Tercera de la Cámara de Representantes en el paquete de reforma tributaria entregado al Congreso de la República el 5 de diciembre de 2016, razón por la cual no pudo ser debatida en esta instancia. Lo anterior, marca un antecedente en la agenda de política

pública en cuanto a impuestos saludables, considerando que Colombia ha sido el único país en el mundo que, presentada esta iniciativa, no la somete a consideración del Poder Legislativo.

Cabe decir que, después del debate de este impuesto saludable a las bebidas azucaradas, en la reforma tributaria aprobada en 2018, se incluyó un impuesto monofásico a las mismas; sin embargo, no tiene el objetivo de financiar los costos de las externalidades negativas ni de desestimular el consumo por razones de salud, como es recomendado por los expertos del tema en el mundo, dada su relación estrecha con el sobrepeso, la obesidad, la diabetes, la caries dental, entre otros (Nestle, 2015, pp. 53-77).

Este artículo aborda los sucesos alrededor de la propuesta de impuesto saludable a las bebidas azucaradas en Colombia en el 2016, como un ejemplo que evidencia con claridad el poder de grupos de interés en las decisiones públicas del país, y en este caso expresado por la capacidad de intervención y decisión de la industria de bebidas azucaradas. Para abordar este tema, se da respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cómo fue el proceso decisorio en torno a la propuesta de impuesto al consumo de bebidas azucaradas? y ¿cuál fue el papel de los diferentes grupos de interés en ese proceso?

## I. Referentes conceptuales

### *A. La formación de agenda y la definición del problema público*

El objeto de análisis de este trabajo se inscribe, de acuerdo con Aguilar (2015), en las dos primeras fases del ciclo de política pública: la formación de agenda y la definición del problema público, las cuales son “operaciones intelectuales y políticas que la decisión de la política requiere llevar a cabo para ser pública, real y eficaz” (p. 59). Estas fases constituyen una decisión en sí misma porque los diferentes actores involucrados en el proceso determinan si una situación es un problema público o no, en qué consiste el problema, sus causas y consecuencias, cuáles deberían ser los mecanismos de actuación, qué instrumentos de intervención se requerirían, qué recursos son necesarios y cuáles son los resultados esperados, entre otros aspectos.

En las discusiones recientes sobre estas dos etapas del ciclo de las políticas públicas y la manera de resolver todos los asuntos por los que allí se indagan, se encuentran dos enfoques analíticos dominantes: el pluralismo democrático y la elección pública (*Public Choice*). El primer enfoque, proveniente de la ciencia política, defiende la idea de una fragmentación de la sociedad y del Estado; presenta a ambos actores como compuestos por grupos diversos, con intereses dispares y que disponen de un amplio abanico de recursos para influir en el sistema de gobierno (o Estado), que a la vez también es diverso y conflictivo (Medina, 2009). Para el pluralismo, el Estado lo integra un conjunto de instituciones, tales como los poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial; estos actores reflejan las demandas de la sociedad y se ven constreñidos por el poder compensador de quienes representan (sociedad civil y otras organizaciones) (Smith, 1997).

El aporte de este enfoque a la relación entre políticas públicas y grupos de interés está en el énfasis en el estudio de las motivaciones de los actores y el entendimiento de las lógicas subyacentes, y además en la definición de los comportamientos dados en las arenas volátiles del ejercicio del gobierno (Vargas, 2008). También el enfoque permite resaltar el papel que tienen los empresarios, como grupo de interés, en el sistema democrático; muestra su privilegio en términos de posesión de recursos e influencia sobre las decisiones del Estado (Valencia, 2005). Finalmente, posibilita analizar las interacciones entre gobierno y grupos de interés, ya sea que se mire al gobierno como grupo de interés (ministerios, funcionarios públicos, legisladores, etc.) o en su interacción con agentes externos (empresarios, sindicatos, asociaciones de consumidores, etc.). En definitiva, el pluralismo democrático es útil para poner la mira en los grupos de interés, identificando sus motivaciones, valores y forma de operar para ejercer presión en la toma de decisiones del gobierno.

El segundo enfoque, proveniente de la economía, es defendido por la teoría de la elección racional. Presenta la decisión de política pública como una actividad racional, en la cual los agentes tienen que elegir, entre diversas opciones, aquella que sea más conveniente o mayor bienestar les dé (individual o colectivamente) (Vidal, 2008). Según este enfoque, el Estado como representante de la sociedad debería intervenir en los diversos

mercados, con el fin de minimizar los efectos secundarios (externalidades negativas) que tiene el consumo de un bien o servicio, y proponer a la industria unos acuerdos de riesgo compartido. Esta visión muestra que los agentes, sean individuales o grupales, deben decidir sobre cuál es la mejor forma posible de alcanzar sus metas teniendo en cuenta el comportamiento racional y estratégico, y las interacciones ambientales.

Dado el poder analítico que tienen ambos enfoques en el análisis de las políticas públicas y los grupos de interés, es conveniente utilizarlos conjuntamente. Se retoma de la elección racional la idea maximizadora de utilidad, y del pluralismo democrático la manera como analiza los grupos de interés y como estos utilizan los instrumentos de poder que tienen a su alcance para ejercer incidencia y lograr sus objetivos. Ambos enfoques ayudan a analizar la toma de decisiones públicas como resultado de una interacción de numerosas fuerzas y pasiones, sujetos a influencias de diversos órdenes y siempre relacionados en las luchas por el poder, el ejercicio y el control (Vargas, 2008).

### ***B. Incidencia y poder en las políticas públicas***

Durante el ciclo de las políticas, la formación de agenda es una etapa sumamente frágil, la cual requiere de la participación de los tomadores de decisiones y de una acción colectiva de la sociedad civil, en cabeza de cualquier organización que la represente (ONG, organizaciones de base o movimientos sociales, entre otras). Estos actores son claves en la dinámica social de los sistemas democráticos, deben trabajar para fortalecer los mecanismos de incidencia en la agenda y velar por la permanencia y priorización de sus intereses (Valencia, 2012, p. 480). No obstante, no son los únicos que se movilizan para penetrar la agenda del gobierno y lograr imponer sus preferencias, otros grupos de interés económicos, privados y políticos, entre otros, también intervienen. Ello evidencia que las políticas públicas son un juego político resultado de la incidencia de múltiples actores que luchan para lograr su inclusión en la toma de decisiones políticas.

En este sentido, vale la pena definir el término *incidencia* en las políticas públicas como las “actividades confrontativas y cooperativas que implican

interactuar con el gobierno y otras instituciones públicas” (Tapia et al., 2010, p. 13). Sin embargo, para que sea efectiva, es decir, para que llegue a permear las decisiones públicas, Valencia (2012) señala algunos retos que tienen los actores, especialmente la sociedad civil, como “aumentar la legitimidad, fortalecerse en conocimientos e información, aumentar los recursos para tener mayor autonomía frente al Estado, utilizar mejor sus instrumentos de poder para decidir e incidir” (p. 488), entre otros.

Según Bachrach y Baratz (1963), el poder y la influencia pueden y deben distinguirse. Sin embargo, la línea entre ellos es difícil de trazar. Su dificultad radica en el hecho de que los dos, en ocasiones, se refuerzan mutuamente; esto es, el poder genera frecuentemente influencia y viceversa. La amenaza de sanciones es lo que hace diferente al poder de la influencia. Para que una relación de poder exista debe cumplir tres condiciones, a saber:

Primero debe haber un conflicto de intereses o de valores entre dos o más personas o grupos. Segundo, *A* accede realmente a los deseos de *B* [...], y tercero, una relación de poder es posible sólo si una de las partes puede amenazar al invocar sanciones: poder es el proceso de afectar las políticas de otros con la ayuda de severas sanciones (...amenazando), por no estar conforme con las políticas deseadas (Bachrach & Baratz, 1963, p. 83).

En el caso particular de este trabajo, poder e influencia se abordaron como dos variables independientes para determinar cómo estas se reforzaron mutuamente en la toma de decisiones.

### ***C. Los grupos de interés en las políticas públicas***

Algunos de los actores reconocidos por su incidencia y poder en la política pública y de particular relevancia en este trabajo, son los grupos de interés. Estos son definidos por David Truman (1951), quien introdujo el concepto en 1951 por primera vez, como “cualquier grupo que, sobre la base de una o más actitudes compartidas, hace ciertas reivindicaciones sobre otros grupos en la sociedad para el establecimiento, mantenimiento o mejora de formas

de comportamiento” (p. 246). Por otra parte, nociones más contemporáneas entienden las actividades de los grupos de interés como:

Todas las interacciones a través de las cuales los individuos y grupos privados sin autoridad gubernamental pretenden influir en las políticas públicas, junto con las interacciones e influencias de los funcionarios del gobierno que van más allá del uso directo de su autoridad (Lindblüm, 1991, p. 110).

Saurugger (2016) sugiere incluir entre los grupos de interés, además de la empresa privada, los ciudadanos influyentes, las agrupaciones de trabajadores, los periodistas y otros líderes de la opinión pública, las ONG y la sociedad civil, y las empresas y servicios del Estado, dado que “el Estado es un receptor de demandas provenientes de grupos de interés, al tiempo que sus servicios administrativos o políticos pueden ellos mismos transformarse en grupos de interés” (p. 331).

Con respecto a considerar o no a las personas con cargos públicos como grupos de interés, Lindblüm (1991, p. 109) señala que la línea divisoria es estrecha. En el caso de un miembro del Congreso que realiza una votación a favor o en contra como ejercicio de su rol para el Estado, no estaría ejerciendo una actividad de grupo de interés, mientras que, si intenta persuadir a un funcionario para influir en una política o con un profesional del *lobby* intenta influir a otros miembros del Congreso, es evidente que está haciéndolo. En este sentido y de acuerdo con la hipótesis del presente trabajo, los actores gubernamentales serán considerados como grupos de interés.

De acuerdo con Chávez (2006),

El Poder Legislativo o parlamento es sin duda la institución más importante del Estado moderno. Diversos autores se han ocupado en definirlo; la palabra parlamento hace referencia a la institución representativa de un Estado integrada por los propios ciudadanos mediante procesos electorales abiertos, que participan de manera insustituible en la formación de la voluntad general del Estado mediante la aprobación de leyes y normas financieras estatales, y controla en mayor o menor grado la actividad del gobierno (p. 94).

Se habla de que la principal función de los grupos de interés es la vigilancia; sin embargo, en función de sus actividades particulares ejercerán influencia para modificar una situación, incluso si va en contravía del bienestar común de la población. Algunas fuentes de incidencia e instrumentos de poder de los grupos de interés son: la persuasión, la influencia a través de la reglamentación, la entrega del voto y el apoyo a las campañas electorales (Lindblüm, 1991, pp. 113-116).

También existen otros instrumentos de poder disponibles, como la capacidad analítica, la capacidad organizativa y el dinero, los cuales generan desigualdad en las políticas debido a que están distribuidas inequitativamente y provocan que los diferentes grupos de interés no puedan ejercer una misma incidencia. En este sentido, Lindblüm (1991, p. 121) señala que los grupos empresariales tienen la ventaja frente a otros grupos de disponer de finanzas y de una mejor organización, así como de poder de negociación en términos de impacto al sector económico, laboral, social, ambiental, entre otros; por tanto, su capacidad de persuasión y presión es comparativamente mayor.

Por último, es necesario hablar de la noción de *decisión* o, para este caso particular, de la *no decisión*, de acuerdo con Bachrach y Baratz (1963), al decidir no considerar el impuesto al consumo de bebidas azucaradas propuesto como una manera de resolver el problema público de sobrepeso y obesidad. El concepto *decisión* en nuestro objeto de estudio está dado por la decisión pública, y esta es entendida como “el producto de un arbitraje constante entre la factibilidad política y la racionalidad económica o técnica y el resultado de la articulación entre *policy* y *politics*, entre la acción pública y sus públicos” (Halpern, 2016, p. 196). El proceso decisional no es lineal, se elabora bajo restricciones como información incompleta, reglas informales, entre otras. Algunos autores lo definen como un proceso caótico que se da en función de la movilización de los distintos intereses sectoriales y consiste en un *enjeu* de poder (intereses políticos en juego) (Halpern, 2016), que se ve reflejado en situaciones como la presentada en este trabajo.

## II. Metodología

Este estudio está basado en el análisis de interesados o *Stakeholder Analysis*, el cual centra la atención en los diferentes actores intervinientes en un determinado proceso de política pública y el rol que estos desempeñan en torno a la misma. Para este análisis, la metodología empleada se dividió en dos partes: una que aborda el proceso decisorio del impuesto al consumo de bebidas azucaradas y otra en torno al papel de los diferentes grupos de interés en ese proceso.

### A. El proceso decisorio

Para el análisis del proceso decisorio, así como de las diferentes posturas y roles asumidos por los diferentes actores, se realizó una revisión documental, que inicia en diciembre de 2015, momento en el cual comenzó a gestarse la propuesta del impuesto a las bebidas azucaradas en cabeza del Ministerio de Salud y Protección Social —MinSalud—, y finaliza el 5 de diciembre de 2016, cuando se toma la decisión de no incluir el impuesto en el paquete de reformas tributarias para ser sometido a consideración del Legislativo. Se incluyeron en el análisis las diferentes publicaciones realizadas por los grupos de interés en sus páginas oficiales, comunicados, artículos de prensa y publicaciones en redes sociales, principalmente de Twitter por ser la plataforma de distribución de información, posiciones o noticias de facto más usada.

Como grupos de interés para este trabajo se consideraron los siguientes actores clave por su representación de los diferentes sectores involucrados o su incidencia en el proceso decisorio: Congreso de la República, Asociación de Industriales de Colombia (ANDI), Federación Nacional de Comerciantes (Fenalco), MinSalud, Ministerio de Hacienda, medios de comunicación, Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), algunas ONG y el sector académico. Adicionalmente, se realizaron seis entrevistas estructuradas a: un representante de MMinSalud, un congresista, un representante de Fenalco, un periodista y columnista del periódico *El Colombiano* con publicaciones respecto al tema, un representante de la ONG Educar Consumidores y un académico de la Universidad Javeriana de Bogotá con amplia trayectoria

investigativa y participación activa alrededor de la propuesta al consumo de bebidas azucaradas, quienes aceptaron participar como voluntarios y voluntarias en la investigación, y diligenciaron el consentimiento informado para el uso de la información.

En la entrevista se indaga por aspectos generales, como la consideración de las enfermedades crónicas no transmisibles, el sobrepeso y la obesidad como un problema de salud pública, sus factores de riesgo, las medidas que deben tener el Estado, la industria y el individuo para afrontarlas y la apreciación acerca de los efectos que se les atribuyen a los impuestos saludables. También se preguntó por la percepción acerca de la propuesta y del proceso decisorio del impuesto al consumo de bebidas azucaradas y si se observan restricciones para la toma de decisiones y, finalmente, se indaga por el rol como persona o representante de alguna institución durante el proceso.

### ***B. El papel de los diferentes grupos de interés***

Con el propósito de determinar las relaciones entre los diferentes grupos de interés y su incidencia y poder, se realizó una revisión bibliográfica de las diferentes metodologías empleadas y no se encontró un consenso metodológico para este análisis. El presente trabajo propone unas escalas de valoración para ello y recoge parte de la metodología empleada en *Mapa de actores para la construcción de una política pública de trabajo decente en Medellín* (Centro de Análisis Político Universidad EAFIT, 2012), la cual retoma a su vez instrumentos del Banco Mundial para el análisis de interesados (*Stakeholder Analysis*).

El procedimiento realizado fue el siguiente: a los actores entrevistados se les solicitó una valoración de 1 a 5 de las variables *relaciones*, *incidencia* y *poder*, sobre la decisión de no establecer la medida fiscal, siendo 1 ninguno y 5 mucho; un ejercicio igual se realizó para las mismas variables teniendo en cuenta lo que para el entrevistado sería un escenario ideal. Con estos elementos se construyeron los mapas de actores, de acuerdo con la metodología planteada para el análisis de interesados; “esta es una metodología sistemática que usa datos cualitativos para determinar los

intereses e incidencia de diferentes grupos en relación con una reforma” (Banco Mundial, 2003, p. 17).

Si bien es cierto que el método usa datos cualitativos a partir de los instrumentos mencionados, para efectos de este estudio se establecieron promedios de los niveles de incidencia y poder según las calificaciones dadas por los entrevistados. Se ilustró en un gráfico de dispersión el cruce de las variables, y las líneas se trazaron de acuerdo con los promedios de incidencia en el eje vertical, y de poder en el eje horizontal, para reflejar la ubicación del grupo de interés en la toma de decisiones con respecto al impuesto. Aquellos actores más relevantes en el proceso se encontraron en el cuadrante I, donde coinciden los valores más altos de las variables analizadas (Tabla 1). Finalmente, el análisis se realizó mediante la transcripción de las entrevistas y se usó el *software* SPSS versión 23 (SPSS Inc., Chicago, EE. UU.) para la elaboración de gráficos de barras y de dispersión para los mapas de actores.

**Tabla 1.** *Esquema para la elaboración de los mapas de actores*

Escenario real en que se dio el proceso		Escenario ideal	
Cuadrante II Incidencia <sup>-</sup> , Poder <sup>+</sup>	Cuadrante I Incidencia <sup>+</sup> , Poder <sup>+</sup>	Cuadrante II Incidencia <sup>-</sup> , Poder <sup>+</sup>	Cuadrante I Incidencia <sup>+</sup> , Poder <sup>+</sup>
Cuadrante III Incidencia <sup>-</sup> , Poder <sup>-</sup>	Cuadrante IV Incidencia <sup>+</sup> , Poder <sup>-</sup>	Cuadrante III Incidencia <sup>-</sup> , Poder <sup>-</sup>	Cuadrante IV Incidencia <sup>+</sup> , Poder <sup>-</sup>

*Fuente:* construcción a partir de la metodología empleada en *Mapa de actores para la construcción de una política pública de trabajo decente en Medellín* (2012, p. 174).

### III. Resultados

#### ***A. Proceso decisorio en torno a la propuesta de impuesto al consumo de bebidas azucaradas***

La propuesta comenzó a gestarse desde diciembre de 2015 en cabeza de MinSalud, con participación de la sociedad civil, en particular de las ONG Educar Consumidores y Dejusticia. Los antecedentes de la propuesta parten de reconocer la problemática de salud en la población colombiana asociada a la ingesta diaria de bebidas azucaradas y de las recomendaciones de diferentes

investigaciones e instancias mundiales para reducir las tendencias actuales de producción en el país —crecimiento del 40% en el mercado de bebidas azucaradas entre 2009 y 2014 (Bustamante, 2014)— mediante la grabación de impuestos para su comercialización (OMS, 2015; Moodie et al., 2013; Popkin & Hawkes, 2015; OPS, 2015).

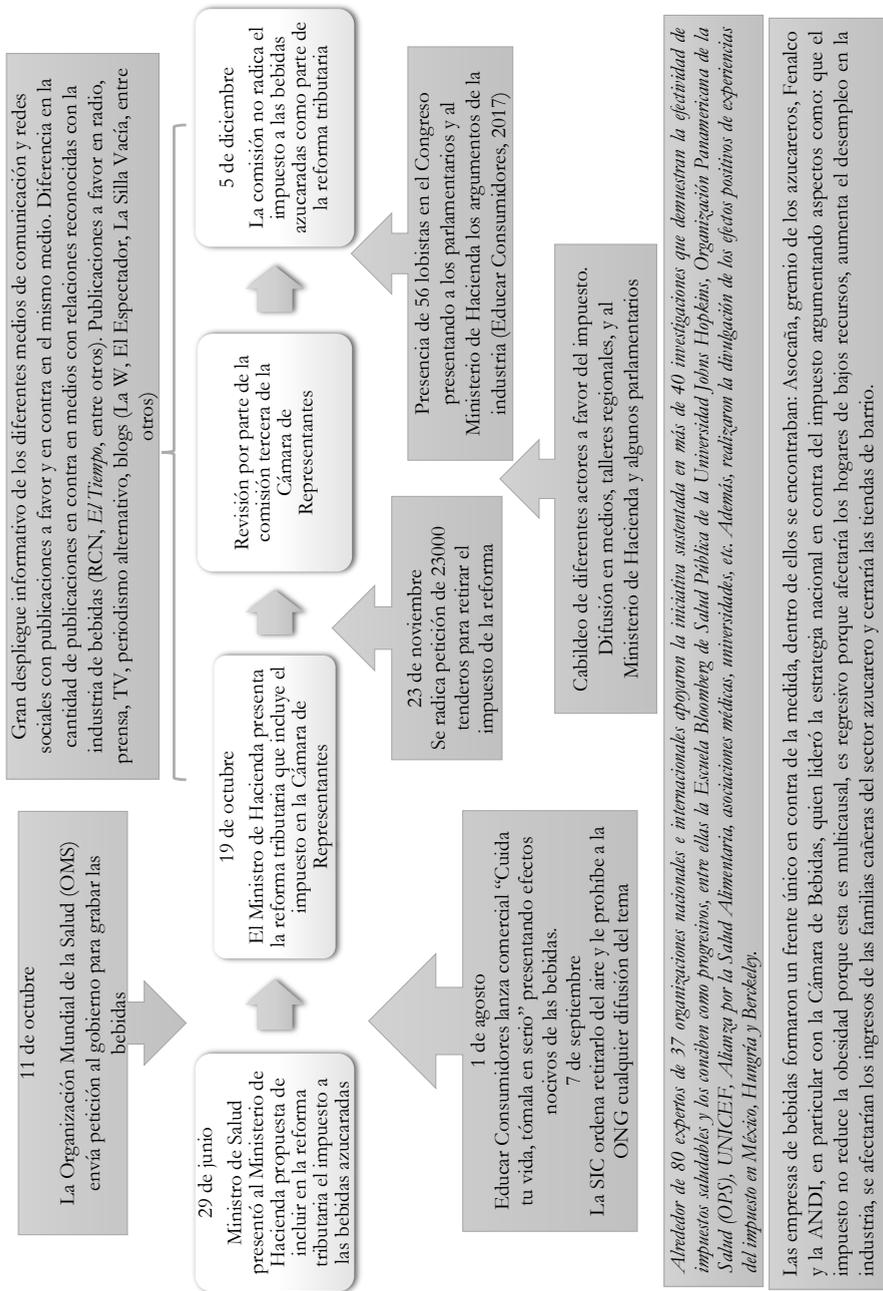
Como una medida para anticiparse a la posible reglamentación, las empresas de bebidas no alcohólicas (Postobón, Pepsi Co, Coca Cola, Coca Cola FEMSA, Bavaria, Red Bull, AJE y Monster Energy), lideradas por la Cámara de la Industria de Bebidas de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), el 19 de mayo firmaron un pacto en el que se comprometieron a lo siguiente:

A junio de 2017 implementar un rotulado frontal en las bebidas para dar mayor información al consumidor, no dirigir publicidad a niños menores de 12 años, promover los estilos de vida activos y saludables, innovar y ampliar el portafolio, y no comercializar bebidas azucaradas en colegios y escuelas del país, [...] con el propósito de influenciar de manera positiva en los hábitos de consumo de los colombianos (ANDI, 2016, pp. 1-2).

Por su parte, investigadores y asociaciones iniciaron en este lapso el debate de la pertinencia del impuesto, pero solo hasta junio de 2016 el ministro de Salud lo consideró en la agenda pública y lo defendió para que fuera incluido en la reforma tributaria. A partir de allí comenzó la fase predecisional de la que se habló en el marco teórico, constituida por la formación de agenda y la definición del problema público. La Figura 1 describe los principales acontecimientos de esta fase hasta la no radicación del impuesto en el paquete de la reforma tributaria a ser debatida por el Congreso. Se elaboró con base en revisión bibliográfica, búsqueda en medios de comunicación, páginas web institucionales y diálogo con los grupos de interés entrevistados.

En las entrevistas a los grupos de interés, se indaga por la valoración de la propuesta como tal y del proceso seguido durante el periodo de tiempo señalado. Con respecto al diseño, se observa consistencia entre los actores que apoyaron o que no apoyaron el impuesto. Así, MinSalud menciona

**Figura 1. Proceso decisorio del impuesto al consumo de bebidas azucaradas en el año 2016**



Fuente: elaboración propia a partir de la revisión de prensa, búsqueda bibliográfica y de entrevistas a los grupos de interés.

que “lo que está escrito lo tenemos tan revisado, tan estudiado, que lo único que mejoraría es la comunicación y cómo llegar a la gente y que lo entienda; sin duda visibilizar que no son acciones unitarias, sino integradas” (representante MinSalud, comunicación personal, 21 de mayo de 2017). Pese a haber participado en la construcción de la estrategia, un representante de la ONG Educar Consumidores considera que hay aspectos que se pueden mejorar:

Un impuesto al valor (% al precio final del producto) y no un impuesto específico (300 pesos por litro en este caso), dado que el problema no es solo el azúcar de la bebida, sino el conjunto como tal de los demás ingredientes. Y para que tenga efectos reales debe quedar lo más cerca del consumidor, porque si no, la industria lo absorbe y lo disfraza, como lo sucedido con los empaques pequeños y la plataforma de las *light* (comunicación personal, 26 de abril de 2017).

Por su parte, el representante del gremio de los comerciantes y quien comparte la visión de la industria menciona:

Lo sucedido con el impuesto evidencia cómo por llenar un déficit fiscal, [...] por falta de racionalidad en el manejo de la hacienda pública se buscan impuestos indiscriminadamente sin fundamentos técnicos y científicos, además porque hicimos un estudio en el caso de las bebidas endulzadas y muchos países tuvieron que regresarlo cuando también lo establecieron con el pretexto de favorecer la salud de clientes y consumidores (comunicación personal, 17 de mayo de 2017).

En la valoración del proceso de toma de decisiones, el representante de Fenalco percibió:

No fue una propuesta socializada con la industria y el pequeño comercio representado en el pequeño tendero. [...] Por nuestra parte, nosotros llevamos la voz de los tenderos y de los clientes

y consumidores y aportamos informaciones valiosas al Ministerio de Hacienda y al Congreso de la República sobre que estas bebidas representan alrededor del 30 % de los ingresos del pequeño comercio [...], que millones de personas de estratos 1, 2 y 3 tienen en su dieta permanente en su desayuno, almuerzo y comida una de estas bebidas endulzadas, entonces es una afectación para la dieta (comunicación personal, 17 de mayo de 2017).

Relacionado con estos argumentos, el congresista entrevistado percibe que MinSalud debió adelantarse a responder esas críticas y a expresar de manera contundente, con ejemplos de vida, los efectos positivos que podría tener la implementación del impuesto:

Eso fue escalando y ahí arranca todo el tema de la postverdad. [...] Yo creo que en ese proceso estuvo muy ausente el papel de los centros de pensamiento, académicos, donde se pudiera debatir y oír argumentos por fuera de la industria. El papel de ellos sí fue muy fuerte, tenía lobistas, personas que se van para allá donde el congresista y le llevan una carpeta a uno con sus argumentos, incluso se van con sus expertos y le piden a uno que los escuche y [explican] por qué el tema en México no funcionó. Entonces se vio que ellos se movieron mucho, es como esa institución informal que funciona muy eficientemente [...]. No puedo decir y no me consta que haya habido corrupción u ofrecimiento de dinero para votar o no (comunicación personal, 19 de mayo de 2017).

El representante de MinSalud percibió debilidades en el proceso al considerar que:

Nuestro punto débil fue que [se vio] la estrategia como si fuera la única con la que enfrentábamos el problema y que pretendía solo buscar más dinero para el sistema de salud. Cuando nos dimos cuenta que esa era la percepción que se estaba teniendo, nuestra reacción fue un poquito lenta [...]. Hay un actor que es invisible y es cuando hay desinformación, y las redes sociales, así

como sirven para difuminar información, también nos sirven para destruir (representante de MinSalud, comunicación personal, 21 de mayo de 2017).

Por último, en la evaluación del proceso los representantes de las ONG y el sector académico mencionan que fue una ganancia poner el impuesto en la agenda pública, así no se sometiera a consideración del Congreso en pleno. Sin embargo, piensan que el proceso en general no fue apropiado; era necesario que se tratara como una decisión de país, es decir, que el mismo presidente tuviera la bandera, no que fuera una pelea del ministro, aunque le reconocen su gran liderazgo en el tema. Al respecto, Educar Consumidores indica que:

Una debilidad del proceso es que tuviera en contra al ministro de Hacienda, pero era claro que si para que le aprobaran la reforma tributaria tenía que sacrificar algo, el impuesto a sacrificar era el de las bebidas, ni siquiera el de tabaco. La industria tiene sus brazos dentro del Ministerio de Hacienda, cooptó completamente también el escenario del Congreso, especialmente la Comisión Tercera, quien convocó escenarios públicos para escuchar a la sociedad civil frente a los impuestos, pero para ellos la sociedad civil era la ANDI, Fenalco, los azucareros y nosotros, Educar Consumidores, y por ejemplo la Javeriana en algunos momentos, pero nos tocó meternos a las malas (comunicación personal, 26 de abril de 2017).

### ***B. Consideraciones de los grupos de interés entrevistados acerca de los efectos que se les atribuyen a los impuestos saludables***

De manera general, los actores entrevistados reconocen la problemática nacional de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), sobrepeso y obesidad como un problema de salud pública muy grave en el país y acuden a citar investigaciones que lo sustentan, como la valoración de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como epidemia mundial. Entre los factores de riesgo para la aparición mencionan la relación con factores genéticos, pero con más influencia de factores contextuales como pobreza,

estilos de vida poco saludables, sedentarismo, aumento en el consumo de calorías, hábitos alimentarios inadecuados, en particular consumo de productos ultraprocesados y bebidas azucaradas.

La indagación acerca de las medidas que deben implementarse para frenar y revertir la problemática se realizó con el propósito de establecer si consideran los impuestos saludables como un instrumento útil en su resolución. Se encontró que los representantes de Fenalco y los miembros del Congreso de la República opinan que el Estado debe cumplir un rol preventivo enfocado en la educación para crear hábitos saludables en los individuos y para que puedan tomar mejores elecciones, más que crear un marco normativo y obligatorio con medidas tributarias. Conciben un deber ser para la industria basado en la oferta y demanda, aludiendo a un consumo responsable de la población.

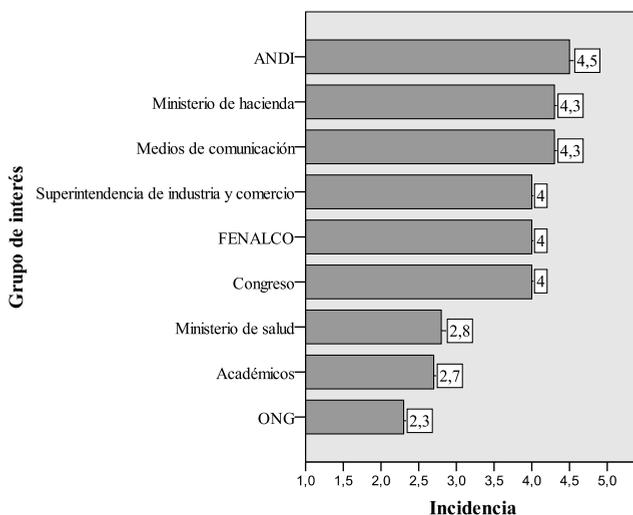
Por su parte, los demás *Stakeholders* consideran necesario que el Estado, además de crear entornos saludables, acompañe estas estrategias con un marco regulatorio para el mercadeo principalmente dirigido a niños, impuestos para limitar el consumo de productos pocos saludables y regulación de los entornos alimentarios escolares, entre otros. Al respecto, el actor del sector académico menciona que “estas políticas públicas deben ser legitimadas por la sociedad civil, ya hemos aprendido que las políticas prescriptivas desde el Estado no funcionan y tiene que haber un acuerdo social sobre el tema” (comunicación personal, 24 de mayo de 2017).

Pese a la coincidencia en el rol del Estado, se observan diferencias en el que hacer para enfrentar la problemática por parte de la industria y de los individuos. Los actores del sector académico y las ONG consideran que el rol regulatorio del Estado deber ser tan claro y normativo que debe determinar el tipo de producción y la oferta a la población; por lo tanto, no está en manos de la industria la solución. Por su parte, MinSalud y los medios de comunicación mencionan la necesidad de que la industria haga modificaciones en su portafolio y etiquetado, con miras a mejorar la oferta y brindar información veraz en sus empaques y su publicidad.

### C. El papel de los diferentes grupos de interés en el proceso decisorio

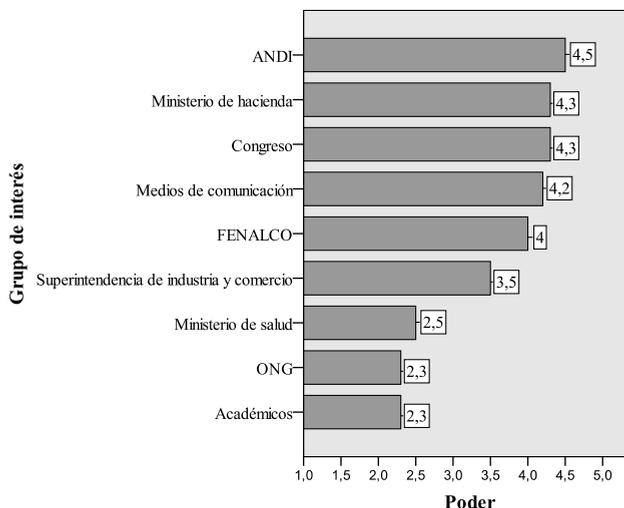
Finalmente, se presentan los resultados de las relaciones, así como su incidencia y poder de los diferentes grupos de interés. De acuerdo con las Figuras 2 y 3, es posible analizar la calificación que los actores entrevistados le otorgan a cada uno de los grupos de interés considerados relevantes en el proceso. Se evidencia la mayor incidencia para los representantes de la industria, lo cual coincide con el grado de poder asignado para este mismo actor. El otro actor fundamental en las decisiones, según lo esbozado en párrafos anteriores, es el Ministerio de Hacienda, seguido con el mismo nivel de incidencia de los medios de comunicación. Con respecto a la Superintendencia de Industria y Comercio, pese a que no tiene tanto poder en la toma de decisiones, se refleja una incidencia igual a la de Fenalco, debido al antecedente de la prohibición del comercial de la ONG Educar Consumidores “Cuida tu vida, tómala en serio” que presentaba los efectos nocivos de las bebidas, y del veto a toda forma de publicidad en este sentido. La baja incidencia y poder de MinSalud, las ONG y el sector académico concuerdan con la decisión final de la no aprobación del impuesto.

Figura 2. Incidencia según grupo de interés



Fuente: elaboración propia.

**Figura 3. Poder según grupo de interés**



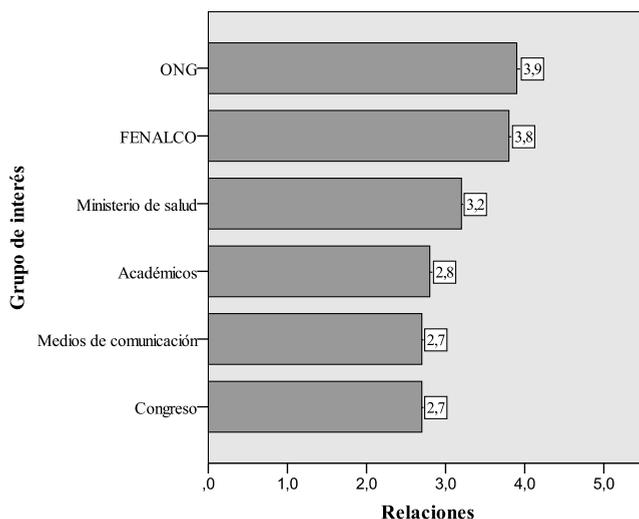
Fuente: elaboración propia.

La variable de relaciones entre actores solo puede ser representada para las relaciones de los seis grupos de interés entrevistados, considerados como involucrados o con incidencia en el proceso decisorio. Se puede apreciar en la Figura 4 que en general no existen relaciones muy estrechas entre los grupos de interés; no obstante, la ONG Educar Consumidores tiene el grado más alto de relaciones entre los grupos de interés, seguido muy de cerca por Fenalco. Esto puede tener explicación desde el ejercicio de cabildeo y *lobby* realizado por este actor con los demás grupos de interés.

Como se mencionó en la metodología, a partir de las variables *incidencia* y *poder* se construyeron los mapas de actores, con el propósito de discriminar cuáles grupos de interés fueron determinantes para no establecer la medida fiscal. Además, al haber indagado por el deber ser de la incidencia y el poder en las decisiones públicas de los mismos, se sugiere un mejor escenario para la toma de decisiones. Para cada caso, los actores que se ubiquen en el cuadrante superior derecho de cada mapa deberán ser analizados como actores relevantes en el proceso decisorio, mientras que aquellos ubicados

en el cuadrante inferior izquierdo, como quienes menos poder e incidencia representaron en el proceso.

**Figura 4.** *Relaciones entre los grupos de interés*



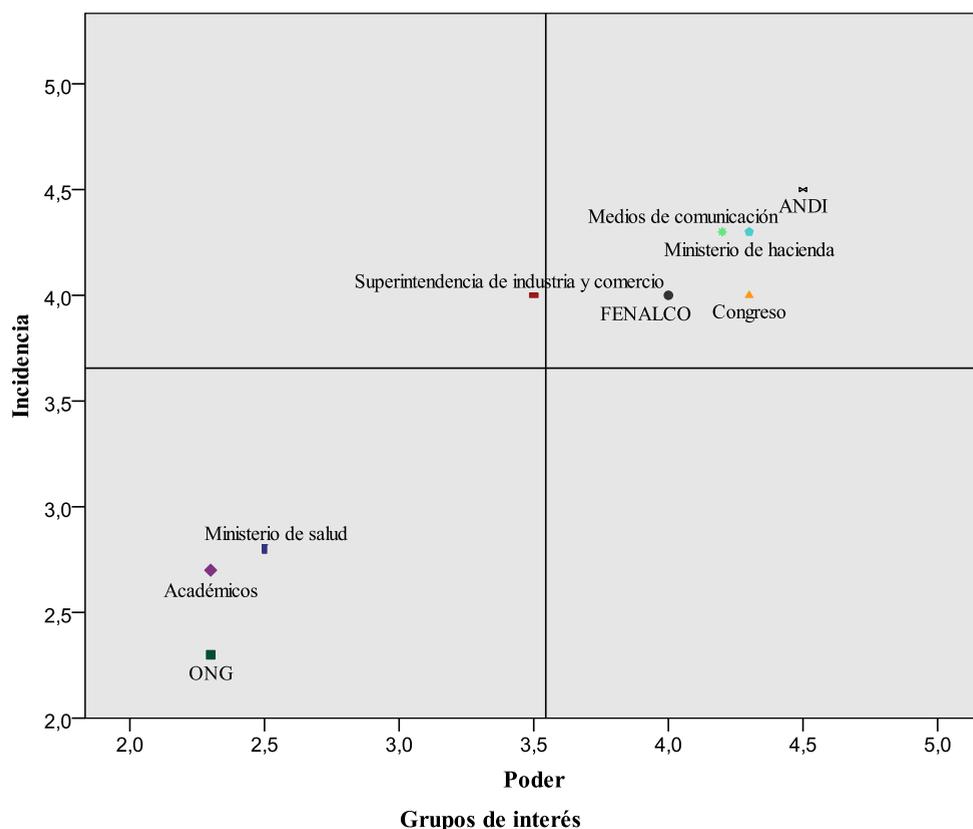
*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 5 muestra el mapa de actores. Se puede apreciar el modesto poder e incidencia de MinSalud, el sector académico y las ONG, lo cual sugiere que no fueron determinantes en la toma de decisiones con respecto al impuesto. En el cuadrante superior se ubica el Congreso, con mayor poder que incidencia, mientras que se evidencia que el actor más influyente en la no aprobación del impuesto fue la ANDI, en representación de la industria y del sector azucarero. Sumado a esto se encuentra el rol para nada despreciable que tuvo Fenalco, en representación de los comerciantes.

Esta situación cambia drásticamente al plantearse a los entrevistados el escenario ideal de toma de decisiones con respecto al impuesto. El rol de la SIC, la ANDI y Fenalco prácticamente se invierte. Al respecto, los actores entrevistados consideran que la ANDI y Fenalco no deberían ser juez y parte en el caso; su poder e incidencia debe ser limitado. El rol de los medios de comunicación, si bien continúa siendo importante en términos de incidencia,

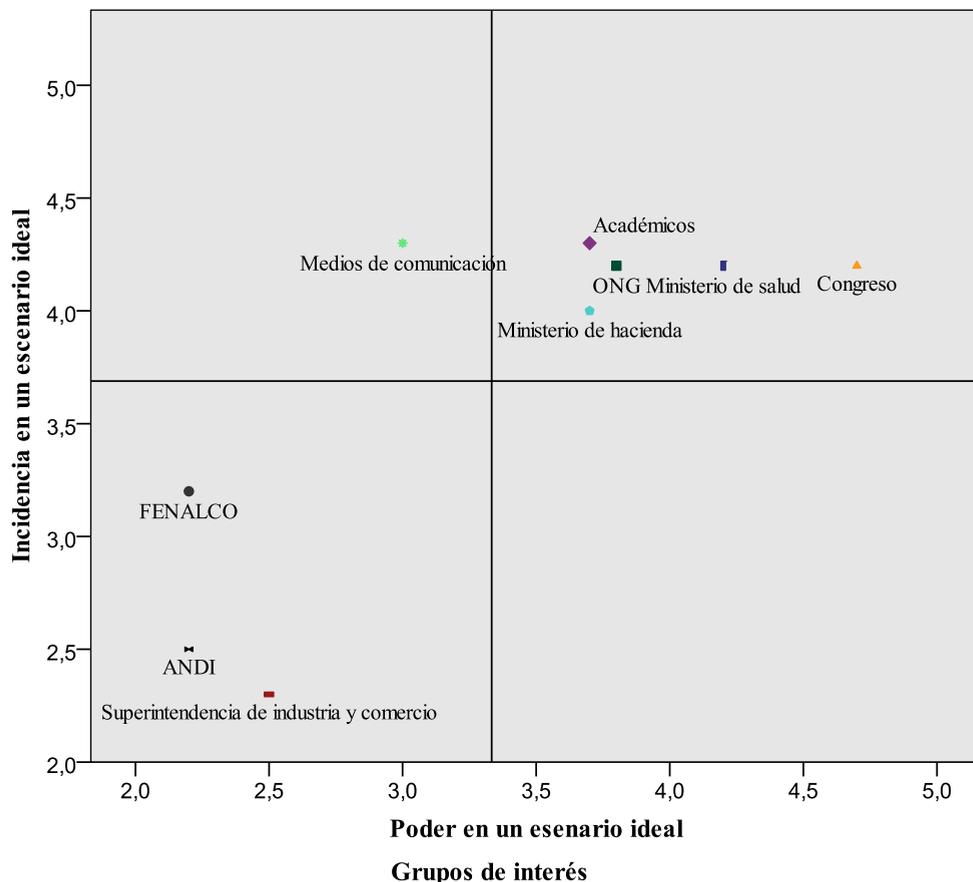
su poder debe ser restringido en aras de cumplir su función de comunicar e informar con veracidad. Se evidencia una fuerte reivindicación de la sociedad civil, en cabeza de las ONG y el sector académico. Y se le delega al Congreso un poder más contundente como legislativo y tomador de decisiones, además se observa que tanto MinSalud como el de Hacienda deberían tener un importante rol en la toma de decisiones (Figura 6).

**Figura 5.** Mapa de actores, incidencia y poder en el escenario de la decisión



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Mapa de actores, incidencia y poder en el escenario ideal de toma de decisiones



Fuente: elaboración propia.

## Discusión final

Los hallazgos de este trabajo dan cuenta de la capacidad de la industria en el país para bloquear procesos de agenda pública que van en contra de sus intereses. Se evidenció incidencia y poder de grupos de interés como la ANDI y Fenalco, además de los actores institucionales, medios de comunicación, entre otros, que apoyaron y validaron su accionar. Así, Colombia se convirtió

en el único país que propone esta medida tributaria para afrontar un problema grave de salud pública como el expuesto, pero no la somete a consideración del Poder Legislativo en pleno.

También es importante resaltar la brecha en la fase predecisional del ciclo de políticas públicas frente a la definición del problema, ya que los diferentes grupos de interés reconocen la magnitud de éste, pero las posibles soluciones aluden más a su rol o intereses que al bienestar general de la población. Es así como la industria, en su lógica de mercado, concibe un accionar de su parte basado en la oferta y la demanda, acompañado de estrategias de prevención que lleven a un consumo responsable de productos poco saludables como las bebidas azucaradas, mientras que el sector académico y las ONG hacen abogacía por un rol del Estado regulatorio y normativo que determine el tipo de producción y oferta que la industria hace a sus consumidores, y permita corregir las externalidades negativas, como las enfermedades asociadas a su consumo y los elevados costos que traen para el sistema de salud.

Estas dos visiones ponen de manifiesto las dificultades propias de una economía mixta, en la cual constantemente se tienen que definir las fronteras entre las actividades públicas y privadas, y la idea subyacente del rol que debe cumplir el Estado frente a la libre empresa y el control estatal de la producción, planteado por diferentes teóricos a lo largo de la historia (Stiglitz, 2000, pp. 12-14).

Con respecto al uso de los instrumentos de poder utilizados durante el proceso decisorio, se observó que la industria, acompañada del gremio de comerciantes en cabeza de Fenalco, utilizaron diferentes instrumentos para penetrar la agenda pública, tales como las capacidades organizativas y de persuasión, el poder económico, la influencia a través de la injerencia en la reglamentación, entre otros. Los anteriores instrumentos se evidenciaron inequitativos, por ejemplo, al tener un mayor protagonismo en diferentes medios de comunicación para desestimar la pertinencia del impuesto, incidir para que la SIC censurara el comercial “Cuida tu vida, tómala en serio”, disponer la presencia permanente de cincuenta y seis lobistas en el Congreso de la República desde que se realizó la propuesta al impuesto para presentarles a los parlamentarios los argumentos de la industria, entre otros.

De acuerdo con Lindblüm (1991), la amplia gama de instrumentos de intervención y de reglas informales que utilizan tanto el sector público como los grupos de interés privado antes de tomar una decisión pública pueden provocar que esta no se dé exclusivamente mediante la autoridad competente; es decir, “la política de los grupos de interés se convierte en una especie de juego en el que los líderes de los grupos de interés y los decisores de políticas públicas actúan bajo ciertas reglas” (p. 113). Al respecto, Subirats (1994), a partir del carácter polisémico de la política, menciona que es necesario conocer “qué *actores* (políticos, burócratas, actores privados) han intervenido en la formulación y actuación de la política concreta planteada, qué distintas racionalidades de acción y de intereses utilizan, y contrastar los resultados con los objetivos finalmente alcanzados” (p. 41).

Frente a la incidencia y el poder de los diferentes grupos de interés, los hallazgos de este trabajo coinciden con la necesidad de que exista una reivindicación de la sociedad civil en el sistema democrático actual. Estos grupos, como se esbozó en el marco teórico, deben trabajar y fortalecer los mecanismos para que sus intereses queden inscritos en la agenda, o si estos ya están, para que permanezcan y se prioricen (Valencia, 2012). Sin embargo, tal y como lo mostró el escenario ideal de toma de decisiones, el poder de la decisión final, al igual que para grupos de interés privados, debe ser modesto (Smith, 1997).

Como perspectiva para futuros análisis, se reconoce la importancia de ampliar las entrevistas a más actores por sector para tener diferentes visiones y enriquecer el análisis, debido a que en un grupo de interés como el Congreso y demás grupos institucionales coexisten diferentes posiciones con respecto a aspectos como el abordado en este trabajo. Así mismo, se reconoce la importancia de ahondar en los métodos utilizados para la investigación de grupos de interés, ya que en la revisión de la literatura se observa que no hay un consenso en la metodología y en este caso en particular se conjugaron varias herramientas para potencializar el análisis (Abitbol & Botero, 2005; Vargas, 2008).

En conclusión, la toma de decisiones se da en función de la movilización de los distintos intereses sectoriales y consiste en un *enjeu* de poder. Este

caso refleja la necesidad del fortalecimiento del sistema democrático, con garantías a los procesos legislativos, y la creación de un ambiente político favorable, transparente, sin el uso de herramientas de influencia que puedan bloquear la agenda. Además, pone de manifiesto la importancia de una mayor incidencia de la sociedad civil, en cabeza de cualquier organización que la represente, en pro de favorecer no solo la fase de establecimiento de agenda y definición del problema público, sino todo el ciclo de las políticas públicas en las subsecuentes fases.

### Referencias

- Abitbol, P. & Botero, F. (2005). Teoría de elección racional: estructura conceptual y evolución reciente. *Colombia Internacional*, 62, 132-145.
- Aguilar, L. (2015). El concepto de política pública. En J. Cuervo (Ed.), *Ensayos sobre políticas públicas* (pp. 35-86). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia) (19 de mayo de 2016). *Industria de bebidas no alcohólicas firma compromisos de autorregulación responsable*. Boletín de prensa de Postobón. [http://www.postobon.com/sites/default/files/boletin\\_prensa\\_compromisos\\_vf\\_0.pdf](http://www.postobon.com/sites/default/files/boletin_prensa_compromisos_vf_0.pdf)
- Bachrach, P. & Baratz, M. (1963). Decisions and Non Decisions. *American Political Science Review*, 57(3), 632-642.
- Banco Mundial (2003). *Guía del usuario para el análisis del impacto social y en la pobreza*. *The International Bank for Reconstruction and Development*. [https://www.alcobendas.org/recursos/doc/Cooperacion/373266862\\_26102012133350.pdf](https://www.alcobendas.org/recursos/doc/Cooperacion/373266862_26102012133350.pdf)
- Bustamante, C. (2014). Los colombianos se toman \$ 12,5 billones en gaseosas y jugos. *Portafolio*. <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/colombianos-toman-12-billones-gaseosas-jugos-55860>
- Centro de Análisis Político Universidad EAFIT (2012). Mapa de actores para la construcción de una política pública de trabajo decente en

- Medellín. En J. Rosado-Duque y L. Tobón-Vallejo (Eds.), *Medellín construye trabajos decentes* (pp. 135-202). Medellín: Escuela Nacional Sindical.
- Chávez, E. (2006). Ética en el Poder Legislativo. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*. 39(115), 93-124.
- Congreso de la República de Colombia (2016). *Proyecto de ley “por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones”. Impuesto nacional al consumo de bebidas azucaradas.* [http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=%2FOCS%2FP\\_MHCP\\_WCC-059074%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased](http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=%2FOCS%2FP_MHCP_WCC-059074%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased)
- Dusso, A. (2010). Legislation, Political Context, and Interest Group Behavior. *Political Research Quarterly*, 63(1), 55-67. <https://doi.org/10.1177/1065912908324202>
- Educación Consumidores (2017). *Interferencia de la industria al impuesto a las bebidas azucaradas*. Bogotá: Difundir Ltda.
- García, M., Villar-Urbe, M. & Iunes, R. F. (2017). *The political economy of the 2016 tobacco and proposed sugar-sweetened beverage tax increases in Colombia*. Bogotá: World Bank Group.
- Halpern, C. (2016). *decisión*. En L. Boussaguet, S. Jacquot y P. Ravinet, *Diccionario de políticas públicas* (pp. 194-203). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Izquierdo, B. (2008). De la evaluación clásica a la evaluación pluralista. Criterios para clasificar los distintos tipos de evaluación. *EMPIRIA, Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, 16, 118-130.
- Lindblüm, C. (1991). *El proceso de elaboración de políticas públicas*. México: Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- McKay, A. & Webbs, S. (2007). Interest Group Competition on Federal Agency Rules. *American Politics Research*, 35(3), 336-357. <https://doi.org/10.1177/1532673X06296571>

- Medina, I. (2009). *Cómo medir la influencia de los grupos de interés (propuestas desde el pluralismo, el elitismo y el nuevo institucionalismo)* (Working Papers, 279), 1-70. Institut de Ciències Polítiques i Socials ICPS. <https://www.icps.cat/archivos/WorkingPapers/wp279.pdf?noga=1>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2016). *Exposición de motivos del proyecto de ley “por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones”*. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. [http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=%2FOCS%2FP\\_MHCP\\_WCC-059072%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased](http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty?nodeId=%2FOCS%2FP_MHCP_WCC-059072%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased)
- MPS (Ministerio de la Protección Social), INS (Instituto Nacional de Salud) & ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar) (2010). *Encuesta Nacional de la situación nutricional en Colombia 2010 ENSIN*. Bogotá: Da Vince Editores & CIA.
- Moodie, R., Stuckler, D., Monteiro, C., Sheron, N., Neal, B., Thamarangsi, T., Lincoln, P. & Casswell, S. (2013). Profits and pandemics: prevention of harmful effects of tobacco, alcohol, and ultra-processed food and drink industries. *The Lancet*, 381(9867), 670-679.
- Nestle, M. (2015). *Soda politics: Taking on big soda (and winning)*. EE.UU.: Oxford University Press.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2015). *Directriz: Ingesta de azúcares para adultos y niños*. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/154587/2/WHO\\_NMH\\_NHD\\_15.2\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/154587/2/WHO_NMH_NHD_15.2_spa.pdf?ua=1)
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2015). *Experiencia de México en el establecimiento de impuestos a las bebidas azucaradas como estrategia de salud pública*. México D.F.: OPS. <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/18390>
- Pagliari, S. & Young, K. (2016). The interest ecology of financial regulation: interest group plurality in the design of financial regulatory policies. *Socio-Economic Review*, 2(14), 309-337.

- Popkin, B. & Hawkes, C. (2015). Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 4(2), 174-186. [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(15\)00419-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00419-2)
- Saurugger, S. (2016). Grupos de interés. En L. Boussaguet, S. Jacquot y P. Ravinet, *Diccionario de políticas públicas* (pp. 326-333). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Singh, G., Micha, R., Khatibzadeh, S., Lim, S., Ezzati, M. & Mozaffarian, D. (2015). Estimated Global, Regional, and National Disease Burdens Related to Sugar-Sweetened Beverage Consumption in 2010. *Circulation*, 132(8), 639-666. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010636>
- Smith, M. (1997). El pluralismo. En D. Marsh, y G. Stoker (Eds.), *Teoría y métodos de la ciencia política* (pp. 217-234). Madrid: Alianza Editorial.
- Stiglitz, J. (2000). El sector público en una economía mixta. En *La economía del sector público* (pp. 11-31). Barcelona: Antoni Bosch.
- Subirats, J. (1994). *Análisis de políticas públicas y eficacia de la administración*. Madrid: Ministerio para las administraciones públicas.
- Tapia, M., Campillo, B., Cruickshank, S. & Morales, G. (2010). *Manual de incidencia en políticas públicas*. <http://www.alternativasycapacidades.org/sites/default/files/MIPP.pdf>
- Truman, D. (1951). *The governmental process*. New York: Knopf.
- Valencia, G. (2005). Los grupos de interés en la regulación de la industria eléctrica colombiana. *Lecturas de Economía*, 62, 123-156.
- Valencia, G. (2012). Incidencia de la sociedad civil en el ciclo de las políticas públicas. *Papel Político*, 17(2), 469-496.
- Vargas, J. (2008). La alternancia desde el pluralismo democrático. *Revista de Derecho*, 20, 1-16.

- Victor, J. (2007). Strategic Lobbying Demonstrating How Legislative Context Affects Interest Groups' Lobbying Tactics. *American Politics Research*, 35(6), 826-845. <https://doi.org/10.1177/1532673X07300681>
- Vidal, G. (2008). La teoría de la elección racional en las ciencias sociales. *Revista Sociológica*, 67(23), 1-16.

# EG | Estudios Gerenciales

Journal of Management and Economics for Iberoamerica

ISSN 0123-5923  
e-ISSN 2665-6744

Indexada en:  
Scopus (en clasificación); Publindex;  
Emerging Sources Citation Index -  
WoS; ScienceDirect; SciELO  
Citation Index; SciELO; JEL; EconLit;  
RedALyC; Thomson Gale; RePEC;  
Latinex; Ulrich's; EBSCO; Dotec;  
DOAJ; Clase; Dialnet.

Vol. 36, No. 154, enero – marzo de 2020

- 1** **Management control in born-global firms: a case study /**  
Ana Filipa M. Roque, Maria-Céu G. Alves y Mário Raposo
- 2** **Fundos de participação dos estados e sua implicação sobre as receitas e despesas dos Estados /**  
João Paulo de Oliveira Louzano, Luiz Antônio Abrantes, Fernanda Maria de Almeida, Guilherme de Avelar Oliveira y  
Tiago Carneiro da Rocha
- 3** **Efectos del desarrollo sostenible percibido por el consumidor. Una propuesta de modelo de hipermercados  
en Ecuador /** Irene Sánchez-González, Irene Gil-Saura y María Eugenia Ruiz-Molina
- 4** **Adopción de innovaciones y factores asociados en empresas familiares agropecuarias y agroindustriales  
de México /** Araceli Sánchez-Sánchez, Vinicio-Horacio Santoyo-Cortés, Maricela De La Vega-Mena, Manrubio  
Muñoz-Rodríguez y Enrique-Genaro Martínez-González
- 5** **Informes de sustentabilidad y su auditoría: efecto en la liquidez de mercado chileno /**  
Felipe Zúñiga-Pérez, Roxana Pincheira-Lucas, Javiera Aguilar-Cárcamo y Jorge Silva-Briceño
- 6** **Incidencia de la innovación en marketing en el rendimiento empresarial: una aplicación basada en  
modelamiento con ecuaciones estructurales /** Héctor Cuevas-Vargas, Neftalí Parga-Montoya y Salvador Estrada
- 7** **Efecto de la responsabilidad social empresarial sobre el posconflicto colombiano: el caso de las pymes /**  
Laura Salas-Arbeláez, Mónica García-Solarte y Andrés Ramiro Azuero-Rodríguez
- 8** **La eficiencia media-varianza de un portafolio sobreponderado en acciones socialmente responsables de  
México y Estados Unidos /** Luis Guadalupe Macías-Trejo, Francisco López-Herrera y Oscar Valdemar de la  
Torre-Torres
- 9** **¿Cómo influyen las prácticas verdes y el manejo del desperdicio alimentario en el capital de marca de los  
restaurantes? /** María Gabriela Montesdeoca-Calderón, Irene Gil-Saura y María Eugenia Ruiz-Molina
- 10** **La innovación en el paradigma del marketing relacional /** Charles R. Arosa-Carrera y Juan Carlos Chica-Mesa

Suscripciones, canje  
y postulación de artículos  
Universidad Icesi, Calle 18 No. 122-135  
PBX: 555 2334, ext. 8210. Cali, Colombia  
E-mail: [estgerencial@icesi.edu.co](mailto:estgerencial@icesi.edu.co)  
[www.icesi.edu.co/estudios\\_gerenciales/](http://www.icesi.edu.co/estudios_gerenciales/)



FACULTAD DE CIENCIAS  
ADMINISTRATIVAS  
Y ECONÓMICAS

# **Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case**

---

**Bilver Adrian Astorquiza-Bustos, Maribel Castillo-Caicedo  
and Alina Gómez-Mejía**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



Bilber Adrian Astorquiza-Bustos, Maribel Castillo-Caicedo and Alina Gómez-Mejía

### **Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case**

**Abstract:** *The stress is a product of inequality of the traditional leisure-consumption model in the labor market. So, this research estimates a Job Stress Index (JSI) using the fuzzy sets measurement method with the aim of identifying the stress levels faced by the employed population and its possible determinants. Once the JSI is estimated, we analyzed the profile of job stress using a probit ordered multinomial model from a set of sociodemographic and labor attributes. The results suggest the job stress is not correlated with the employment rates. Likewise, the profile of working more than 48 hours a week, being a man, without a labor contract, divorced, changing of job, among other factors are associated with a high probability of being with job stress at least 17.19%. The JSI reconciles the importance of implementing occupational health programs in order to improve the work environment, and theoretical consistency according to the suggested from the psychology, becoming a novel contribution from the economic sciences.*

**Keywords:** *job stress; occupational choice; time allocation labor market; multinomial model.*

**JEL Classification:** *J21, J24, J22, J81, C25.*

### **Estrés laboral en el mercado laboral: una aplicación de metodologías de medición difusa para el caso colombiano**

**Resumen:** *El estrés es producto de la desigualdad del modelo tradicional de ocio y consumo en el mercado laboral. Por esta razón, con el objetivo de identificar los niveles de estrés que enfrenta la población empleada y sus posibles determinantes, estimamos un índice de estrés laboral (JSI) utilizando el método de medición de conjuntos difusos. Posteriormente, analizamos el perfil de estrés laboral usando un modelo multinomial ordenado probit a partir de un conjunto de atributos sociodemográficos y laborales. Los resultados sugieren que el JSI no está correlacionado con la tasa de empleo. En cambio, los factores: trabajar más de 48 horas a la semana, ser hombre, no tener contrato de trabajo, ser divorciado, tener intención de cambiar de empleo, entre otros, se asocian con una alta probabilidad de presentar estrés laboral de por lo menos un 17,19%. El JSI concilia la importancia de implementar programas de salud ocupacional, en aras de mejorar el entorno laboral y la consistencia teórica de acuerdo con lo sugerido desde el campo de la psicología, lo que constituye un aporte novedoso desde las ciencias económicas.*

**Palabras clave:** *estrés laboral; elección ocupacional; asignación de tiempo; mercado laboral; modelo multinomial.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a339564>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Le stress au travail: une application de la méthode de mesure des ensembles flous pour le cas colombien**

**Résumé:** *Le stress est le résultat de l'inégalité du modèle traditionnel de loisirs et de consommation sur le marché du travail. Afin d'identifier les niveaux de stress rencontrés par la population employée et leurs possibles déterminants, nous avons estimé un indice de stress au travail (JSI), à travers la méthode de mesure d'ensemble flou. Par la suite, nous avons analysé le profil de stress au travail en utilisant un modèle multinomial ordonné probit, lequel est basé sur un ensemble d'attributs sociodémographiques et professionnels. Les résultats suggèrent que le JSI n'est pas corrélé avec le taux d'emploi. D'autre part, nous montrons que les facteurs tels que: travailler plus de 48 heures par semaine, être un homme, ne pas avoir un contrat de travail, être divorcé et avoir l'intention de changer d'emploi parmi d'autres facteurs, sont associés à une forte probabilité de présenter un stress au travail d'au moins 17,19%. Le JSI concilie l'importance de la mise en œuvre de programmes de santé au travail, afin d'améliorer l'environnement de travail et la cohérence théorique avec ce qui est suggéré par la psychologie, ce qui constitue une nouvelle contribution dans le domaine des sciences économiques.*

**Mots clés:** *stress au travail; choix professionnel; allocation du temps de travail; marché du travail; modèle multinomial.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Astorquiza-Bustos, B. A., Castillo-Caicedo, M. & Gómez-Mejía, A. (2020). Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case. *Lecturas de Economía*, 93, 189-224.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a339564>

# Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case

Bilver Adrian Astorquiza-Bustos <sup>a</sup>, Maribel Castillo-Caicedo <sup>a</sup>  
and Alina Gómez-Mejía <sup>a</sup>

–Introduction. –I. Literature Review. –II. Theoretical Framework: The Classical Model  
Leisure-Consumption. –III. Empirical Strategy. –Conclusions, Limitations and  
Recommendations. –Annexes. –References.

*Original manuscript received on 27 August 2019; final version accepted on 24 March 2020*

## Introduction

In Labor Economics, the study of stress is a new field of research that allows incorporating methodologies and theories used mainly on studies in traditional topics such as quality and duration of employment. Thus, the theoretical model “leisure-consumption” widely used in Labor Economics that identifies the participation of people in the labor market becomes relevant for this investigation. It allows us to know how economic agents choose between a direct and indirect utility and depending on his dedication it bases the appearance of stress. The job stress directly affects the productivity of the worker (Halkos & Bousinakis, 2010), when it rises to levels not tolerable. According to the II Occupational Health and Safety Survey presented by the Ministry of Labor of Colombia (2013), psychosocial risks (stress) are generated in activities of attention to the public, postures that produce fatigue

---

<sup>a</sup> *Bilver Adrian Astorquiza-Bustos*: Professor and Research Fellow at the Faculty of Accounting, Economics and Administrative Sciences of the Universidad de Manizales, Colombia.

E-mail: bilvera@umanizales.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-1079-6711>

<sup>a</sup> *Maribel Castillo-Caicedo*: Professor of Economics Department at Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia. E-mail: mabelcas@javerianacali.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0752-6713>

<sup>a</sup> *Alina Gómez-Mejía*: Professor of Accounting and Finance Department at Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia. E-mail: aligomez@javerianacali.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-7259-9911>

or pain, monotonous work and changes in the requirements of the task just to mention some of its causes.

Accordingly, it establishes the multidimensionality of the concept. Factors such as excessively demanding work, lack of time to complete tasks, lack of clarity about the role of the worker, imbalances between the demands of work and the worker's competence are linked to this condition. However, there are also related factors such as lack of influence in the way in which the work is carried out alone, especially if it faces the public. The lack of support from management and colleagues, psychosocial harassment in the workplace, unfair distribution of work, rewards, promotions or career opportunities, ineffective communication and poorly managed organizational change, end up completing the details of the factors that explain the job stress. Between 2009 and 2012, the events derived from these risks presented an increase of 43%, mainly with anxiety and depression. In order to reduce the rate of illness or work accident caused by stress, the Colombian Security Council (CCS, in Spanish) joined the campaign of the European Agency for Safety and Health at Work "Healthy jobs: manage stress". These efforts drive to thinking about the importance of approaching studies that penetrate on this condition.

The stress category is proposed by Lazarus and Folkman (1984) in his transitional model. These authors concluded that the stress results of a transition between a person and a condition to be treated in a defined environment. Here, this concept gains relevance since it affects the welfare of the population. Therefore, it is important to provide metrics that lead to its identification. In methodological terms, this research proposed a Job Stress Index (JSI) considering the existing heterogeneity between cities in terms of supply and demand of employment (unemployment) and incorporating the fuzzy sets measurement method. Data is collected from the Great Integrated Household Survey 2018 (GEIH, in Spanish), it is built by the National Administrative Department of Statistics (DANE, in Spanish). The government entity implements a probabilistic, stratified, multistage and conglomerate-related sample design, through which it assures representation for the national territory (Direction of Methodology and Statistical Production —DIMPE—, 2018, p. 7).

The data have a methodological clarity with which the employed and unemployment population can be identified in each of the 23 principal cities. Meanwhile, the population analyzed is defined as individuals that are employed and being between 16 (age considered as the time when they conclude high school) and 62 years old (retirement age for men). The result is a sub sample of 154817 observations representing 7683890 individuals. Once the JSI is constructed, we segment the index by quantiles in order to define three categories of this variable: high-stress, moderate-stress and low-stress. Besides, this research advances in the identification of the socioeconomic and labor characteristics that affect, on probabilistic terms, in its appearance. A multinomial probit type model is estimated. In effect, this research provides a measure of job stress in order to quantify it. The research hypothesis is defined as: job stress presents heterogeneity between regions (principal cities) and, there is no correlation that evidences that the labor dynamics within these (employment or unemployment) explain the job stress. The result leads to exploration about the individual characteristics that would explain the heterogeneity, being a microeconomic study.

This paper is organized into four sections. The first section is the review of literature that addresses the issue of job stress and its identification as a topic that has been studied mostly by the medical and social sciences compared to economy. Subsequently, a theoretical framework is presented, where the consumption-leisure model justifies the appearance of stress by the inequality in the first order condition in the model. A third section offered the empirical strategy, which shows the source of the dataset, the description of the variables used for the construction of JSI and the specification of a probabilistic econometric model to quantify the stress levels of the employed population. The next section presents the main results of the econometric exercise and the conclusions, limitations and recommendations are submitted at the end.

## **I. Literature Review**

The factors associated with stress represent a certain complexity, since its causes are determined by psychological and physical factors that are not

uniform to the participating population in the labor market. In this sense, this literature review documents academic findings around this condition, specifying that since it is not a study of causal relations, the exposure of the methods employed by these authors, their postulates and theoretical definition of stress contribute with elements that allow to understand characteristics, most of them observable, that will be introduced in the econometric analysis.

Freeman (1977) introduced the job satisfaction as a measured binary between the relation of satisfied or unsatisfied. It leads to behaviors that create negative labor dynamics such as resigning from the position and high rates of job mobility. Nevertheless, although the employed methodological component makes inferences about job satisfaction, its results contribute with evidence of two control variables which are of interest for this research, since they explain the appearance of job stress. The first variable is considered finding a new job, in which the author establishes a negative effect and the second variable as a responsibility of the employee, which was not statistically significant, explained to the extent that the greater the motivation of the employee the lower the probability of resigning.

On the other hand, Booth (1979) proposed a hypothesis that there are no marital problems due to the stress produced in the households as a result of the hiring of female employees. This research suggests that taking stratified samples of households in Canada and carrying out a distinction by gender, the author carried out a series of interviews and medical examinations to determine whether this population suffered from symptoms that would determine stress, such as colon diseases or frequent head or chest pains. Based on multiple regressions and an analysis of the existing correlations between job-related activities, marital relationships and stress-related diseases, it was established that there were no differences between couples in which the wife works and the one who stays at home.

Kolvereid (1982) analyzes the different factors that lead to job stress, focusing on organizational environment and occupational differences among sectors. The author finds that regarding the organizational environment, there is evidence that relationships with employers, the work environment

and performance requirements are the main sources of job stress. Regarding occupational differences, the jobs in which people are exposed to a greater vigilance produce more stress in relation to people who have greater independence in their jobs. Another interesting aspect in this research is based on establishing that physical effort and high job competitiveness between co-workers are factors that explain the appearance of stress.

Heaney et al. (1993) contribute with interesting evidence from the field of organizational behavior. Analyzing the effect that interventions in occupational health produced on the stress of 1100 workers of the manufacturing sector, they found that industrial relationships between employees and employers led to joint solutions to relieve stress, since the fact of involving workers in the projects of occupational health improved the perception that employees had about employers, as well as the climate of participation within the company of the sample. This is one of the strongest conclusions of the study: substantial improvements in work relationships and labor climate had a positive influence on the levels of depression in the labor force.

A macroeconomic perspective, the research carried out by Fenwick and Tausig (1994) identifies the influence of certain variables in this field on stress. The authors used the Survey on Quality of Work to labor force in the United States between 1973 and 1977 and a model of structural equations to conclude that the unemployment rate produces indirect effects on work conditions because it makes workers feel fearful of losing their job. In this sense, they also identify that recessions and variations in the economic cycle have an influence on individual stress due to, according to the context, people can be forced to change their work routines, which can increase the exposure to stressful situations such as longer working days per week.

Hernández et al. (1997) build a systematization of the different dimensions of job stress from the field of clinical sciences based on the Questionnaire on Work-related Stress (CUEL-34), with which they calculate the Index on Stress Reactivity. The authors apply the questionnaire to 106 workers of a Spanish publisher and by means of a factorial analysis they contrasted the relations between responses and physical conditions

associated to stress such as level of cortisol and cholesterol, finding significant correlations between increases in the levels of cortisol, cholesterol and other substances related to stress to the extent that responses to the tests indicated a greater exposure to stress, due to factors such as work environment, workload, sense of belonging towards the job, job satisfaction, demands on oneself, among others.

Gamero-Burón (2010) estimates the costs of job stress on the Gross Domestic Product (GDP) of Spain from the variable lost workdays. Employing data of the Household Surveys and taking into account logistic regressions and regressions by Ordinary Least Squares (OLS) to estimate the differences between stressed wage earners and the ones who are not regarding work absences, controlling for the occupational levels of each job and taking into consideration the conditions of each region, the author specifies that around 0.11% of the GDP is lost due to low productivity created by job stress. In times of crisis, this suggests a significant amount, for which the author recommends that companies adopt strategies to decrease stress in workers.

Atalaya (2001) reviews different concepts of stress and job stress in literature. There is a consensus about stress being the biological consequence that the body assumes due to physical and emotional requirements demanded by the environment; in this way, the concept is also extrapolated to the work environment. People react differently to these requirements, but the key is to assume the pressure as a constant and create therapies that allow to relieve the load before it results in symptoms such as the increase in blood pressure, cardiovascular and digestive problems. Emotional requirements that jobs demand need a better organizational environment in the companies, since the author agrees with literature that organizational factors are the main causes of job stress. Consequences of stress at work are also reflected in the worker's productivity, considering that that sense of achievement, self-perception and confidence decrease to the extent that stress increases. Because of this factor, companies must increasingly guarantee better work conditions for employees, so they feel comfortable and can better control the pressure demanded by the corporate world.

Oswald (2002) studies the determining factors of job stress after a comparative analysis between the United States and Europe from 1970 to 2000 and suggests that work satisfaction has an inverted-u shape as age advances, which is when women enjoy more their jobs than men. The author also identifies that the factor that produces more satisfaction is the one related to employment security. On the other hand, he mentions that in relative terms, income is a source of job satisfaction and that in industrialized countries people enjoy more their jobs; however, a decrease in the following decades has taken place causing job stress and a loss in the balance between work and family life.

Houtman et al. (2008) present a review of the main concepts approached by the definition, causes and impacts of job stress. In this review, the organization highlights that the perception of people about environmental, social and personal factors has an influence on stress generation and therefore, the measurement of this phenomenon must include these dimensions at individual and collective levels around the organizational environment. Meanwhile, one of the most interesting observations of this work resides on the biological consequences of stress and its influence on the performance of workers, since the main loss to organizations is productivity decrease. Additionally, the study by Durán (2010) analyzes the factors that cause job stress based on the review of the organizational environment. The author finds a relation between the increase of competences and physical, mental and emotional requirements that organizations demand of their employees with the appearance of stress symptoms and work addiction.

Jung and Yoon (2014) analyze the relations between emotional labor, emotional imbalances, job stress and intentions to rotate (understood as changing working hours or the assignment within the company) of the employees of family restaurants or companies associated with the sale of prepared food in Korea. They applied a study to 338 workers of these restaurants and by means of the development of a 50-question study that included questions about their feelings of interactions with consumers and employers, and corporate environment. The authors applied factorial analysis and the structural equations method to find that emotional labor was increasingly related to emotional imbalances, job stress and rotating attempts.

Even so, the job stress is the factor that most affects the decision to change positions inside the company.

Modekurti-Mahato et al. (2014) review the impact of emotional labor in job performance. In this way, the authors focus on job stress associated with the corporate environment for the service sector in India. In their work, they analyze 411 employees of the service sector and by means of the application of a questionnaire; they estimated an index that through a hierarchical scale determines the stress level of each employee. The indicator reflects that emotional labor is positively correlated to job stress and the organizational environment of the company. These correlations are significant and resulted from conventional regressions using the OLS. Meanwhile, an additional contribution of the authors is that there is a difference of stress associated with emotional labor in married women in relation to other types of workers in the sample.

Ruiz-Pérez et al. (2017) carry out an analysis around the socio-economic causes of stress. In this way, they carry out the exercise of reviewing the effect of recession in 2011 on mental health in Spain. The authors are based on the hypothesis that financial crises are associated with a greater exposition to collective stress. To confirm this hypothesis, the authors carry out a study for two periods based on the National Health Survey performed by the Spanish government, one before recession (2006) and the second one after recession. These included semi-balanced samples and psychic morbidity as the dependent variable, understood as mental illnesses related to stress. Socio-economic, financial, psychosocial, labor market and State-related services were reviewed.

In this sense, by means of a multilevel logistic regression, it was found that the greater investment (or expenditure) in health per capita, the greater stress levels reflected in diseases. In the same way, precarious nature of the job and the poor conditions of the macroeconomic environment during the crisis caused stress to workers, for which the authors suggest that the government should preserve and increase health investments in times of crisis. This, with the purpose of supporting the most vulnerable people, so they can have access to the health system and obtain the psychosocial support they need to bear

with the crisis and therefore, avoiding increases in the risk of having poor mental health.

In this literature review, the greatest job stress implications are present in the psychological and physical consequences that it produces over people (heart disease, depression and low self-esteem) and in the productivity loss of organizations (low performance, decrease in individual and group achievements); for which literature suggests that is the responsibility of organizations to implement occupational health programs that allow decreasing stress through improving work environmental conditions. This is achieved by means of the participation of employees in interventions, constant monitoring to teamwork and stimuli for employees with the purpose of reinforcing their sense of achievement and keeping their self-esteem high. However, no studies that focus on the determining factors of its appearance or clear measurement rules have been identified. So, this methodological approximation from the field of economic sciences becomes the main contribution of the research.

## **II. Theoretical Framework: The Classical Model Leisure-Consumption**

The Job stress is the result of the disparity (inequality) between direct compensation produced by carrying out a remunerated economic activity and the dedicated time to leisure activities (indirect compensation); inasmuch as not producing a satisfaction level in accordance with the requirements and the time destined to carry out the work, for instance, together with organizational environment factors, the appearance of overwhelming situations that create psychosomatic reactions or psychological disorders is inevitable.

Currently, the most used stress model in psychology is the transactional model proposed by Lazarus and Folkman (1984). For these authors, stress is the result of a transaction between a person and a situation to deal with in a defined context. The individual, who has established objectives in relation to a situation, must anticipate the dynamic evolution of this situation with the purpose of establishing the balance between the resources at his disposal and the demands imposed by the situation. When the individual estimates that this balance is unfavorable for him in relation to his objectives, he develops

stress. Is it worth mentioning that for these authors, a situation refers to a configuration of the environment?

Between the environmental or situational conditions faced by the individual, the demanded tasks to a worker in the frame of this contractual activity appear, as well as the authority, dependence in terms of resources, danger seen as the possibility of suffering from damages or losses, among others Lazarus and Folkman (1984). Therefore, it is supposed that stress will have physiological reactions, changes related to social behavior, somatization, disease, among other consequences (effects) on the individual. This allows to base the argument that stress is an individual cognitive process. In fact, job stress triggers when there is an imbalance between the perception of a person about the restrictions imposed by his environment and the perception or his own resources to deal with them. In this way, if this evaluation process is psychological, the effects of stress are not only of a physiological nature, considering that it affects physical health, wellbeing and the productivity of the person who suffers from it (Burón, 2010).

The etymological basis of stress presented previously allows to develop a proposal of conceptual articulation with the field of labor economics. The choice made by the agent about the time that he/she destined to carry out work-related and everyday activities is clearly supported by the analytic reviews of the basic labor model (leisure-consumption). Being these factors mutually exclusive, the imbalance of the first order conditions of the model, suggests the appearance of job stress. To submit the aforementioned to a test, this research takes parts of the mathematical development presented by Wickens (2011, pp. 33-35). The basic extension of the model begins with the choice that economic agents make about the time distribution in leisure activities ( $l_t$ ), which provides an indirect utility to the individual and, labor ( $\eta_t$ ), whose utility is direct in the sense that remuneration to his productivity (salary) is immediately reflected in the capacity to purchase consumption goods. Nevertheless, the natural time restriction is established as one of the most important conditions in the development of the model, which for the sake of practicality matters, literature suggests it should be normalized to one, being as follows:

$$l_t + \eta_t = 1. \quad (1)$$

Immediate utility that leisure and labor report to agents complies with the classical conditions of a utility function, this means, as the agent destinies more time to carry out work-related activities (leisure), his instant utility increases, but not indefinitely, although not indefinitely, considering that when reaching a saturation point, utility is increasingly lower and therefore, it decreases:

$$U(C_{(t+s)}, l_{(t+s)}) \rightarrow U_c > 0; U_l > 0; U_{cc} \leq 0; U_{ll} \leq 0. \quad (2)$$

The model solutions require introducing a second restriction with which the agent is faced. Assuming that labor is one of the productive factors employed by the economy (company) and considering that the production function is neoclassical without introducing technology, in order not to involve the component of efficient labor and of technological shocks, this restriction is determined by the productive factors: capital ( $k_t$ ) and labor ( $\eta_t$ ) as follows:

$$F(k_t, n_t) = c_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t. \quad (3)$$

Equation 3 establishes the relation between the productivity of the company, consumption level of consumers and available capital accumulation in the following period, considering a rate of capital depreciation, which represents the natural wear or replacement. In this way, based on the three previous equations, the development of the model implies the inclusion of the dynamic optimization method by Lagrange (intertemporal), whose first order conditions are key to establish the theoretical basis on which this research relies:

$$\begin{aligned} \ell = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \{ & U(c_{t+s}, l_{t+s}) + \lambda_t [F(k_{t+s}, n_{t+s}) - c_{t+s} - k_{t+s-1} + (1 - \delta)k_{t+s}] \\ & + \mu_{t+s} [1 - \eta_{t+s} - l_{t+s}] \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial \eta_{t+s}} = 0 &\rightarrow \lambda_{t+s}[F_{n,t+s}] - \mu_{t+s} = 0 \\ \frac{\partial l}{\partial l_{t+s}} = 0 &\rightarrow \beta^s U_{l,t+s} - \mu_{t+s} = 0 \\ \frac{\partial l}{\partial c_{t+s}} = 0 &\rightarrow \beta^s U_{c,t+s} - \lambda_{t+s} = 0 \\ \frac{\partial l}{\partial k_{t+s}} = 0 &\rightarrow \lambda_{t+s}[F_{k,t+s} + 1 - \delta] - \lambda_{t+s-1} = 0 \quad \text{with } s \geq 0. \end{aligned} \tag{4}$$

The solution to the model appears when combining the first order condition of labor ( $\eta_{t+s}$ ), leisure ( $l_{t+s}$ ) and consumption ( $C_{t+s}$ ), given that carrying out the algebraic estimations, the equality between marginal utility of leisure and marginal utility of consumption weighted by the marginal productivity of labor, commonly known as salary, is obtained:

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta^s U_{o,t+s} = \beta^s U_{c,t+s}[F_{n,t+s}] \\ U_{o,t+s} = U_{c,t+s}[F_{n,t+s}] \end{array} \right\}. \tag{5}$$

From the result of equation 5 it is possible to detect the appearance of job stress. When supporting that as the agent employs a greater number of hours to work-related activities (work) than to the rest of the everyday activities (leisure), his remuneration increases, but not indefinitely and will always be a lower rate until the point that it will reach a maximum peak (saturation). This result leads to the decrease of the marginal utility of consumption, therefore, the trade-off between labor and leisure is not compensated by the salary increase. Therefore, in view of the decrease of available time to carry out other pleasure-related activities, the agent experiences a loss of wellbeing to the extent that spending more time to work does not represent a remuneration in accordance with his effort and this also makes him more prone to interact in contractual environments that will inevitably affect his physical and mental health. Then, the rational choice of the individual should be to destine a little

more time to recreational activities (leisure). This is mathematically expressed as follows:

$$[F_{n,t+s}] \leq \frac{U_{o,t+s}}{U_{c,t+s}}. \quad (6)$$

Regarding the compliance of the aforementioned theoretical assumption, the conclusion of the model is given when resolving the equation of Euler, which is the result of the fourth first order condition of the optimization process that contributes by explaining why job stress negatively affects the productivity of the economy (company). Nevertheless, the scope of the research is aimed in the estimating a job stress index and analyzing the conditions that might affect its appearance, instead of its effects on productivity, leaving the open possibility of developing future research around it.

### III. Empirical Strategy

#### A. Database and variables

Data are collected from the Great Integrated Household Survey 2018 built by the DANE. The government entity implements a probabilistic, stratified, multistage and conglomerate-related sample design, through which it assures representation for the national territory (DIMPE, 2018, p. 7). The justification of its use is based on the methodological clarity with which the employed population can be identified in each of the 23 principal cities and on the detailed data section about employment of economic agents. Meanwhile, the population analyzed is defined as individuals that are employed and being between 16 (age considered as the time when they conclude high school) and 62 years old (retirement age for men). The result is a sub sample of 154817 observations representing 7683890 individuals.

The dependent variable corresponds to the JSI, whose construction forms part of one of the established objectives in this research. The fuzzy sets method was employed based on the consideration of seven binary variables associated to the quality and perception of employment; these variables would lead to job stress quantifying. These are: i) satisfaction with the current

job, ii) received bonuses and compensations, iii) current working hours, iv) job stability, v) compatibility between the job and family responsibilities, vi) whether he/she is affiliated to social security and vii) he/she foresees funds he would use in the event of being unemployed (see Table 1A in the annex). Additionally, it is evident that there are cities that concentrate a greater or lower proportion of employed population, which made it necessary to explore a presumed relationship between labor dynamics and the index.

The explanatory variables were specified in 2 components. The first one was called job characteristics and variables such as weekly working hours, income resulting from economic activity (logarithms), whether the individual is a wage earner or independent, if he desires to change company, if the company is small, medium or large, if he has a contract of employment and if he has other income sources were evaluated. The second component allows to characterize the individuals and variables such as gender, whether he is the head of the household, marital status, cohort of birth, academic degrees and socio-economic stratum. The definition and codification of the explanatory variables are reported in Table 2A (annex) and the main statistical parameters can be seen in Table 3A (annex).

### ***B. Fuzzy set measurement method***

The fuzzy set method is employed to build an individual job stress index as an empirical strategy adapted to works oriented to analyze labor market statistics or the quality of life documented by Lelli (2001); Lemmi and Betti (2006); Bérenger and Verdier (2007). This approach follows the proposal by Desai and Shah (1988), who suggest that the social environment is an important factor in the measurement of privation. In this sense, the method allows to determine the level of belonging of individuals to a set (in this case, presenting job stress-related factors) by means of functions relating to a sense of belonging. The advantage of the method is the easy interpretation of the final weightings, considering the simplicity of the procedure, especially if it is compared to the methods that employ principal components or factorial analysis that require continuous quantitative variables in certain cases and the estimation of own values and correlations.

The mathematical formulation presented in this work follows Lelli (2001).  $X$  represents the universe composed by individuals named as  $x_i$  with  $i = 1, \dots, n$ , which have a vector of  $j$  attributes or characteristics such that  $j = 1, \dots, T$ . Now,  $A$  is a fuzzy subset of  $X$ , such that if  $x_i \in A$ , the individual  $i$  does not suffer from the privation of any attribute. If the level of belonging of  $x_i$  to  $A$  is expressed by a  $\mu_A$  function that can take values in the interval  $[0,1]$ , then  $A$  would be a fuzzy subset. In this way,  $A$  could be expressed as  $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), x_i \in X)\}$ . On its part, the  $\mu_A$  function that defines the level of belonging will be defined as:

$\mu_A(x_{ij}) = 1$ , in case of not belonging to the subset  $A$ .

$\mu_A(x_{ij}) \in (0, 1)$ , in case of partially belonging to the subset  $A$ . This is total or partial privation of some attributes, but not totally deprived of them.

$\mu_A(x_{ij}) = 0$ , in case of total belonging or membership to the subset  $A$ .

Where  $\mu_A(x_{ij})$  is an individual measure of specific privation for the  $j$  indicator. In addition to this, Lelli (2001) recommends to use the cumulative distribution function, considering that it allows to avoid arbitrary definitions of thresholds to determine a sense of belonging. Likewise, unlike the other functional forms, the cumulative distribution does not require pre-establishing limits to the sets and it is possible to obtain total scores and scores by dimension. In this case, according to the proposal by Cheli and Lemmi (1995), the function would be the following:

$$\mu_A(x_{ij}) = \mu_A(x_{ij}^k) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_{ij} = x_j^k; k = 1 \\ \mu_A(x_{ij}^{(k-1)}) + \frac{(F(x_{ij}^k) - F(x_{ij}^{(k-1)}))}{(1 - F(x_{ij}^1))} & \text{if } x_{ij} = x_j^k; k > 1 \\ 0 & \text{if } x_{ij} = x_j^k; k = K. \end{cases} \quad (7)$$

where  $k = 1, \dots, K$  is each one of the categories of the variable  $j$  (seven in this research) that explain the risk of privation, being  $K$  the lowest risk (this means, the best situation in relation to the variable  $j$ ).  $F(x_j)$  is the cumulative distribution of the variable  $j$ , classified according to  $k$ . Once the functions

that measure the level of belonging are obtained, the JSI is calculated as the weighted average of these in the following way:

$$JSI = 100 x \frac{\sum_{j=1}^T \mu_A(x_{ij}) W_j}{\sum_{j=1}^T W_j} \text{ and } W_j = \ln \left[ \frac{1}{\frac{1}{1/n \sum_{i=1}^n \mu_A(x_{ij})}} \right]. \quad (8)$$

In this case, T represents the total of dimensions and  $W_j$  the respective weighting, which is calculated as shown in equation 8. Lastly,  $\frac{1}{1/n \sum_{i=1}^n \mu_A(x_{ij})}$  represents the fuzzy proportion of individuals with certain level of not presenting labor stress in relation to variable  $j$ . A simulation of a hypothetical situation is presented below. Table 1 presents the data of an example for 15 individuals, which uses, for simplification purposes, only five dimensions or variables. The following variables are included in the columns of the table with the respective numeral:

- |  |   |
|--|---|
| (1) Satisfaction current job                               | 0 = Satisfied 1 = Not satisfied               |
| (2) Satisfaction bonuses and benefits                      | 0 = Satisfied 1 = Not satisfied               |
| (3) Satisfaction current working hours                     | 0 = Satisfied 1 = Not satisfied               |
| (4) Job Security   | 0 = Does consider it 1 = Does not consider it |
| (5) Compatibility between work and family responsibilities | 0 = Compatible 1 = Not compatible             |

In this way, the economic agents with lower JSI would be the ones satisfied with their current job, receiving bonuses and compensations, are satisfied with the current working hours, consider they have job stability, that there is compatibility between work and family responsibilities, they are affiliated to social security and foresee the funds they would use in the event of being unemployed, with which the JSI would have a score of 100. On the contrary, the individuals under privation in each of the studied variables obtain a JSI score of 0. Indeed, taking the previous into account, it is highly important to highlight that this type of weighting refers to its awareness of the frequency, in such a way that it does not give great importance to the infrequent or rare stress-related characteristics. In this way, the result will be an individual job stress index, which when aggregated by different categories (in this case, metropolitan areas) will allow to enrich the analysis.

**Table 1.** *Simulation Job Stress Index*

ID	City	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	$\mu_{(1)}$	$\mu_{(2)}$	$\mu_{(3)}$	$\mu_{(4)}$	$\mu_{(5)}$	$W_{(1)}$	$W_{(2)}$	$W_{(3)}$	$W_{(4)}$	$W_{(5)}$	JSI
1	Medellín	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	71.18
2	Medellín	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	65.45
3	Medellín	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	55.12
4	Medellín	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	20.57
5	Medellín	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	<b>100.00</b>
6	Medellín	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	36.63
7	Medellín	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	49.38
8	Medellín	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	20.57
9	Medellín	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	39.05
10	Medellín	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	65.45
11	Medellín	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	20.57
12	Medellín	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	36.63
13	Medellín	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	44.88
14	Medellín	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	<b>0.00</b>
15	Medellín	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1.10	0.51	0.51	0.92	0.14	67.87
$\sum_{j=1}^N \mu_A(X_{ij})$							5	9	9	6	13						
$\sum_{j=1}^N W_j$												3.18					
Average JSI																	46.22

Source: author's calculations.

### ***C. Multinomial probit models and econometric specification***

Multinomial discrete choice models are based on the utility theory of the economic agent. In this sense, considering as determining factors the socio-economic and job profile characteristics that do not present endogenous problems, it is possible to quantify the probability of being stressed. Indeed, we segment the index by quantiles in order to define three categories of this variable: high-stress, moderate-stress and low-stress (see Table 4A in the annex). The dependent variable has a polynomial structure of the form  $Y = \{1, 2, 3\}$ , with probabilities of occurrence equal to  $p_1 = p(Y = 1)$ ,  $p_2 = p(Y = 2)$  and  $p_3 = p(Y = 3) = 1 - p_1 - p_2$  and considering as a reference category the lower stress, the equation to estimate is the following:

$$\begin{aligned}
 \ln \left( \frac{p_j}{p_1} \right) = & \beta_{0j} + \beta_{1j}Gender + \beta_{2j}Head_{household} + \beta_{3j}Cohort_{births} \\
 & + \beta_{4j}Marital_{status} + \beta_{5j}Stratum + \beta_{6j}Academic_{degree} \\
 & + \beta_{7j}Occupational_{category} + \beta_8 \ln(wages) \\
 & + \beta_{9j}Changing_{jobs} + \beta_{10j}Company_{classification} \\
 & + \beta_{11j}Contract + \beta_{12j}Working_{hours} \\
 & + \beta_{13j}Others_{incomes} + Dummy_{Area} + \varepsilon.
 \end{aligned} \tag{9}$$

The discrete choice model estimated supposes a probit distribution. So, the basis of this empirical strategy doesn't depend on the compliance of the assumption of Independence of Irrelevant Alternatives (IIA), as much as it must be proven that in case of eliminating one of the categories of the dependent variable, the estimated coefficients are not modified. For instance, if the categories of greater stress and moderate (excluding low-stress) job stress were considered, significant variations in the reported estimations considering both alternatives should not be obtained. The null hypothesis Small and Hsiao (1985) is: there are no differences between the estimated coefficients and the categories of the dependent variable, and it was rejected (Table 5A in the annex). Therefore, it can be concluded that the data adopt a normal distribution and a probit ordered multinomial model is estimated and the variables have not multicollinearity problems (Table 6A in annex).

#### ***D. Job Stress Index and Economic Inference***

We estimated the JSI for the principal cities of Colombia, which concentrate a high proportion of the employed population in the country. In the 2018, the cities registered an employment rate of 58.6%; slightly lower than the one registered in 2017 (59.5%) and a little higher in relation to the national registers, 57.8% (DANE, 2018, pp 6-9). Table 2 reports the main statistical aspects of the JSI ranked from lowest to highest, reaffirming that the fuzzy sets method proposal validates the privation of the characteristics associated with job stress, and therefore, the lower score meaning more stress level. Meanwhile, employment and unemployment rates in 2018 are also

reported in the last columns, in order to observe whether there are patterns between employment (unemployment) and job stress.

**Table 2.** *Job Stress Index – Labor Market Measures 23 principal cities*

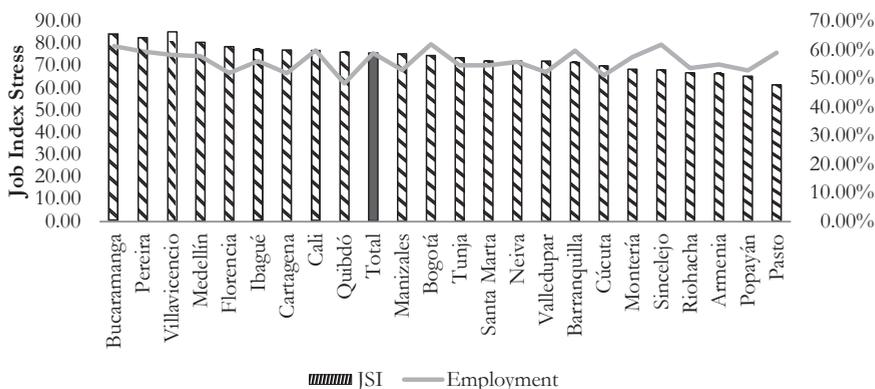
Cities	Observation	JSI		Labor Market	
		Mean	Deviation	Employment (%)	Unemployment (%)
Medellín	12157	80.35	23.14	57.70	11.70
Barranquilla	10032	71.28	26.67	59.60	8.50
Bogotá	10506	74.43	23.33	61.90	10.50
Cartagena	4718	76.97	26.83	51.70	8.70
Tunja	5968	73.52	25.53	54.50	11.30
Manizales	7772	75.20	23.59	52.80	11.20
Florencia	4907	78.48	23.62	51.80	13.00
Popayán	5369	65.20	26.59	52.70	10.90
Valledupar	5419	71.95	29.23	52.10	14.80
Montería	7363	68.28	32.43	57.40	10.00
Quibdó	1839	75.95	26.77	48.10	17.80
Neiva	6869	71.98	27.02	55.70	11.60
Riohacha	6459	66.71	27.35	53.50	14.10
Santa Marta	5095	72.01	28.60	54.50	8.40
Villavicencio	6291	81.12	22.77	58.10	11.90
Pasto	6337	61.28	29.18	58.90	9.00
Cúcuta	4338	69.78	28.36	51.00	16.30
Armenia	6357	66.20	27.28	54.80	15.60
Pereira	7019	82.46	22.55	59.30	9.10
Bucaramanga	7548	85.10	20.88	61.20	8.80
Sincelejo	7844	68.02	33.03	61.70	9.60
Ibagué	6433	77.17	26.65	56.00	14.20
Cali	8177	76.39	24.19	59.70	11.50
Total	154817	75.61	24.86	58.70	10.90

*Source:* author's author's calculations based on the GIHS 2018.

There are 14 cities with a JSI under the estimated mean for the 23 principal cities. Pasto reports the lowest index (61.28), which suggests that the employed population presents conditions that enables its appearance; followed by intermediate cities such as Popayan (65.20), Armenia (66.20), Riohacha (66.71), Sincelejo (68.02), Monteria (68.28), Cucuta (69.78) among others. On the other hand, Bucaramanga (85.08), Pereira (82.6), Villavicencio (81.12) and Medellin (80.35) reported a JSI of more than 80 points. Therefore, these four cities are the one with the least job stress and it's possible that the labor conditions are positive for the employed population, but this assumption exceeds the scope of this research. Meanwhile, one of the context-related variables that can affect the appearance of job stress is the employment rate.

In a city where the unemployment rate is high, for instance, it is likely that employed people feel pressure to keep their current jobs regardless of the requirements of hours and the received remuneration for carrying out the activity, since changing jobs would not be easy. However, when analyzing the results of the JSI and the employment rate for the set of cities, there is not a clear relation that suggests that more employment less stress (see Figure 1).

Figure 1. Job stress and employment rate



Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

Job stress, as identified in this research, according to the empirical strategy employed for its calculation and econometric inference suggests the existence

of job stress in the labor market at the 23 principal cities of Colombia. In principle, the statement is supported to extend that the probability of presenting high-stress, moderate-stress and low-stress that depends on a set of pre-established characteristics (explanatory variables) is 17.19%, 27.85% and 54.96%, respectively. In view of this result, the statistical review of the variables in the three defined components (see Table 3) are the marginal effects of a multinomial probit regression model. Therefore, its correct interpretation results by multiplying the coefficient by 100.

*Table 3. Marginal effects in the multinomial probit model for the JSI*

	Job Stress Index	High-Stress	Moderate-Stress	Low-Stress
Socio-demographic characteristics of the individual	Gender [1=Woman]	-0.0182*** (0.002)	-0.0192*** (0.003)	0.0373*** (0.003)
	Head of household	0.0127*** (0.002)	0.0169*** (0.003)	-0.0296*** (0.003)
	Cohort of births "1961-1972"	0.0116*** (0.004)	0.0063 (0.004)	-0.0178*** (0.005)
	Cohort of births "1973-1984"	0.0164*** (0.004)	0.0035 (0.004)	-0.0200*** (0.005)
	Cohort of births "1985-1996"	0.0140*** (0.004)	-0.0019 (0.005)	-0.0120** (0.006)
	Married	-0.0245*** (0.003)	-0.0054 (0.004)	0.0299*** (0.004)
	Separated-Divorced	0.0316*** (0.004)	0.0276*** (0.004)	-0.0592*** (0.005)
	Widow/Widower	0.0272** (0.012)	0.0030 (0.013)	-0.0301** (0.014)
	Single	0.0071** (0.003)	0.0120*** (0.003)	-0.0191*** (0.004)

*Continues*

Table 3. *Continuation*

	Job Stress Index	High-Stress	Moderate-Stress	Low-Stress
Socio-demographic characteristics of the individual	High School	-0.0185*** (0.007)	-0.0078 (0.008)	0.0263*** (0.009)
	Technician/Technologist	-0.0340*** (0.006)	-0.0175** (0.008)	0.0515*** (0.010)
	University	-0.0349*** (0.007)	-0.0239*** (0.009)	0.0588*** (0.010)
	Postgraduate studies	-0.0320*** (0.008)	-0.0414*** (0.009)	0.0734*** (0.011)
	Social stratum two	-0.0185*** (0.003)	-0.0054 (0.003)	0.0239*** (0.004)
	Social stratum three	-0.0346*** (0.003)	-0.0113*** (0.004)	0.0459*** (0.004)
	Social stratum four	-0.0477*** (0.005)	-0.0285*** (0.006)	0.0763*** (0.007)
	Social stratum five	-0.0637*** (0.007)	-0.0495*** (0.009)	0.1132*** (0.010)
	Social stratum six	-0.0813*** (0.009)	-0.0610*** (0.011)	0.1423*** (0.013)
	Labor characteristics	Wage earner	-0.1905*** (0.005)	-0.0385*** (0.005)
Labor income (ln)		-0.0112*** (0.001)	-0.0022*** (0.001)	0.0134*** (0.001)
Changing job		0.4576*** (0.003)	0.0048* (0.003)	-0.4624*** (0.003)
Micro-enterprise		-0.0035 (0.004)	0.0020 (0.005)	0.0015 (0.006)

*Continues*

Table 3. *Continuation*

	Job Stress Index	High-Stress	Moderate-Stress	Low-Stress
Labor characteristics	Small	-0.0567*** (0.004)	-0.0083 (0.006)	0.0650*** (0.007)
	Medium-Large	-0.0988*** (0.004)	-0.0115** (0.006)	0.1103*** (0.006)
	Has a contract of employment	0.0941*** (0.005)	0.0350*** (0.007)	-0.1290*** (0.007)
	Works 48 hours	-0.0342*** (0.003)	0.0126*** (0.003)	0.0216*** (0.003)
	Works more than 48 hours	0.0230*** (0.003)	0.0112*** (0.003)	-0.0342*** (0.004)
	Has other income	-0.0105*** (0.003)	-0.0079** (0.003)	0.0185*** (0.004)
	Dummy Metropolitan Area	YES	YES	YES
	<b>Probability</b>	<b>17.19%</b>	<b>27.85%</b>	<b>54.96%</b>

Note: significant coefficient at \* for  $p < 0.1$ , \*\* for  $p < 0.05$ , \*\*\* for  $p < 0.01$ .

Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

The socio-demographic characteristic component begins with the presentation of two outstanding results. Women have a lower probability of experiencing high job stress. Results show that it is 1.8 percentage points (pp) less in comparison to men. While being a head of household increases the probability in 1.27 pp of experiencing a high JSI. The previous statement contributes with evidence that in the labor market, gender and role differences persist in participative indicators such as salaries (gaps), position in the household and now, stress levels.

When examining how age and marital status affect job stress levels, results were statistically significant, but not very important. Results support that people born between 1973 and 1984 present a higher probability of experiencing low job stress, while young people (born between 1985 and

1996) experience a lower probability. In other words, the young people are more stressed. Now, being single, separated-divorced or widower increases the probability in 0.7 pp, 3.2 pp and 2.72 pp respectively, of experiencing high job stress, while being married decreases the probability.

Results of social stratum show that the greater the individual's social stratum the lower the probability of experiencing high job stress levels, since it reduces as this variable of social position increases, in which its range fluctuates between 1.85 and 8.13 pp. This result can be supported to the extent that the stratum reflects the social position and/or acquisitive power of individuals and therefore, would not experience stress symptoms caused by the uncertainty about their income source in case of being unemployed or desiring to change jobs. Besides, the educational level explains the job stress. More education is associated with a low probability of being with high job stress, the results in the first column of Table 2 indicate that the probability decreases between 1.85 to 3.49 pp compared to the people who have no education level.

Work-related characteristics not only contribute with evidence that support the appearance of job stress considering the articulation of the basic labor model Leisure-Consumption, but they also allow us to observe the more relevant coefficients and the ones with a statistical significance of 1%. The wage earners have established a contractual relation, whose common denominator is the fixating of the contract period (permanent or indeterminate) and remuneration for the hired service. This statement implies a greater job security and a constant income flow which together are associated with a decrease of 19.05 pp in the probability of experiencing high job stress levels in relation to those who are not wage earners, this means, those who work on their own or are independent. However, the labor formality does not necessarily imply having a contract of employment, whether it is verbal or written, and in this sense, it is evident that those who have a contract of employment increase in 9.41 pp the probability of experiencing higher stress levels, explained by the fact that greater formality implies a greater number of responsibilities.

Results for the variable income (in logarithms) show that its increase produces a decrease of 1.34 pp in the probability of experiencing higher levels of job stress. An implication resulting from the salary increase as a response to a better compensation for the time destined to the work, is reflected in a fall of consumption utility. Then, to destine more time in work-related activities, even at the expense of a salary increase, results causing a loss of wellbeing. On the other hand, the feeling of wellbeing within the work environment, without specifying its cause, and that leads to consider the possibility of change jobs, is associated to an increase of 45.76 pp in the probability of experiencing higher stress levels, being this, the most important coefficient in the study. This analysis allows to indicate the importance of including alternatives that seek to decrease the condition within jobs, which opens a field of action for the elaboration of academic studies that will allow to know the decision of an economic agent to continue in a job.

Working hours represent an essential interest in labor market research, since increasing working hours, even when a salary increase takes place, has a negative influence in the individual's wellbeing. This is supported when finding that working more than the established hours by the Colombian Law (48 hours) increases the probability of experiencing higher stress levels in 2.30 pp, in comparison to those who work less than 48 hours; while, working exactly 48 hours a week decreases that probability in 3.42 pp. This suggests that the ideal time to perform work-related activities would be around 48 hours a week, if the strategy is aimed at lowering down the stress of the employed population.

Finally, the size of the company explains the job stress. In larger companies there are better positions, which in certain way, would allow to balance the assigned schedules and responsibilities. In this sense, the proposed model suggests that in small, medium or large companies, the probability that the employed population experiences higher levels of job stress decreases in 5.67 and 9.88 pp; which supports the previously outlined assumption.

## **Conclusions, Limitations and Recommendations**

Job stress is identified with more clearly if aspects related to the individual's health are analyzed, as it has been identified in literature. Nevertheless, recognizing work conditions as demographic that are related to this phenomenon, becomes a research field that from the perspective of economic sciences has not been reinforced, possibly because of the limitation of information sources. Indeed, the information reported in population surveys do not usually develop extensive modules on labor force and in turn on issues of health of individuals.

Job stress levels can lead to increases in the productivity of the individual, since recognizing that labor markets increasingly assign a greater number of responsibilities that create positive organizational synergies regarding results. However, the main objective of this research was focused on analyzing the conditions that affected the probability of increasing or reducing job stress levels, because it certainly prompts behaviors that risk human health and social relationship of the employed person. So, this research partially adapts a broadly used methodology to calculate indicators of employment quality. Thus, it becomes the first methodological attempt that deserves to be further reviewed considering the possibility of introducing variables in the health of the individual, since they have an influence in its appearance. However, given the employed source of data, it was not possible to comply with such requirement, setting in this way an academic challenge for future research.

The flexibility based on new assumptions in the basic theoretical model of labor market leisure-consumption, allows to articulate the etymology of the term job stress and its possible appearance in the labor market. The analytical development of the model allowed us to establish that the greater time destined to execute work-related activities, the lower the utility resulting from consumption to the extent that the salary would not compensate this additional time to everyday activities (Leisure). Then, when finding statistical significance for the variables of the labor component such as working hours, having a contract of employment, classification of the company, among other variables, it possible to suggest the importance of encouraging work regulating frameworks that provides incentives, not only according to the salary but also

oriented to maintaining a number of pre-established hours and additional time to execute complimentary activities.

The hypothesis of this research is empirically contrasted when analyzing the labor dynamics and the stress index found. In this way, it is observed that although stress is a heterogeneous phenomenon between cities, there is no statistical evidence to support a correlation between stress and employment rate, for example. This is important in that it is expected that the greater the available labor force, the pressure to keep their jobs may lead economic agents to perform extra activities not necessarily influence their economic welfare in favor of keeping their jobs. However, this precision should be explored more thoroughly in future research.

### Annexes

**Table 1A.** *Variables employed for the construction of the Job Stress Index*

Variables	Codification
Satisfaction current job	0 = Satisfied 1 = Not satisfied
Satisfaction bonuses and benefits	0 = Satisfied 1 = Not satisfied
Satisfaction current working hours	0 = Satisfied 1 = Not satisfied
Job Security	0 = Does consider it 1 = Does not consider it
Compatibility between work and family responsibilities	0 = Compatible 1 = Not compatible
Affiliated to social security	0 = Affiliated 1 = Not affiliated
Estimate of funds he would use in the event of unemployment	0 = The individual has an estimate 1 = The individual hasn't an estimate

*Source:* author's calculations based on the GEIH 2018.

**Table 2A.** *Presentation of explanatory variables*

<b>Variables</b>	<b>Codification</b>
Gender	0 = Man 1 = Woman
Head of household	0 = Another member of the household 1 = Head of household
Marital status	0 = Cohabiting 1 = Married 2 = Widow/er 3 = Separated 4 = Single
Academic degree	0 = None or Basic 1 = High School Graduate 2 = Technician or Technologist 3 = University 4 = Postgraduate
Socio-economic stratum	0 = One 1 = Two 2 = Three 3 = Four 4 = Five 5 = Six
Cohort of births	0 = 1950-1960 1 = 1961-1972 2 = 1973-1984 3 = 1985-1996
Working hours per week	0 = Less than 48 hours 1 = 48 hours 2 = More than 48 hours
Income	Logarithm of monthly labor income
Wage earner	0 = Independent 1 = Wage earner
Changing jobs	0 = Does not think of changing job 1 = Thinks of changing job
Other income	0 = Does not have other income 1 = Has other income
Company classification	0 = Works by himself 1 = Micro-enterprise 2 = Small 3 = Medium or Large
Contract	0 = Does not have a labor contract 1 = Has a labor contract
Metropolitan Areas	05 = Medellín 08 = Barranquilla 11 = Bogotá, D.C 13 = Cartagena 15 = Tunja 17 = Manizales 18 = Florencia 19 = Popayán 20 = Valledupar 23 = Montería 27 = Quibdó 41 = Neiva = 44 = Riohacha 47 = Santa Marta 50 = Villavicencio 52 = Pasto 54 = Cúcuta 63 = Armenia 66 = Pereira 68 = Bucaramanga 70 = Sincelejo 73 = Ibagué 76 = Cali

*Source:* author's calculations based on the GEIH 2018.

**Table 3A. Main statistics**

Variable	Observations	Mean	Deviation	Minimum	Maximum
Job Stress Index (JSI)	154817	75.61	24.86	0.00	100.00
Categories JSI	154817	2.34	0.77	1.00	3.00
Gender [Woman=1]	154817	0.49	0.50	0.00	1.00
Head of household	154817	0.42	0.49	0.00	1.00
Cohort of birth	154817	1.86	0.96	0.00	3.00
Marital status	154817	2.81	1.66	1.00	5.00
Academic degree	154817	2.70	0.99	1.00	5.00
Stratum	154817	1.15	1.06	0.00	5.00
Occupational category [Wage earner=1]	154817	0.69	0.46	0.00	1.00
Income (ln)	154817	13.68	1.55	0.00	18.44
Changing job	154817	0.23	0.42	0.00	1.00
Company classification	154817	1.76	1.24	0.00	3.00
Contract of employment [Have=1]	154817	0.76	0.43	0.00	1.00
Working hours	154817	0.83	0.80	0.00	2.00
Other income [Have=1]	154817	0.20	0.40	0.00	1.00

Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

**Table 4A. Categories JSI and statistic descriptive**

Categories JSI	Observations	Mean	Deviation	Minimum	Maximum
High	35338	34.50	13.37	0.00	51.99
Moderate	39034	65.82	6.14	52.00	75.30
Low	80445	95.27	8.19	75.32	100.00
Total	154817	75.61	24.86	0.00	100.00

Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

**Table 5A.** *Test Small-Hsiao*

Omitted	lnL(full)	lnL(omit)	chi2	df	P> chi2	Evidence
Greater	-34000	-33900	93332	51	0.000	Against Ho
Moderate	-21600	-21500	156014	51	0.000	Against Ho

Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

**Table 6A.** *Multicollinearity*

Variable	VIF	1/VIF
Contract	5.35	0.187026
Occupational category	3.90	0.256144
Company classification	2.76	0.362018
Academic degree	1.39	0.721029
Cohort of birth	1.24	0.803603
Head of household	1.22	0.818797
Income (ln)	1.22	0.821021
Stratum	1.21	0.826576
Gender	1.15	0.869319
Marital status	1.13	0.883785
Working hours	1.11	0.900553
Changing job	1.08	0.924893
Other income [Have=1]	1.07	0.935773
Area	1.01	0.994619
<b>Mean VIF</b>	<b>1.77</b>	

Note: mean of statistic suggest that there is not exist multicollinearity in the model.

Source: author's calculations based on the GEIH 2018.

## References

- Atalaya, M. (2001). El estrés laboral y su influencia en el trabajo. *Industrial Data*, 4(2), 25-36.
- Bérenger, V. & Verdier-Chouchane, A. (2007). Multidimensional measures of well-being: Standard of living and quality of life across countries. *World Development*, 35(7), 1259-1276.
- Booth, A. (1979). Does wives' employment cause stress for husbands? *The Family Coordinator*, 28(4), 445-449.
- Burón, C. (2010). Evaluación del coste por pérdida de jornadas laborales asociado al estrés laboral: propuesta para España. *Estudios de Economía Aplicada*, 28(3), 689.
- Cheli, B. & Lemmi, A. (1995). A totally fuzzy and relative approach to the multidimensional analysis of poverty. *Economic Notes*, 24, 115-134.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) (2018). *Boletín Técnico Gran Encuesta Integrada de Hogares, diciembre 2018*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol\\_empleo\\_dic\\_18.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_dic_18.pdf)
- Desai, M. & Shah, A. (1988). An econometric approach to the measurement of poverty. *Oxford Economic Papers*, 40(3), 505-522.
- DIMPE (Dirección de Metodología y Producción Estadística) (2018). *Gran Encuesta Integrada de Hogares Metodología*, 1-1222. [http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/547/related\\_materials](http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/547/related_materials)
- Durán, M. M. (2010). Bienestar psicológico: el estrés y la calidad de vida en el contexto laboral. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 71-84.
- Fenwick, R. & Tausig, M. (1994). The macroeconomic context of job stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 35(3), 266-282.
- Freeman, R. B. (1977). *Job satisfaction as an economic variable* (NBER Working Paper, No. 225). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w0225>

- Gamero-Burón, C. (2010). Evaluación del coste por pérdida de jornadas laborales asociado al estrés laboral: propuesta para España. *Estudios de Economía Aplicada*, 28(3), 1-20.
- Halkos, G. & Bousinakis, D. (2010). The effect of stress and satisfaction on productivity. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(5), 415-431.
- Heaney, C. A., Israel, B. A., Schurman, S. J., Baker, E. A., House, J. S. & Hugentobler, M. (1993). Industrial relations, worksite stress reduction, and employee well-being: A participatory action research investigation. *Journal of Organizational Behavior*, 14(5), 495-510.
- Hernández, L., Romero, M., de Rivera, J. L. & Rodríguez-Abuin, M. J. (1997). Dimensiones de estrés laboral: relaciones con psicopatología, reactividad al estrés y algunas variables orgánicas. *Psiquis*, 18(3), 115-120.
- Houtman, I., Jettinghof, K. & Cedillo, L.(2008). *Sensibilizando sobre el estrés laboral en los países en desarrollo. Un riesgo moderno en un ambiente tradicional de trabajo. Consejos para empleadores y representantes de los trabajadores.* [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43770/9789243591650\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43770/9789243591650_spa.pdf)
- Jung, H. S. & Yoon, H. H. (2014). Antecedents and consequences of employees' job stress in a foodservice industry: Focused on emotional labor and turnover intent. *International Journal of Hospitality Management*, 38, 84-88.
- Kolvereid, L. (1982). Stress: Organizational consequences and occupational differences. *International Studies of Management & Organization*, 12(3), 14-32.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984). Coping and adaptation. In W. D. Gentry (Ed.). *The Handbook of Behavioral Medicine* (282–325). New York: Guilford.
- Lelli, S. (2001). *Factor Analysis vs. Fuzzy Sets theory: Assessing the influence of different techniques on sen's functioning approach* (Discussions Paper Series,

- No. 01.21). Katholieke Universiteit Leuven. <https://feb.kuleuven.be/drc/Economics/research/dps-papers/dps01/dps0121.pdf>
- Lemmi, A. A. & Betti, G. (2006). *Fuzzy set approach to multidimensional poverty measurement* (Vol. 3). United States: Springer.
- Modekurti-Mahato, M., Kumar, P. & Raju, P. G. (2014). Impact of emotional labor on organizational role stress a study in the services sector in India. *Procedia Economics and Finance*, 11, 110-121.
- Oswald, A. (2002). *Are you happy at work? Job satisfaction and work-life balance in the US and Europe*. [https://www.researchgate.net/publication/228540807\\_Are\\_you\\_happy\\_at\\_work\\_Job\\_satisfaction\\_and\\_work-life\\_balance\\_in\\_the\\_US\\_and\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/228540807_Are_you_happy_at_work_Job_satisfaction_and_work-life_balance_in_the_US_and_Europe)
- Ruiz-Pérez, I., Bermúdez-Tamayo, C. & Rodríguez-Barranco, M. (2017). Socio-economic factors linked with mental health during the recession: a multilevel analysis. *International Journal for Equity in Health*, 16(1), 45.
- Small, K. A. & Hsiao, C. (1985). Multinomial logit specification tests. *International Economic Review*, 26(3), 619-627.
- Wickens, M. (2011). *Macroeconomic theory: a dynamic general equilibrium approach*. United States: Princeton University Press.

# **El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011**

---

**Jorge Barrientos-Marín, Sebastián Ospina-Valencia y Sebastián Giraldo-Flórez**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



Jorge Barrientos-Marín, Sebastián Ospina-Valencia y Sebastián Giraldo-Flórez

## El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011

**Resumen:** *En este trabajo estamos interesados en estimar el costo económico del tsunami ocurrido en 2011 en Japón, el cual afectó dramáticamente las prefecturas (provincias) de la región nororiental (Fukushima, Itawe y Miyagui) y originó la posterior emergencia nuclear causada por el daño del reactor de Fukushima. Para lograr el objetivo, se utiliza la metodología de control sintético (MCS) construyendo “prefecturas sintéticas” y utilizando las prefecturas que no fueron afectadas por el tsunami. Los resultados muestran que el costo del desastre en 2011 ascendió a 2,5 billones de yenes (23000 millones de USD), equivalente al 18 % de un bloque del PIB (sumatoria de los PIB sectoriales relevantes para la economía de las tres prefecturas); así mismo, evidenciaron que el efecto causal positivo medido entre 2012 y 2014 fue de alrededor de 1,4 billones de yenes (12800 millones de USD), equivalente al 10 % del PIB. Los resultados de este artículo son relevantes, pues proveen una metodología para estimar el efecto causal económico de desastres naturales o de conflictos.*

**Palabras clave:** *contrafactual sintético; nuclear; Fukushima; ponderación óptima; tsunami.*

**Clasificación JEL:** *C21, G14, O11, O40, O53.*

## The economic cost of natural disasters: the case of the tsunami and nuclear emergency in Japan in 2011

**Abstract:** *In this paper we are interested in estimating the economic cost of the tsunami occurred in 2011 in Japan (as well as the subsequent nuclear emergency caused by the damage to the Fukushima’s reactor) and that affected the prefectures (provinces) of the northeast region (Fukushima, Itawe and Miyagui). To this goal, we perform the synthetic control methodology (MCS), by constructing “synthetic prefecture” using the prefectures that were not affected by the Tsunami. The results show that the cost of disaster in 2011 amounted to 2.5 billion yen (23.000 million US \$), equivalent to 18 % of GDP (sum of the sectoral GDP relevant to the economy of the three prefectures) and the positive causal effect measured between 2012 and 2014 was around 1.4 billion yen (12.800 million US \$), equivalent to 10 % of GDP. The results of this paper are relevant due to they provide us a methodology for estimating the economic causal effect of disasters and conflicts.*

**Keywords:** *synthetic counterfactual; nuclear; Fukushima; optimal weighting; tsunami.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93ia340531>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Le coût économique des catastrophes naturelles: le cas du tsunami et d'urgence nucléaire au Japon en 2011**

**Résumé:** *Dans ce travail nous souhaitons estimer le coût économique du tsunami survenu en 2011 au Japon, lequel a touché de façon spectaculaire les provinces de la région nord-est du pays (Fukushima, Iwate et Miyagi) et qui a endommagé le réacteur nucléaire de Fukushima. Pour atteindre l'objectif, la méthodologie de contrôle synthétique (MCS) est utilisée, ce qui implique distinguer les « provinces synthétiques » touchées et les provinces qui n'ont pas été touchées par le tsunami. Les résultats montrent que le coût de la catastrophe s'est élevé à 2,5 billions de yens (23 milliards USD), soit 18 % d'un bloc du PIB (la somme du PIB des secteurs essentiels des trois provinces). De même, nous montrons que l'effet causal positif entre 2012 et 2014 était d'environ 1,4 billion de yens (12,8 milliards USD), soit 10 % du PIB. Les résultats de cet article fournissent une méthodologie pour estimer l'effet causal économique, soit des catastrophes naturelles ou bien des conflits.*

**Mots clés:** *contrefactuel synthétique; nucléaire; Fukushima; pondération optimale; tsunami.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Barrientos-Marín, J., Ospina-Valencia, S. & Giraldo-Flórez, S. (2020). El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011. *Lecturas de Economía*, 93, 225-260.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a340531>

# El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011

Jorge Barrientos-Marín <sup>a</sup>, Sebastián Ospina-Valencia <sup>b</sup> y Sebastián Giraldo-Flórez <sup>c</sup>

–Introducción. –I. Metodología. –II. Resultados. –Conclusiones y discusión. –Anexos.  
–Agradecimientos. –Referencias.

*Primera versión recibida el 15 de noviembre de 2019; versión final aceptada el 11 de abril de 2020*

## Introducción

El 11 de marzo del 2011 aproximadamente a las 2 p.m. (hora local), se produjo un terremoto en la costa nororiental de Japón que causó posteriormente un tsunami que golpeó la costa 30 minutos después. Esta combinación de sucesos produjo una emergencia adicional en la planta nuclear de Fukushima Daiichi en donde se registraron tres fusiones nucleares y emisiones de material radiactivo, lo que implicó la evacuación de 154000 personas en un área de 20 km<sup>2</sup> alrededor de la planta. Estos eventos no solo se tradujeron en la pérdida de vidas humanas sino también en cuantiosos daños materiales para una parte importante de las prefecturas del nororiente de Japón. Tales detalles pueden encontrarse en Kazama y Noda (2012), en especial sobre las prefecturas de Iwate, Miyagi y Fukushima; mientras que

---

<sup>a</sup> *Jorge Barrientos-Marín*: profesor e investigador de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia y de la Universidad Autónoma Latinoamericana, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [jorge.barrientos@udea.edu.co](mailto:jorge.barrientos@udea.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-5368-1928>

<sup>b</sup> *Sebastián Ospina-Valencia*: profesor de cátedra de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [sebastian.valenciav@udea.edu.co](mailto:sebastian.valenciav@udea.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0002-6348-0318>

<sup>c</sup> *Sebastián Giraldo-Flórez*: estudiante de Economía y asistente de investigación de la Universidad Autónoma Latinoamericana, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [sebastian.giraldo1900@unala.edu.co](mailto:sebastian.giraldo1900@unala.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0002-7058-7746>

las demás prefecturas sufrieron daños leves, principalmente causados por el terremoto (Norio et al., 2011).

Lo ocurrido en la costa noreste de Japón puede ser considerado entonces como un experimento natural. En primer lugar, la ocurrencia de un terremoto o un tsunami no depende de ninguna característica particular de las prefecturas de Japón. En segundo lugar, el terremoto, y posterior tsunami, afectó solamente a un grupo de prefecturas bien definidas, mientras que las demás prefecturas no sufrieron mayores daños, lo que garantiza que el evento es exógeno. Esto se mantiene aun cuando se considera que las prefecturas afectadas fueron costeras, ya que existen otras prefecturas costeras que no fueron afectadas debido a la ubicación aleatoria del terremoto. Esto implica que la asignación del tratamiento (entre afectados y no afectados) es completamente aleatoria y, por lo tanto, las características no observables de la población objeto de estudio no influyen en el efecto del desastre. En consecuencia, este accidente de la naturaleza provee la información adecuada para llevar a cabo una evaluación de impacto (véase DiNardo, 2010 y Bernal & Peña, 2011).

A pesar de lo anterior, hay poca literatura enfocada en determinar el costo económico y el efecto causal del tsunami en 2011, y en los años posteriores, sobre la economía japonesa. De hecho, una revisión literaria de lo ocurrido en Japón indica que la atención se centró sobre todo en el efecto del desastre sobre la opinión pública acerca de la pertinencia de continuar con el uso de energía nuclear, sobre este tema se pueden ver, por ejemplo, los trabajos de Davies (2011), Wittneben (2012), Kim et al. (2013), Bird et al. (2014) y Welsch y Biermann (2014), entre otros. Otra literatura relacionada se concentró en hacer un inventario de los daños materiales, como, por ejemplo, Norio et al. (2011). Por otro lado, trabajos como los de Rehdanz et al. (2015) y Schnell et al. (2012), a pesar de que intentan mostrar los efectos causales del desastre nuclear, no logran medir el impacto económico, ya que, el primero utiliza técnicas de diferencias-en-diferencias con el propósito principal de medir la pérdida de bienestar de las personas, mientras que el segundo solo hace un análisis descriptivo de las series de tiempo de variables económicas —antes y después— del desastre natural y la posterior emergencia nuclear.

Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo tiene como objetivo llevar a cabo una evaluación de los costos económicos, así como el efecto causal del tsunami y la subsecuente emergencia nuclear, sobre la economía de la región nororiental de Japón, la más afectada y que está constituida por las prefecturas de Fukushima, Itawe y Miyagi (véase Figura 1A en el Anexo). Para lograr el objetivo implementamos una metodología de control sintético (MCS) para cada prefectura. Las principales razones esgrimidas en la literatura para usar esta metodología son que permite separar los efectos de otros eventos y producir coeficientes estimados con ausencia de sesgo sin necesidad de muchos datos anteriores al evento en estudio. De aquí que, para este artículo, se eligiera esta metodología para evaluar el impacto socioeconómico del tsunami y la emergencia nuclear en Fukushima.

En este sentido, las contribuciones de este artículo se pueden resumir del siguiente modo: primero, este trabajo está entre los pocos artículos que usa una MCS para evaluar efectos de desastres naturales; segundo, este artículo contribuye con una cuantificación del costo en términos de producto interno bruto (PIB) del desastre; tercero, evaluamos el efecto causal del desastre natural, es decir, que se determina si la evolución del PIB de las regiones afectadas es positiva a partir de 2012 y el mecanismo de transmisión; cuarto, el artículo es una contribución a la literatura nacional sobre estadística causal. Nuestros resultados indican que el costo económico del tsunami ascendió a 2,5 billones<sup>1</sup> de yenes, equivalente, en promedio, al 18 % de PIB sectorial de Japón (suma de los PIB industrial, agrícola, inmobiliario, servicios, minero y manufacturero). Se eligieron estos sectores por ser lo más relevantes para la economía de las regiones de las prefecturas afectadas. Además, el efecto causal positivo del desastre asciende a 1,4 billones de yenes, aproximadamente 10 % del PIB sectorial.

Los artículos dedicados a evaluar los efectos del tsunami y la emergencia nuclear de Fukushima son los siguientes: Kajitani y Tatano (2014), Tanaka y Managi (2016) y Kawaguchi y Yukutake (2017), quienes utilizan técnicas de valoración económica (precios hedónicos) con el fin de evaluar la pérdida de valor sobre el suelo causada por el desastre nuclear. De otra parte, Ando y

---

<sup>1</sup> En Japón se usa la misma escala que en Latinoamérica, 1 billón equivale a  $1 \times 10^{12}$ .

Kimura (2012), Cavallo et al. (2014) y Carvalho et al. (2016) calcularon el impacto económico a través del análisis de la interrupción de la cadena de suministro provocada por el desastre natural. Ambos autores realizan los estudios basados en análisis de supervivencia para concluir, de un lado, que el impacto sobre las exportaciones y la cadena de suministro fue menor al producido por la crisis financiera del 2008 y, de otro lado, que el impacto del terremoto sobre la disponibilidad de bienes implicó una disminución de 17 % en el *stock* de productos, pero no afectó significativamente el nivel de precios. Carvalho et al. (2016) desarrollan un modelo teórico y empírico para estimar los choques en la cadena de suministro, y concluyeron que el desastre significó una desaceleración del 1,2 % del PIB en el año 2012.

Los artículos y documentos de trabajo relacionados con la evaluación de los efectos de desastres sobre la economía (usando inferencia causal u otras técnicas) no son tan habituales como se pudiera esperar, debido a la poca frecuencia de estos eventos (por fortuna). Strobl (2001) estima el impacto de los huracanes en la tasa de crecimiento económico usando un panel de datos de condados costeros de EUA, y construye un índice de destrucción de huracanes basado en una ecuación de pérdida monetaria, velocidad estimada de vientos locales y características de los condados. Sus resultados sugieren que la tasa de crecimiento anual de los condados cae 0,45 %, y 28 % de esta caída se debe a que las personas más ricas abandonan las zonas afectadas.

Pelling et al. (2002) estudian el impacto macroeconómico de los desastres naturales y concluyen que, a pesar de 30 años de estudios, las políticas internacionales de desarrollo están lejos de generar las medidas de protección para las personas más vulnerables durante los desastres. Benson y Clay (2004) en un reporte del Banco Mundial exploran las implicaciones de los desastres naturales sobre la macroeconomía y las finanzas públicas, incluyendo el papel de la información y los mecanismos de propagación del riesgo, para lo cual toman evidencia de Bangladesh, Dominica y Malawi. Los autores concluyen que los desastres naturales grandes tienen efectos negativos muy fuertes sobre el crecimiento económico de corto plazo y fuertes impactos presupuestarios; y en el largo plazo tienen efectos sobre el crecimiento, la reducción de la pobreza y el desarrollo.

Athukorala y Rosesudarmo (2006) documentan y analizan los efectos económicos inmediatos del tsunami en el océano Índico generado por el terremoto en Sumatra el 26 de diciembre de 2004, con epicentro en Indonesia (provincia de Aceh) y Sri Lanka, y evalúan los resultados de la gestión del desastre. Hallazgos preliminares señalan la importancia de educar a las personas sobre simples medidas de precaución, o reiterando sobre la necesidad de políticas costeras de regulación ambiental. Pereira (2009), combinando datos existentes y archivos históricos, provee estimaciones del impacto del terremoto de Lisboa en 1755, la catástrofe natural más grande y recordada en Europa. El costo directo fue la pérdida de entre el 32% y el 48% del PIB portugués; además, a pesar del estricto control, los precios y salarios se mantuvieron volátiles en los años siguientes a la tragedia.

Fomby et al. (2009) usan la metodología de vectores autorregresivos con variables exógenas (VARX) que aplicada a un panel de datos provee evidencia de efectos heterogéneos de una variada dimensión. Primero, evidencia que los efectos de los desastres naturales son más fuertes sobre los países en desarrollo que en los desarrollados. Segundo, que los desastres de moderada intensidad pueden ser beneficios. Tercero, que no todos los desastres naturales son iguales en términos del crecimiento que puedan inducir y que, sorprendentemente, algunos pueden conllevar beneficios respecto al crecimiento económico.

Finalmente, artículos más cercanos a la metodología usada en este trabajo se encuentran recopilados en la amplia revisión de la literatura de Cavallo y Noy (2009); también en artículos empíricos como el de Halim et al. (2013) y Heger (2016). Estos últimos muestran el efecto causal del tsunami ocurrido en Indonesia en 2004, ambos usando técnicas de control sintético. Halim et al. (2013) muestran que después del tsunami existieron impactos positivos sobre la provincia de Aceh que fue la más afectada por el tsunami, mientras que Heger (2016) estima el impacto total del desastre en 4,5 billones de dólares.

Este trabajo se divide en las siguientes secciones, además de esta introducción: la sección I presenta la metodología a implementar y la descripción estadística de los datos usados en la estimación de los efectos causales. La sección II presenta una detallada exposición de todos los

resultados y los efectos del tsunami y la emergencia nuclear en las variables económicas de interés. Finalmente, se presentan las conclusiones y la discusión de estas.

## I. Metodología

Las técnicas de inferencia causal para evaluar el impacto de los desastres naturales son de reciente uso, como se ve, por ejemplo, en Toya y Skidmore (2007); Padli et al. (2010); Cavallo et al. (2011); Xiao (2011), Coffman y Noy (2012); Cavallo et al. (2013), y los ya mencionados Heger (2016), Halim et al. (2013). Se destacan estos últimos por usar controles sintéticos, como la propuesta en este artículo, para evaluar el impacto de desastres naturales. Esta técnica consistente en construir un contrafactual que reensamble las características de la unidad tratada antes del *shock* exógeno, es utilizada sobre todo para aprovechar la data a nivel regional tomando ventaja de las propiedades de los experimentos naturales.

En este sentido, la construcción de un adecuado contrafactual sintético consiste en diseñar, a partir de otras regiones que no fueron afectadas por el fenómeno (tratamiento) una región con características similares a la región tratada, permitiendo así la posterior comparación y estimación del impacto del desastre, como está demostrado en Abadie y Gardeazabal (2003). Debido a las características de Japón y de la zona de desastre (las prefecturas de Iwate, Miyagi y Fukushima), se pueden analizar varios efectos causales: primero, se puede mostrar el efecto causal del desastre nuclear creando un control sintético de Fukushima a partir de las regiones que no fueron afectadas ni por el tsunami ni por la emergencia nuclear, esto se debe a que, si bien existieron daños causados por el tsunami en estas regiones, no hubo daños significativamente grandes, como sí los hubo en las prefecturas de Iwate y Miyagi (véase Norio et al., 2011); de hecho, la mayoría de afectaciones se produjeron debido al desastre nuclear (véase Kazama & Noda, 2012). Segundo, el efecto solamente del terremoto y posterior tsunami puede ser cuantificado a través del diseño de controles sintéticos para Iwate y Miyagi, en donde existieron efectos significativos del terremoto y tsunami, pero no hubo emergencia nuclear.

Con este propósito se tomaron las 44 prefecturas de Japón, excluyendo a Fukushima, Iwate y Miyagi, con el fin de elaborar el control sintético, ya que las tres prefecturas mencionadas fueron las que sufrieron graves daños (Kazama & Noda, 2012) y, además, se encontraban sobre la isla principal de Japón. Adicionalmente, las variables de PIB<sup>2</sup> real de 6 ramas de la economía, el número de universidades, el ingreso gravable y la tasa de mortalidad fueron tomadas como las características a recrear en el control sintético y cuyos datos fueron tomados de la página web de estadísticas oficiales de Japón para el periodo entre el 2001 y el 2014; mientras que la variable resultado fue el PIB real de las regiones medida en millones de yenes. En este punto, cabe aclarar que las variables de mercado laboral como el desempleo, los salarios y la inflación no se encontraban disponibles a nivel regional al momento de la consulta, por lo que fueron excluidas del análisis. La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas de los datos utilizados.

Sea  $I$  el número de regiones de control y  $W = (w_1, \dots, w_I)'$  un vector  $I \times 1$  de ponderadores no-negativos que suman 1. El escalar  $w_i, i = 1, \dots, I$  representa el peso de la región  $i$  en la región sintética; diferentes  $W$  produce diferentes regiones sintéticas y, siguiendo a Abadie y Gardeazabal (2003), la elección de un subconjunto de regiones de control está incorporada en la elección de  $W$ . La metodología de control sintético consiste en estimar la diferencia entre la variable de resultado del grupo tratado de la región  $i$  en el año  $t$ , denotado por  $Y_{it}^1$  y su contrafactual sintético denotado por  $Y_{it}^0$  después de que se genere el choque exógeno, y donde  $Y_{it}^1$  puede escribirse como la combinación lineal de las variables de resultado de las regiones de control, tal que  $Y_{it}^1 = WY_{it}^0$ , donde  $W$  es un vector de pesos que se le asigna a cada una de las regiones de control.

Abadie et al. (2011) y Abadie y Gardeazabal (2003) muestran que en aplicaciones empíricas una matriz  $W$  podría no existir, ya que las variables explicativas de la unidad tratada  $X_{it}^1$  están por fuera del conjunto convexo de las variables explicativas de las unidades de control  $X_{it}^0$ , y por tanto la matriz de pesos debe hallarse de tal forma que la combinación lineal de las características de las unidades de control reconstruyan las características de

<sup>2</sup> Industrial, Agricultura, Bienes Raíces, Servicios, Minería y Manufactura. Los demás sectores se excluyeron debido a su baja relevancia sobre las economías locales.

**Tabla 1.** *Estadísticas descriptivas de las variables analizadas, 2001-2014*

Variable	Min	Mediana	Media	Máximo
PIB Industrial	1405574	5056662	9706940	92260783
PIB Agricultura	16546	69402	96575	583252
PIB Energía	32973	163733	268764	1295921
PIB Mayoristas	72340	242018	598102	11943583
PIB Financiero	238719	672060	1411690	12272792
PIB Bienes Raíces	55861	262274	518353	4099566
PIB Transporte	54042	179250	566341	11556342
PIB Comunicaciones	347745	1123297	2055919	19980581
PIB Servicios	278057	642986	973199	6497848
PIB Forestal	269	10786	16072	178794
PIB Pesca	259	7000	10627	141794
PIB Minería	152050	1234828	2064023	13612800
PIB Manufactura	102344	352850	601530	4818080
Universidades	1	5	9,43	72
Ingreso gravable	612368	1948830	3867110	28369721
Población	574000	1727000	2717105	13390000
Tasa de mortalidad	6	9,8	9,8	17,1
Formación de capital	3726	1285,2	2147,8	14984,5
Gasto del Gobierno	150025	403201	557503	2996149

*Nota:* PIB, Ingresos, Formación de Capital y Gasto en miles de millones de Yenes (deflactados).

*Fuente:* e-Stat, Statistics of Japan.

la unidad tratada, es decir, que la  $W^*$  óptima será tal que minimice el MSE entre las características de las unidades tratadas y de control. Esto puede expresarse como:

$$\begin{aligned}
 W^* &= \arg (X_{it}^1 - X_{it}^0 W)' V (X_{it}^1 - X_{it}^0 W) \\
 \text{s.a } w_i &\geq 0 (i = 1, \dots, I) \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^I w_i = 1,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

donde  $V$  es una matriz definida positiva que se usa en la elección óptima de  $W$ . Una vez se encuentra la matriz de ponderación  $W^*$  óptima, se procede a construir la variable de resultado en la prefectura sintética de acuerdo con  $Y_{it}^S = X_{it}^0 W^*$ . Finalmente, una vez obtenidas las ponderaciones que minimizan  $(X_{it}^1 - X_{it}^0 W)' V (X_{it}^1 - X_{it}^0 W)$  se puede calcular el promedio ponderado de cada variable antes y después del tratamiento (desastre) para encontrar el efecto causal, y así proceder a estimar la diferencia entre la unidad tratada y la sintética después de ocurrido el choque exógeno en  $T$  de acuerdo a la expresión:

$$\tau = Y_{t>T}^1 - Y_{t>T}^S. \quad (2)$$

En otras palabras, se trata de medir la diferencia entre lo que sucedió con el tratamiento (desastre) y lo que habría ocurrido si no hubiera existido el desastre, es decir el contrafactual. De acuerdo a la ecuación (2), para que el modelo tenga validez, debería observarse que tal diferencia estuviera muy cercana a 0 en el periodo 2001-2010, puesto que entre esos años no existió ningún choque exógeno y que solo a partir del 2011 existe una diferencia estadísticamente significativa entre estas variables, producto de la ocurrencia del tsunami y la subsecuente emergencia nuclear. Adicionalmente, el efecto causal se considera que ha terminado una vez la variable  $Y$  real converge de nuevo al control sintético.

En este punto, es importante resaltar que, si bien existían variables que controlaban el nivel de empleo, así como la movilidad del trabajo, no fue posible incluirlas, puesto que la medición de estas a nivel regional se lleva a cabo de manera quinquenal y el proceso de extrapolar estos datos para obtener información entre quinquenios podría introducir sesgos de selección en la muestra de control. Los datos se analizaron usando el software R y la rutina Synth que permite encontrar la raíz de las ponderaciones para construir el contrafactual sintético (para más detalles véase Abadie et al., 2011).

## II. Resultados

Debido a los tres efectos causales que se pueden encontrar con esta metodología, esta sección se divide en tres subsecciones. Primero, se

presentan las estadísticas descriptivas de los datos utilizados, en especial la situación del PIB de Fukushima y el comportamiento de los sectores antes y después del desastre. Segundo, se muestran los resultados del impacto del desastre nuclear en Fukushima. Tercero, se presentan los resultados para las prefecturas de Iwate y Miyagi, con el fin de estimar el efecto del desastre natural.

Es importante anotar que, en términos prácticos, la MCS es una especie de regresión de diferencias en diferencia, que aprovecha las diferencias en las unidades tratadas y no tratadas en el caso a estudiar. Tiene como característica principal que restringe los pesos de las variables a sumar 1, y que construyen sintéticamente unidades de análisis muy parecidas a las afectadas (contrafactual de tratamiento). En consecuencia, la metodología no proporciona los errores estándar clásicos para evaluar la significancia de las variables, por lo que los autores Abadie y Gardeazabal (2003) sugieren realizar pruebas de placebo o de permutación. Tales pruebas arrojan como resultado que el Gasto de Gobierno y la rápida Formación de capital son fundamentales, entre otras variables, para acelerar la economía agregada (PIB) regional y la economía de Japón a los niveles previos al desastre natural.

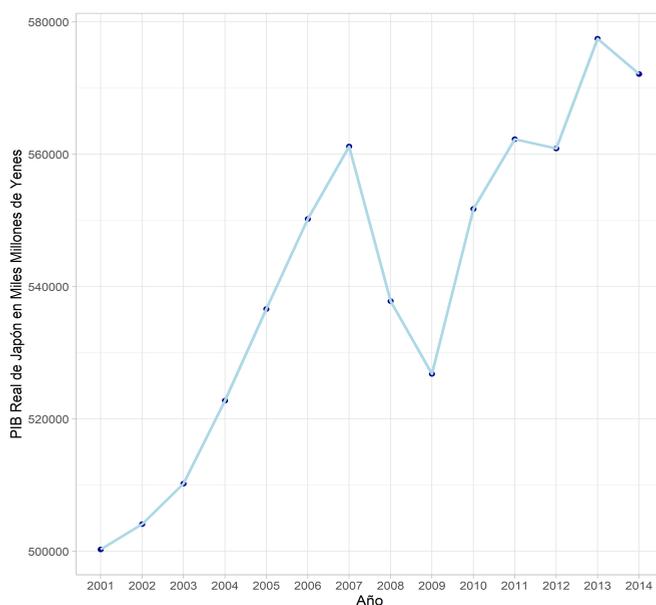
### ***A. Análisis descriptivos de las series de tiempo***

Con el fin de mostrar la situación económica de Japón, la Figura 1 muestra el desempeño del PIB real del país en el periodo entre 2002 y 2014 en el cual se logra observar una tendencia creciente de estas variables a pesar de existir una profunda recesión entre los años 2007 y 2009. A pesar de lo anterior, la Figura 2 muestra que en el 2010, Japón recuperaba su ritmo de crecimiento, y para el 2011 ya el PIB se encontraba en el mismo nivel del 2007; a partir de allí, Japón experimentó un leve decrecimiento en el 2014.

La anterior dinámica de PIB japonés, en especial la que comprende el periodo 2010-2011, puede proveer evidencia sobre la economía del desastre ocurrido en 2011. Debido a que el PIB durante el 2011 creció, se puede intuir que el terremoto-tsunami y el posterior desastre nuclear en el noroeste de Japón no tuvo efectos significativos sobre el crecimiento económico y que

los mayores efectos se sintieron en 2012, cuando el PIB decreció levemente, en casi el 2 %.

**Figura 1.** PIB real de Japón, 2001-2014



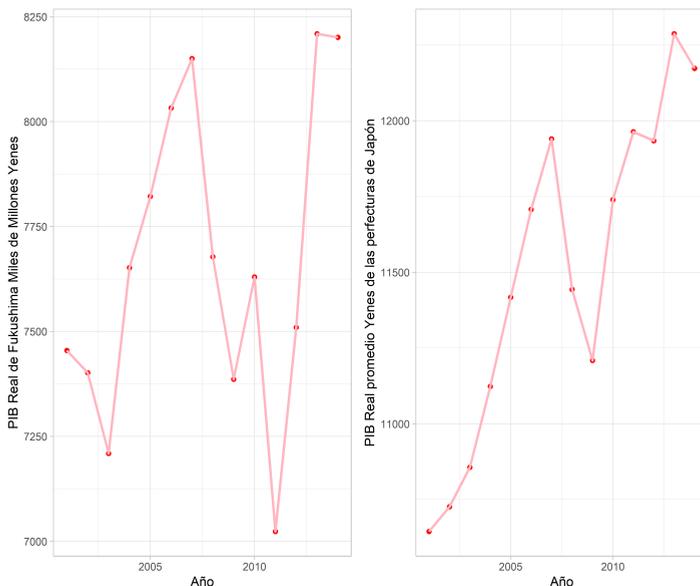
*Fuente:* elaboración propia.

Este primer análisis puede deberse a que los países desarrollados son menos sensibles a desastres naturales que los países en desarrollo, como lo sugieren Loayza et al. (2012). Adicionalmente, puede estar ocurriendo que el efecto del desastre ocurrido en la prefectura de Fukushima haya sido absorbido por las demás prefecturas, y de allí la necesidad de observar si a nivel regional hubo algún impacto económico, como analizaremos más adelante.

Como se logra observar en la Figura 2, a nivel regional sí se logra observar una alteración en el comportamiento del PIB real de Fukushima frente al promedio nacional. En este sentido, vemos cómo el PIB de esta prefectura disminuye de manera pronunciada en el año 2011, mientras que el promedio nacional aumenta. Adicionalmente, se observa un rápido crecimiento en los

2 años posteriores al desastre, lo que provee evidencias de que la duración del impacto económico de este pudo haber sido corto.

**Figura 2.** PIB real de Fukushima y el promedio de las prefecturas de Japón

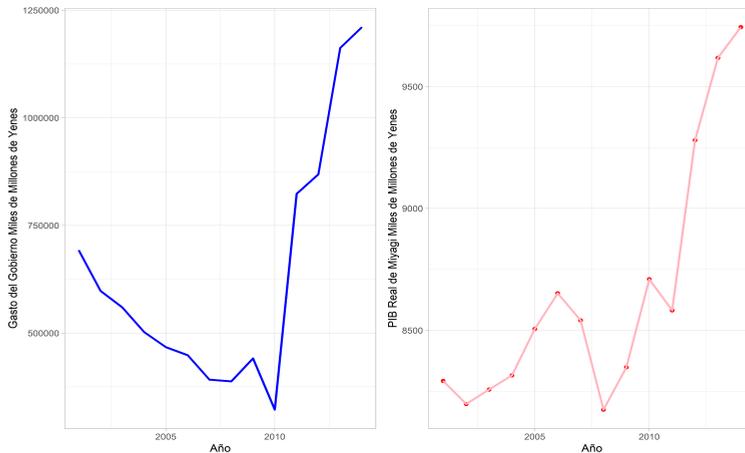


*Fuente:* elaboración propia.

A pesar de que la comparación anterior muestra que probablemente sí existió efecto causal producido por el terremoto, tsunami y posterior desastre nuclear en la prefectura de Fukushima, puede que aún existan efectos de agregación en el análisis que se realizó a partir de la Figura 2. En este sentido, con el fin de disminuir el sesgo por agregación, se comparará el PIB de Fukushima frente a las prefecturas que componen la región de Tohoku y en donde se encuentra la prefectura a analizar. De esta manera se aseguraría una mayor homogeneidad en las características idiosincráticas como la cultura, la economía y, más importante aún, la presencia de plantas nucleares; de este modo se puede observar si pudo haber existido un efecto causal de manera un poco más transparente.

La Figura 3 muestra cómo en el 2011 en la región de Tohoku se produjo una caída abrupta del ingreso cuando el PIB promedio de la región, excluyendo a Fukushima, pasó de 27268 millones de yenes en el 2010 a 11142 millones de yenes al finalizar el 2011. La figura anterior muestra que tanto a nivel de región como a nivel de Fukushima existieron variaciones significativas del PIB regional frente al promedio nacional y que en las regiones de Iwate y Miyagi el efecto económico del terremoto y posterior tsunami tuvo una mayor duración. Con el fin de comprobar lo anterior, se analizará gráficamente el comportamiento de las dos prefecturas mencionadas anteriormente.

**Figura 3.** PIB real de Fukushima y el promedio de la región de Tohoku

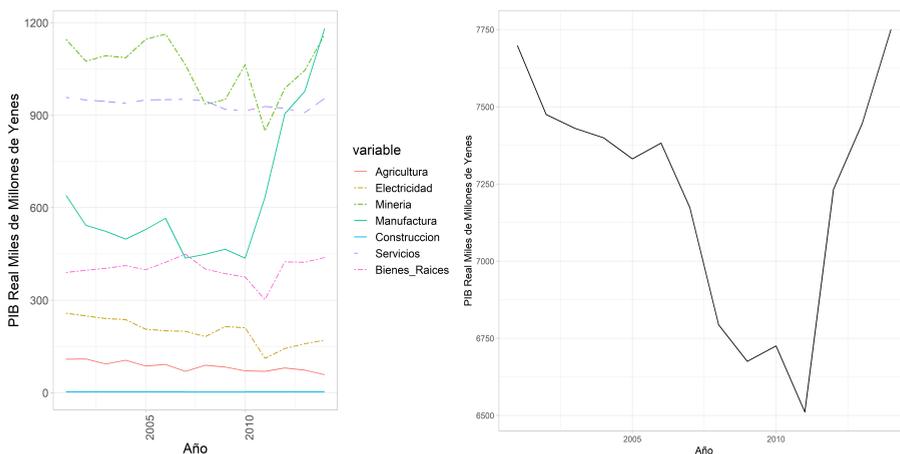


*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 4 muestra que mientras el PIB en la prefectura de Miyagi continuó creciendo en el 2011, en la prefectura de Iwate sí se observa una pequeña disminución del PIB, lo que indicaría que mientras que en Iwate no habría efecto causal apreciable del desastre, sí lo habría en Miyagi. Adicionalmente, en ambos casos después del desastre, el PIB crece rápidamente, lo que implicaría que el desastre, posiblemente debido a las inversiones en capital y esfuerzos de reconstrucción, tuvo impactos económicos positivos (véase Kazama & Noda, 2012). Finalmente, la gráfica muestra que pueden existir problemas en la construcción del control sintético,

debido a la fuerte caída del PIB en el año 2009 causada por la crisis financiera internacional. Con el fin de validar este análisis, en la siguiente sección se cuantifican estos posibles impactos económicos.

**Figura 4.** PIB real de las prefecturas de Iwate y Miyagi



Fuente: elaboración propia.

### **B. Costo y efecto del desastre nuclear de Fukushima**

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología de control sintético descrita en la sección anterior para establecer el efecto causal del accidente nuclear de Fukushima sobre el PIB. En este sentido, la Tabla 2 muestra las características de la prefectura de Fukushima (la tratada), la del control sintético y la media de la muestra para las demás prefecturas analizadas. Se observa cómo el control sintético es capaz de replicar las características de Fukushima.

Una vez se construye el control, se procede a calcular el PIB sintético de acuerdo a como se mencionó en la sección anterior y que se puede observar en la Figura 5. Allí se muestra cómo el PIB y el PIB sintético son bastante similares hasta antes del año 2011, cuando se produce una fuerte desviación que parece perdurar solamente un año. Esto es consistente con los hallazgos

de Toya y Skidmore (2007) quienes concluyen que en países desarrollados los efectos de desastres naturales tienden a durar muy poco frente a los países en desarrollo.

**Tabla 2.** *Resumen estadístico de la prefectura de Fukushima, 2001-2014*

	Tratados	Sintético	Media (*)
PIB Industrial	6643868	6540545	9706940
PIB Agricultura	123358	123217	96575
PIB Bienes Raíces	302050	367435	518353
PIB Servicios	793183	723159	973199
PIB Minería	1932714	1882100	2064023
PIB Manufactura	410063	417735	601530
Universidades	5,00	5,16	72
Ingreso gravable	2321811763	2443388744	3867110
Población	2076931	1955962	2717105
Tasa de mortalidad	1008	1008	9,8
Formación de capital	1646	1614	2147,8

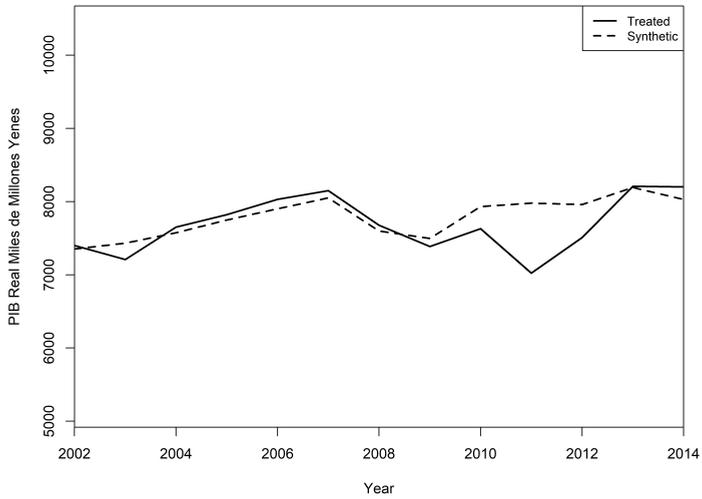
*Nota:* (\*) media de PIB sectoriales de Japón (Industrial, Agricultura, Bienes Raíces, Servicios, Minería y Manufactura). Cálculos realizados en miles de millones de yenes.

*Fuente:* cálculos propios.

A pesar de lo anterior, se puede observar cómo en el 2010 el PIB de Fukushima comienza a desviarse del control sintético, lo que podría deberse a que entre el 2009 y el 2010 el PIB de Fukushima sufrió una contracción que no fue compartida por las demás regiones utilizadas para la construcción del control sintético y, en este sentido, las variables que no se tuvieron en cuenta para construir este control (debido a la falta de datos a nivel regional) podrían ser un factor que explica estas desviaciones. Sin embargo, si bien esta desviación implica un sesgo a la hora de estimar el efecto del tsunami, no implica la inexistencia del efecto del terremoto, tsunami y posterior emergencia nuclear en el año 2011 y que se puede analizar en la Figura 6.

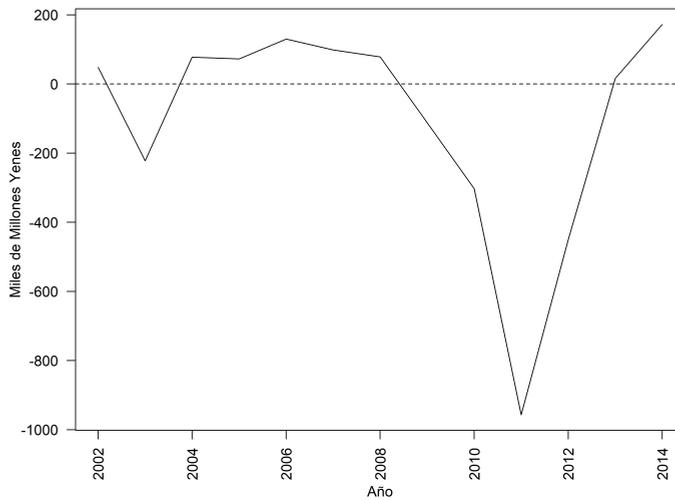
El costo económico del desastre en 2011 en Fukushima se calcula como la diferencia entre el PIB observado y el sintético; esta brecha asciende a 1,02 billones de yenes, lo que equivale al 7,3 % del PIB de Fukushima.

**Figura 5.** *PIB de Fukushima vs. PIB sintético*



*Fuente:* elaboración propia.

**Figura 6.** *Desviaciones del PIB de Fukushima frente al PIB sintético*



*Fuente:* elaboración propia.

### ***C. Efecto del terremoto y el tsunami en Iwate y Miyagi***

Como se mencionó en la metodología, debido a que las prefecturas más afectadas por el terremoto y posterior tsunami, pero no por el desastre nuclear, fueron las prefecturas de Iwate y Miyagi, a continuación, se llevará a cabo el análisis de control sintético sobre las prefecturas mencionadas para observar el efecto causal del desastre natural sobre el PIB real. Para lograr calcular el efecto total del desastre nuclear se adicionará, al final de esta subsección, el impacto del desastre nuclear en ambas regiones.

#### *1. Efecto causal en Iwate*

La Tabla 3 muestra el resumen estadístico de las variables utilizadas para la construcción del control sintético de la prefectura de Iwate. Allí podemos observar como las variables de esta prefectura (tratado) son similares a la prefectura sintética, y de este modo se observa también cómo la metodología es capaz de replicar las características de Iwate.

**Tabla 3. Resumen estadístico de la prefectura de Itawe, 2001-2014**

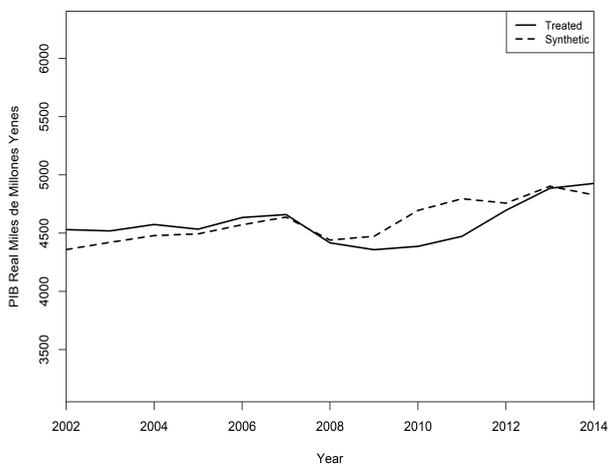
	<b>Tratados</b>	<b>Sintético</b>	<b>Media (*)</b>
PIB Industrial	3707421	3620527	9706940
PIB Agricultura	122008	93370	96575
PIB Bienes Raíces	205402	206039	518353
PIB Servicios	577443	586289	973199
PIB Minería	695274	632205	2064023
PIB Manufactura	328969	325669	601530
Universidades	5,56	5,53	72
Impuesto Gravable	1436449413	1542643908	3867110
Población	1372132	1320726	2717105
Tasa de Mortalidad	10,6	10,6	9,8
Formación de Capital	959	975	2147,8

*Nota:* (\*) media de PIB sectoriales de Japón (Industrial, Agricultura, Bienes Raíces, Servicios, Minería y Manufactura). Cálculos en miles de millones de yenes.

*Fuente:* cálculos propios.

Una vez se construye el control, se procede a calcular el PIB sintético de acuerdo a lo mencionado en la sección anterior, y que se pueden observar en las Figuras 7 y 8. Allí se muestra cómo el PIB y el PIB sintético son aparentemente similares hasta antes del año 2011, cuando se produce una fuerte desviación que parece perdurar hasta el año 2013. Lo anterior sugiere que el desastre natural tuvo efecto durante un mayor tiempo que el desastre nuclear.

Figura 7. PIB de Iwate vs. PIB sintético

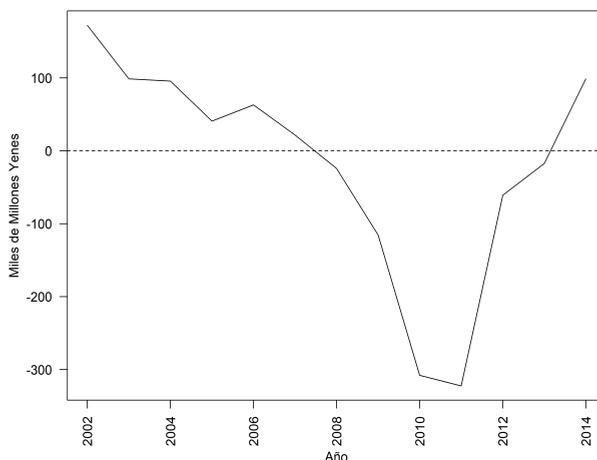


Fuente: elaboración propia.

El costo económico del desastre en 2011 en Itawe, de nuevo calculado como la diferencia entre el PIB observado y el sintético, asciende a 605920 millones de yenes, esto es, al 4,3 % del PIB de Itawe.

## 2. Efecto causal en Miyagi

Finalmente, la Tabla 4 muestra el resumen estadístico de las variables utilizadas para la construcción del control sintético de la prefectura de Miyagi. Allí podemos observar como las variables de esta prefectura (tratado) son muy similares a la prefectura sintética, y de este modo se observa también cómo la metodología es capaz de replicar las características de Miyagi.

**Figura 8.** *Desviaciones del PIB de Iwate vs. PIB sintético*

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.** *Resumen estadístico de la prefectura de Miyagi, 2001-2014*

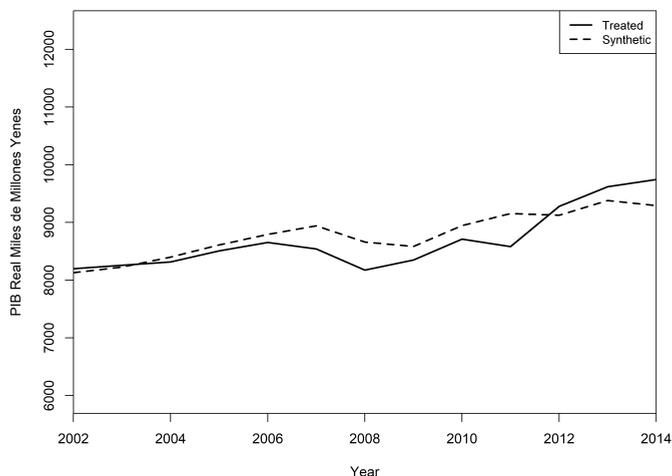
	Tratados	Sintético	Media (*)
PIB Industrial	7153997	7085771	9706940
PIB Agricultura	88795	88810	96575
PIB Bienes Raíces	405308	408530	518353
PIB Servicios	940508	933058	973199
PIB Minería	1064237	1066549	2064023
PIB Manufacturero	494208	516337	601530
Universidades	5,44	6,82	72
Ingreso Gravable	2920762048	2930419212	3867110
Población	2357931	2349447	2717105
Tasa de Mortalidad	842	8,42	9,8
Formación de Capital	21,42	21,18	2147,8

*Nota:* (\*) media de PIB sectoriales de Japón (Industrial, Agricultura, Bienes Raíces, Servicios, Minería y Manufactura). Cálculos en miles de millones de yenes.

*Fuente:* cálculos propios.

Una vez se construye el control, se procede a calcular el PIB sintético como se mencionó en la sección anterior, y que se pueden observar en la Figura 9. En esta se muestra cómo el PIB y el PIB sintético son aparentemente similares hasta antes del año 2011, cuando se produce una fuerte desviación que parece perdurar hasta el año 2014. Sin embargo si bien en el 2011 el impacto del desastre natural fue negativo, se observa que de inmediato el PIB comienza a crecer rápidamente, generando desviaciones positivas frente al control sintético; esto confirma la presencia de un impacto positivo del desastre natural sobre la prefectura de Miyagi, lo que puede deberse a la inversión en infraestructura y en capital que se produce normalmente después de grandes desastres naturales en especial en países desarrollados (véase, por ejemplo, Crespo Cuaresma et al., 2008; Loayza et al., 2012 y Gignoux & Menéndez, 2016). Para el caso de Japón, el impacto del desastre natural fue inclusive menor que la crisis financiera del 2008, como lo afirman Ando y Kimura (2012). Adicionalmente, este impacto positivo, aunque pequeño en magnitud, parece perdurar en el tiempo, de tal forma que al año 2014, momento de corte en los datos, este efecto no se había disipado.

Figura 9. PIB de Miyagi vs. PIB sintético

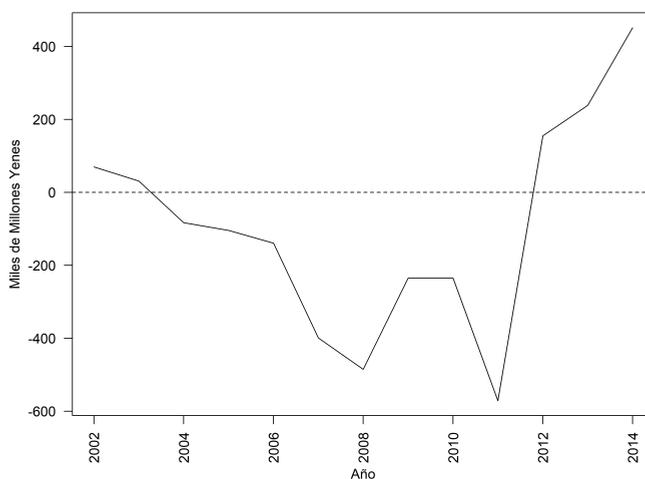


Fuente: elaboración propia.

Este mismo tipo de impacto positivo de un desastre natural sobre la tendencia de crecimiento del PIB fue encontrado por Heger (2016) en la provincia de Aceh (Indonesia), la cual, al igual que Miyagi, fue la más afectada por el tsunami, debido, principalmente, a que las altas inversiones realizadas para reconstruir dicha provincia generaron una reactivación de la economía a través de la formación de capital a tal punto que generaron un cambio estructural en la economía de la provincia de Aceh.

A pesar de lo anterior, se puede observar cómo en el 2008 el PIB de Miyagi comienza a desviarse del control sintético, lo que podría deberse al impacto de la crisis económica del año 2008; sin embargo, también se observa cómo esta brecha se reduce rápidamente y en el 2011, cuando ocurre el desastre, vuelve a ampliarse la brecha. Lo anterior se puede observar en la Figura 10. Teniendo en cuenta esto, el costo del desastre natural en Miyagi puede estimarse en una brecha que ronda los 889250 millones de yenes, equivalentes al 6,4 % del PIB de Miyagui. Lo que implica que, en total, el desastre natural tuvo un impacto cercano a los 31000 millones de yenes. Las posibles razones para que se dé este positivo en Miyagi se explorarán a continuación.

**Figura 10.** *Desviaciones del PIB de Miyagi vs. PIB sintético*

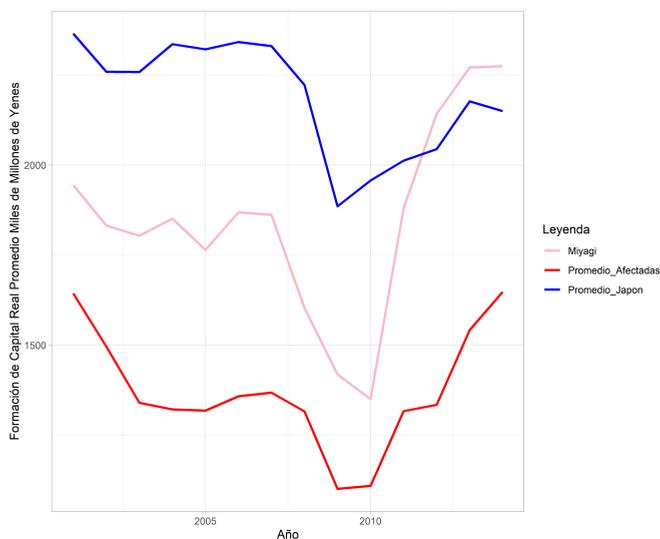


*Fuente:* elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el mecanismo de transmisión para que haya existido un impacto positivo posterior a 2011 en la prefectura de Miyagi después del desastre pudo ser las inversiones realizadas posteriormente. En total, y solo las realizadas por el gobierno, alcanzaron miles de millones de yenes solo en el 2011, que incentivaron no solo el gasto de los hogares en bienes durables y no durables, a través de los subsidios, sino también la inversión en capital físico, tales como la reconstrucción de puertos, carreteras e infraestructura pública como hospitales y escuelas que fueron destruidos por el tsunami, impulsando de esta manera la demanda agregada de la prefectura.

En este sentido, para que exista evidencia a favor de esta hipótesis, se debería cumplir que, en primer lugar, exista una mayor formación de capital en la prefectura de Miyagi, así como un mayor gasto público, en comparación con el resto de las prefecturas afectadas y frente al resto de Japón. En este sentido, la Figura 11, muestra la formación de capital de Miyagi (rosa claro), el promedio de las prefecturas afectadas —con excepción de Miyagi— (rojo) y el promedio de Japón —excluyendo las prefecturas afectadas— (azul).

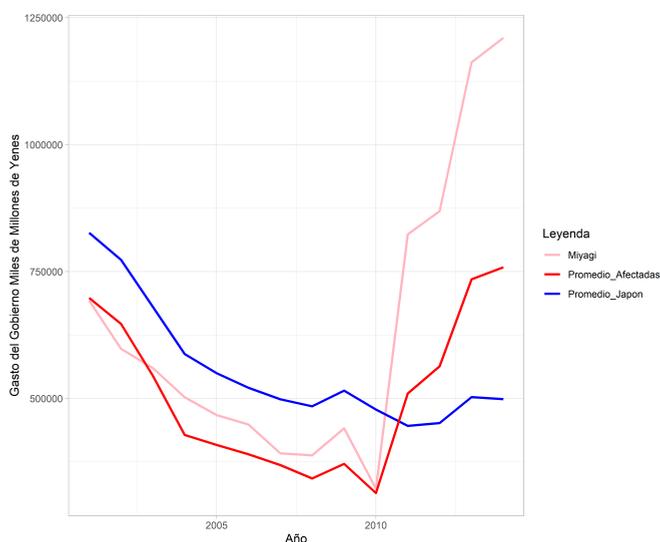
**Figura 11.** *Evolución de la Formación de Capital*



*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 11 muestra cómo la formación de capital en la prefectura de Miyagi sigue una tendencia decreciente hasta el año 2010, para luego comenzar un espectacular aumento después del año 2011, sobrepasando en el año 2012 al promedio de formación de capital de Japón, que continúa su tendencia descendente. Adicionalmente, el comportamiento del promedio de formación de capital de las prefecturas de Fukushima e Iwate es similar al de la prefectura de Miyagi, pero en un nivel mucho menor, y su crecimiento después del desastre es más lento en comparación con la última prefectura mencionada.

**Figura 12.** *Evolución del Gasto del Gobierno, 2001-2014*



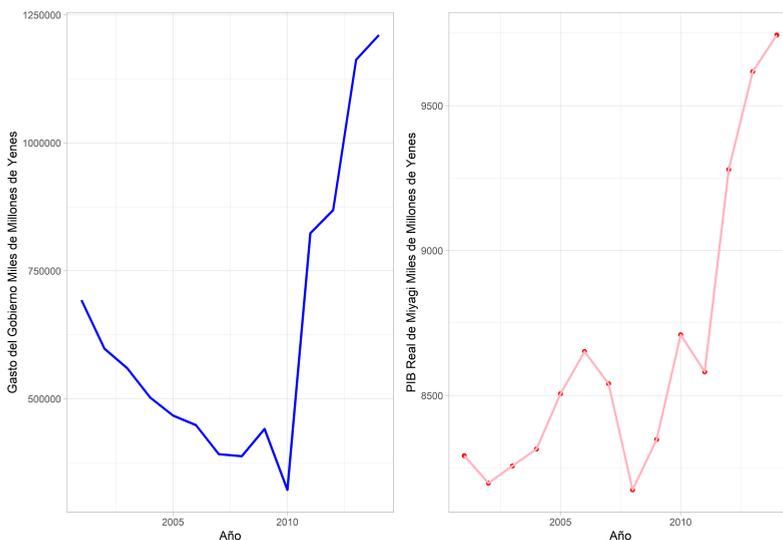
*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 12 muestra el comportamiento del gasto del gobierno japonés entre los años 2001-2014 para la prefectura de Miyagi (rosa claro), el promedio de Iwate y Fukushima (rojo) y el promedio de las prefecturas no afectadas por el desastre natural (azul). En ella, se logra observar cómo, en general, el gasto del gobierno venía decreciendo entre los años 2001-2010; sin embargo, en 2011 se logra observar que el gasto en Miyagi y el promedio de Iwate y Fukushima comienza a aumentar, siendo el aumento del primero mayor al

segundo, lo que se explica debido a que la prefectura de Miyagi fue la que presentó mayor afectación por el desastre natural, como lo afirman Kazama y Noda (2012), y, por tanto, la que mayor inversión para la reconstrucción necesitaba.

En este sentido, el crecimiento rápido que experimentaron tanto la Formación de capital como el Gasto público en la prefectura de Miyagi, en comparación con las otras prefecturas afectadas y frente al promedio nacional, explica el apreciable aumento del PIB en los años posteriores al desastre natural. La fuerte correlación en el comportamiento de estas variables puede observarse en las Figuras 11 y 13 y en donde se muestra el PIB y el gasto público en Miyagi.

**Figura 13.** Evolución del Gasto del Gobierno y del PIB de Miyagi, 2001-2014

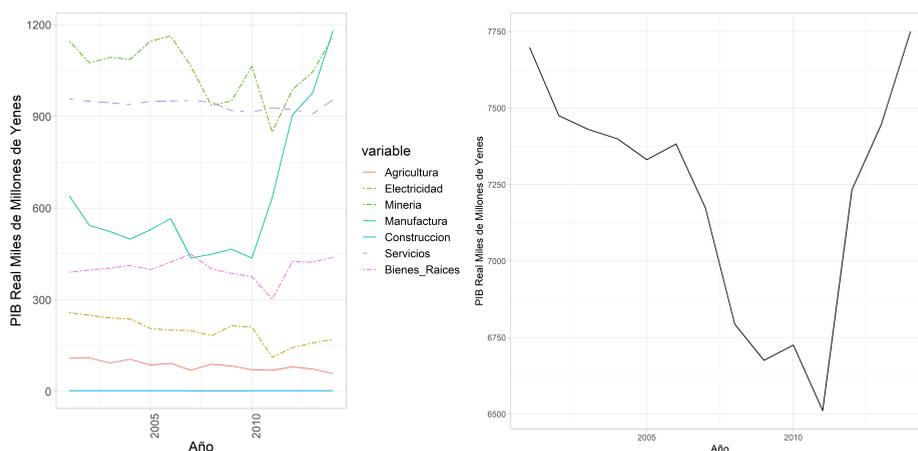


*Fuente:* elaboración propia.

Al igual que Heger (2016), en la Figura 14, se mostrará como el terremoto y posterior tsunami afectó a los diferentes sectores económicos de Miyagi, para así poder observar si existió algún cambio significativo en su estructura.

En la Figura 14 se observa cómo los diferentes sectores de la prefectura de Miyagi reaccionaron al terremoto y posterior tsunami. De allí se destaca el comportamiento del PIB de los sectores Industrial (Figura del lado izquierdo), de Electricidad, Manufacturero y de Bienes raíces debido a que, en primer lugar, entre el 2001 y el 2010 se observa una clara tendencia a la baja del PIB de estos sectores; sin embargo, después de un leve choque negativo en los sectores de Electricidad, Bienes raíces e Industrial, en el 2011, se evidencia un crecimiento pronunciado, especialmente en el sector Industrial y Manufacturero, mientras que en el de Bienes raíces y de Energía se observa que los niveles del PIB retornan a niveles de 2009 en menos de un año. Llama la atención el comportamiento del sector Manufacturero, que pasa de ser el cuarto sector, en términos del PIB, a ser el segundo después del desastre natural; esto aporta evidencia de que pudo haber existido un cambio estructural en la economía de la prefectura de Miyagi.

**Figura 14.** PIB de los sectores de Miyagi



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, otros dos factores importantes estarían propiciando también el impacto positivo observado en la prefectura de Miyagi, el efecto sobre los sectores económico de esta prefectura y el relativo bajo impacto en la prefectura de Iwate provocada por el terremoto y posterior tsunami: la

resiliencia del aparato productivo de Japón y la eficiencia del Estado para restablecer la infraestructura. En este sentido, en primer lugar, Ando y Kimura (2012) muestran cómo la producción y las exportaciones de Japón, en especial de maquinaria y el sector automotor, solo disminuyeron en abril del 2011 y para junio de ese mismo año, y la producción y las exportaciones superaron los niveles previos al terremoto. En esta misma línea, Todo et al. (2015) muestran cómo estas cadenas de suministro mostraron alta resiliencia al fenómeno natural y posterior emergencia nuclear, lo que generó que la producción se recuperara rápidamente. El segundo factor, la eficiencia del Estado para restablecer la infraestructura económica básica, se observa en estudios como Cimellaro et al. (2014), en el que se muestra cómo, en menos de un mes, el servicio de energía, gas y agua se restablecieron casi en un 100 % en las provincias afectadas.

### **Conclusiones y discusión**

El presente artículo evalúa el costo económico y el efecto causal sobre el PIB sectorial de Japón (suma de los PIB industrial, agrícola, servicios, inmobiliario, minero, manufacturero) generado por el terremoto, tsunami y posterior desastre nuclear en el nororiente japonés. De un lado, el costo económico del desastre en 2011 asciende a 2,5 billones de yenes, equivalente al 18 % del PIB sectorial de Japón. Es importante notar que estos 2,5 billones de yenes es la suma de las pérdidas en 2011 de Fukushima (1,02 billones de yenes), Itawe (0,6 billones de yenes) y Miyagi (0,88 billones de yenes).

De otro lado, el efecto causal, que es en el neto positivo, asciende a 1,4 billones de yenes, que equivale a 12800 millones de dólares americanos, causado principalmente por el desastre nuclear. Este efecto es calculado como la suma de las brechas del PIB (diferencia entre la evolución del PIB de las prefecturas sintéticas y las tratadas después del desastre y hasta 2014). En algunos años y prefecturas fueron negativas las diferencias. En este sentido, el efecto positivo significó, como porcentaje del PIB sectorial de Japón, cerca del 10 %, lo que representa solo 1/3 de lo estimado por Carvalho et al. (2016). Es destacable la rápida recuperación de Japón, pues en un par de años había ya recortado más del 56 % del costo registrado en el año 2011.

Dependiendo del nivel y del tipo de afectación, claramente, las zonas afectadas, al recibir más inversiones —como se evidenció en la prefectura de Miyagi— generan incentivos y las condiciones para una rápida expansión de la economía, similar a lo ocurrido en la provincia de Aceh, en Indonesia, después del tsunami de 2004 (para más detalles véase Heger, 2016). En el caso de Japón, los mecanismos que pueden estar detrás de esta rápida expansión pueden ser la alta resiliencia de las cadenas de suministro y la capacidad del estado de responder rápidamente ante estos fenómenos; sin embargo, es necesario investigaciones más profundas para establecer si efectivamente estos son los mecanismos subyacentes.

Otra conclusión importante es que las plantas nucleares parecen representar un riesgo en situaciones de desastres naturales, ya que el mayor impacto lo generó precisamente la emergencia nuclear en la prefectura de Fukushima. Esta conclusión, si bien señala las externalidades que podría generar una planta nuclear, no implica que el uso de estas deba cesar, ya que antes de tomarse una decisión de política, se deben analizar los beneficios perdidos que implicaría abandonar la energía nuclear. En este sentido, los resultados de este documento pueden servir de base para realizar futuros análisis de costo-beneficio para evaluar la factibilidad económica de la construcción de plantas nucleares utilizando técnicas de valoración económica.

Estas dos conclusiones representan un avance en la literatura, pues, en primer lugar, aportan una evaluación causal del efecto del desastre natural y la posterior emergencia nuclear ocurrida en Japón en 2011; al menos en lo correspondiente a la revisión realizada, existen pocos artículos que traten de hacer esta cuantificación con técnicas de inferencia causal. En segundo lugar, la evidencia presentada en este artículo contribuye a destacar la importancia de las cadenas de suministro y de capital social a la hora de revertir los efectos de un desastre natural e incluso de propiciar un cambio estructural de la economía.

A pesar de lo anterior, estos resultados pueden tener sesgos, en especial por lo ocurrido en el año 2010 en la prefectura de Iwate en donde el control sintético no replica perfectamente el comportamiento real del PIB;

comportamiento que puede deberse a la cercanía temporal del desastre natural a la crisis financiera del 2008, como lo sugieren Ando y Kimura (2012). No obstante, la información consultada y el ejercicio empírico llevado a cabo no es para confirmar dicha hipótesis. Además, el efecto positivo del desastre natural en la prefectura de Miyagi no alcanzó a estimarse debido a que no existían datos a nivel regional después del año 2014.

Lo anterior implica que existen oportunidades de mejora, en la medida en la que más datos a nivel regional se encuentren disponibles, tales como datos de inflación y mercado laboral; esto ayudaría a que la construcción del control sintético fuese más robusta en términos incorporar otro tipo de mediciones. Adicionalmente, el análisis del control sintético podría acompañarse de un análisis de diferencias en diferencias con el fin de hacer más robustos los resultados presentados en este artículo.

### **Agradecimientos**

Este documento fue un producto derivado del proyecto de investigación “Efecto de los desastres naturales sobre el desempeño económico: el caso de Japón”, aprobado en la convocatoria CONVVI 2019-01. Fue realizado por el Grupo de Investigaciones Económicas GINVECO, de la Universidad Autónoma Latinoamericana —UNAULA— de Colombia y financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Autónoma Latinoamericana de la misma universidad.

### **Anexos**

#### **Regiones utilizadas (44)**

Hokkaido, Aomori-ken, Akita-ken, Yamagata-ken, Ibaraki-ken, Tochigi-ken, Gumma-ken, Saitama-ken, Chiba-ken, Tokyo-to, Kanagawa-ken, Niigata-ken, Toyama-ken, Ishikawa-ken, Fukui-ken, Yamanashi-ken, Nagano-ken, Gifu-ken, Shizuoka-ken, Aichi-ken, Mie-ken, Shiga-ken, Kyoto-fu, Osaka-fu,

Hyogo-ken, Nara-ken, Wakayama-ken, Tottori-ken, Shimane-ken Okayama-ken, Hiroshima-ken, Yamaguchi-ken, Tokushima-ken, Kagawa-ken, Ehime-ken Kochi-ken, Fukuoka-ken, Saga-ken, Nagasaki-ken, Kumamoto-ken, Oita-ken, Miyazaki-ken, Kagoshima-ken, Okinawa-ken.

Figura 1A. *Prefecturas de Japón*



Fuente: "Map of the regions and prefectures of Japan with Titles" (marzo de 2018).

## Referencias

Abadie, A., Diamond, A. & Hainmueller, J. (2011). Synth: An R package for synthetic control methods in comparative case studies. *Journal of Statistical Software*, 42(13).

- Abadie, A. & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the basque country. *The American Economic Review*, 93(1), 113-132.
- Ando, M. & Kimura, F. (2012). How did the Japanese exports respond to two crises in the international production networks? The global financial crisis and the great east japan earthquake. *Asian Economic Journal*, 26(3), 261-287.
- Athukorala, P. & Resosudarmo, B. (2006). The Indian Ocean Tsunami: Economic Impact, Disaster Management, and Lessons. *Asian Economic Papers*, 4(1), 1-39.
- Benson, C. & Clay, E. (2004) *Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural Disasters* (Report No. 28406). World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/146811468757215744/Understanding-the-economic-and-financial-impacts-of-natural-disasters>
- Bernal, R. & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes.
- Bird, D. K., Haynes, K., van den Honert, R., McAneney, J. & Poortinga, W. (2014). Nuclear power in Australia: A comparative analysis of public opinion regarding climate change and the Fukushima disaster. *Energy Policy*, 65, 644-653.
- Carvalho, V. M., Nirei, M., Saito, Y. & Tahbaz-Salehi, A. (2016). *Supply chain disruptions: Evidence from the great east japan earthquake*. <http://vasco-m-carvalho.github.io/pdfs/JapanEQ.pdf>
- Cavallo, A., Cavallo, E. & Rigobon, R. (2014). Prices and supply disruptions during natural disasters. *Review of Income and Wealth*, 60, S449-S471.
- Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I. & Pantano, J. (2013). Catastrophic natural disasters and economic growth. *Review of Economics and Statistics*, 95(5), 1549-1561.

- Cavallo, E. & Noy, I. (2009). *The economics of natural disasters: a survey* (IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-124). Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/economics-natural-disasters-survey>
- Cavallo, E. & Noy, I. (2011). Natural disasters and the economy: a survey. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 5(1), 63-102.
- Cimellaro, G. P., Solari, D. & Bruneau, M. (2014). Physical infrastructure interdependency and regional resilience index after the 2011 Tohoku earthquake in Japan. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 43(12), 1763-1784.
- Coffman, M. & Noy, I. (2012). Hurricane iniki: measuring the long-term economic impact of a natural disaster using synthetic control. *Environment and Development Economics*, 17(2), 187-205.
- Crespo Cuaresma, J., Hlouskova, J. & Obersteiner, M. (2008). Natural disasters as creative destruction? Evidence from developing countries. *Economic Inquiry*, 46(2), 214-226.
- Davies, L. L. (2011). *Beyond Fukushima: Disasters, nuclear energy, and energy law* (Brigham Young University Law Review, No. 2011). [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2008401](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2008401)
- DiNardo, J. (2010). Natural experiments and quasi-natural experiments. In *Microeconometrics* (139-153). Springer.
- Fomby, T., Ikeada, Y. & Loayza, N. (2009). *The Growth Aftermath of Natural Disasters* (Policy Research Working Papers, WPS5002). World Bank Group.
- Gignoux, J. & Menéndez, M. (2016). Benefit in the wake of disaster: Long-run effects of earthquakes on welfare in rural Indonesia. *Journal of Development Economics*, 118, 26-44.
- Halim, S., Ottemo Soe, R. S. D. (2013). *The Synthetic Regression Method: How The Indian Ocean Tsunami Affects Growth Trajectories* (Ph.D. thesis, Petra Christian University).

- Heger, M. (2016). *The causal effects of the Indian Ocean tsunami and armed conflict on Aceh's economic development* (Ph.D. thesis, The London School of Economics and Political Science).
- Kajitani, Y. & Tatano, H. (2014). Estimation of Production Capacity Loss Rate after the Great East Japan Earthquake and Tsunami in 2011. *Economic System Research: Journal of the International Input-Output Association*, 26(1), 13-38.
- Kawaguchi, D. & Yukutake, N. (2017). Estimating the residential land damage of the Fukushima nuclear accident. *Journal of Urban Economics*, 99, 148-160.
- Kazama, M. & Noda, T. (2012). Damage statistics (summary of the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake damage). *Soils and Foundations*, 52(5), 780-792.
- Kim, Y., Kim, M. & Kim, W. (2013). Effect of the Fukushima nuclear disaster on global public acceptance of nuclear energy. *Energy Policy*, 61, 822-828.
- Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J. & Christiaensen, L. (2012). Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, 40(7), 1317-1336.
- Map of the regions and prefectures of Japan with Titles (marzo de 2018). In *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Prefectures\\_of\\_Japan#/media/File:Regions\\_and\\_Prefectures\\_of\\_Japan\\_2.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Prefectures_of_Japan#/media/File:Regions_and_Prefectures_of_Japan_2.svg)
- Norio, O., Ye, T., Kajitani, Y., Shi, P. & Tatano, H. (2011). The 2011 eastern japan great earthquake disaster: Overview and comments. *International Journal of Disaster Risk Science*, 2(1), 34-42.
- Padli, J., Shah Habibullah, M. & Baharom, A. (2010). Economic impact of natural disasters' fatalities. *International Journal of Social Economics*, 37(6), 429-441.
- Pelling, M., Ozerdem, A. & Barakat, S. (2002). The macroeconomic impact of disasters. *Progress in Development Studies*, October.

- Pereira, A. (2009). The Opportunity of a Disaster: The Economic Impact of the 1755 Lisbon Earthquake. *The Journal of Economic History*, 69(2), 466-499.
- Rehdanz, K., Welsch, H., Narita, D. & Okubo, T. (2015). Well-being effects of a major natural disaster: the case of Fukushima. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 116, 500-517.
- Schnell, M. K., Weinstein, D. E. (2012). *Evaluating the economic response to Japan's earthquake* (Policy Discussion Paper, 12-P003). The Research Institute of Economy, Trade and Industry. <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/pdp/12p003.pdf>
- Strobl, E. (2001). The Economic Growth Impact of Hurricanes: Evidence from U.S. Coastal Counties. *Review of Economics and Statistics*, 93(2).
- Tanaka, K. & Managi, S. (2016). Impact of a disaster on land price: evidence from Fukushima nuclear power plant accident. *The Singapore Economic Review*, 61(01), 1640003.
- Todo, Y., Nakajima, K. & Matous, P. (2015). How do supply chain networks affect the resilience of firms to natural disasters? Evidence from the great east japan earthquake. *Journal of Regional Science*, 55(2), 209-229.
- Toya, H. & Skidmore, M. (2007). Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 94(1), 20-25.
- Welsch, H. & Biermann, P. (2014). Fukushima and the preference for nuclear power in Europe: Evidence from subjective well-being data. *Ecological Economics*, 108, 171-179.
- Wittneben, B. B. (2012). The impact of the Fukushima nuclear accident on European energy policy. *Environmental Science & Policy*, 15(1), 1-3.
- Xiao, Y. (2011). Local economic impacts of natural disasters. *Journal of Regional Science*, 51(4), 804-820.

# **Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana**

---

**David Rodríguez-González e Inés María Ulloa-Villegas**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



David Rodríguez-González e Inés María Ulloa-Villegas

### **Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana**

**Resumen:** *El objetivo de este trabajo es examinar el canal del crédito bancario en Colombia para el periodo 1995-2015, teniendo en cuenta las repercusiones que tuvo la crisis financiera mundial del 2007 sobre este. Para ello, se divide la muestra en dos periodos (pre y poscrisis) y se utilizan dos enfoques con el fin de obtener resultados robustos. Utilizando modelos de datos panel, se encuentra que un incremento en la tasa de interés de referencia de 1 % disminuye el crédito bancario en un 2 a 3 % (independientemente del enfoque usado), lo cual evidencia la existencia del canal para el periodo precrisis; asimismo, los resultados encontrados muestran que dicho canal tiene efectos heterogéneos. Por otro lado, para el periodo poscrisis, los resultados pierden significancia estadística, lo que sugiere que la crisis financiera mundial sí tuvo un efecto sobre dicho canal. Lo anterior implica que el banco central de Colombia, al momento de tomar decisiones y de formular su política monetaria, debería tener en cuenta que el efecto final sobre la economía no es el mismo al efecto observado antes del 2007.*

**Palabras clave:** *banco central; política monetaria; tasa de interés; crisis financiera mundial; crédito bancario.*

**Clasificación JEL:** *E44, E52, E58, G01, G21.*

### **Global financial crisis and its effects on the bank lending channel in the Colombian economy**

**Abstract:** *The objective of this article is to examine the bank lending channel in Colombia for the period 1995-2015, taking into account the repercussions that the 2007 global financial crisis had on it. To this end, the sample is divided into two periods (pre- and post-crisis) and two approaches are used in order to obtain robust results. By using panel data models, it is found that an increase in the reference interest rate of 1 % decreases bank lending by 2-3 % (regardless of the approach used), which shows the existence of the bank lending channel for the pre-crisis period; likewise, the results found show that this channel has heterogeneous effects on the economy. However, for the post-crisis period, the results lose statistical significance, thus suggesting that the global financial crisis did influence such a channel. These results imply that the Colombian central bank, at the time of making decisions and formulating its monetary policy, should take into account that the final effect on the economy is not the same as that observed before 2007.*

**Keywords:** *central bank; monetary policy; interest rate; global financial crisis; bank lending.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a340990>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Crise financière mondiale et ses effets sur le canal du crédit bancaire dans l'économie colombienne**

**Résumé:** *L'objectif de cet article est d'examiner le canal du crédit bancaire en Colombie pour la période 1995-2015, compte tenu des répercussions que l'ADH de crise mondiale financière 2007 sur elle. A cet effet, l'échantillon est divisé en deux périodes (avant et après la crise) et deux sont utilisés afin d'obtenir des résultats approches robustes. En utilisant des modèles de données de panel, on constate une augmentation qui dans le taux d'intérêt de référence de 1 % entraîne une diminution des prêts bancaires de 2,3 % (quelle que soit l'approche utilisée), ce qui montre l'existence du canal de prêt bancaire pour la pré-crise période; De même, les résultats trouvés esta montrent que le canal a des effets hétérogènes sur l'économie. Toutefois, pour la période post-crise, les résultats perdent signification statistique, ce qui suggère que la crise financière mondiale n'a pas influencé un tel canal. Ces résultats impliquent que la banque centrale colombienne, au moment de prendre des décisions et sa politique monétaire Formuler, prendre en compte que si le Effet final sur l'économie ne sont pas les mêmes que précédemment ont fait remarquer que 2007.*

**Mots clés:** *la banque centrale; la politique monétaire; le taux d'intérêt crise financière mondiale; les prêts bancaires.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Rodríguez-González, D. & Ulloa-Villegas, I. M. (2020). Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana. *Lecturas de Economía*, 93, 261-296.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a340990>

# Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana

David Rodríguez-González <sup>a</sup> e Inés María Ulloa-Villegas <sup>b</sup>

–Introducción y revisión de literatura. –I. Marco teórico. –II. Metodología. –III. Resultados.  
–Conclusiones. –Referencias.

*Primera versión recibida el 30 de enero de 2020; versión final aceptada el 20 de marzo de 2020*

## Introducción y revisión de literatura

Tal como lo definen Bernanke y Gertler (1995), el canal del crédito bancario se puede entender como un conjunto de factores que pueden amplificar y propagar los efectos del canal tradicional de las tasas de interés, con el fin de explicar la magnitud, sincronización y composición de la respuesta de la economía ante choques monetarios. Los autores plantean que el canal del crédito aporta a la comprensión de la “caja negra” de la transmisión de la política monetaria, puesto que la perspectiva, a través de las tasas de interés de corto plazo y su efecto sobre el costo de capital, es incompleta.

El canal del crédito bancario se basa en las fricciones existentes en los mercados financieros, los cuales crean un diferencial entre los costos de financiación externa y el costo de oportunidad de la financiación interna. Dicha diferencia, conocida como prima de financiación externa, refleja los costos asociados al problema de agente-principal (monitoreo, evaluación y recolección), que se derivan de la asimetría de la información y del riesgo moral (Bernanke & Gertler, 1995). Dado que la política monetaria no solo

---

<sup>a</sup> *David Rodríguez-González*: investigador de la Universidad del Valle, Colombia. Dirección postal: 760032. Dirección electrónica: david.rodriguez.gonzalez@correounivalle.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-5228-6245>

<sup>b</sup> *Inés María Ulloa-Villegas*: profesora asociada del Departamento de Economía de la Universidad del Valle, Colombia. Dirección postal: 760032. Dirección electrónica: inesmaria.ulloa@correounivalle.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0003-1144-3352>

afecta el nivel general de las tasas de interés, sino también la prima de financiación externa, se han propuesto varios mecanismos que explican el vínculo existente entre la política monetaria y la prima de financiación externa, entre ellos, el canal del crédito bancario.

De acuerdo con Kishan y Opiela (2000), el mecanismo a través del cual dicho canal opera es el siguiente: una política monetaria contractiva puede disminuir los depósitos a la vista destinados a la cartera de los bancos (gran fuente de financiación de los créditos bancarios). Si varios bancos no pueden mantener el mismo nivel de préstamos por medio de fondos alternativos, la política habrá disminuido la oferta de créditos, lo cual consecuentemente perjudica a aquellos prestatarios banco-dependientes, quienes deberán financiarse recurriendo a otros medios posiblemente más costosos que los préstamos bancarios, aumentando así la prima de financiación externa. De esta manera, los planes de inversión de las empresas y los planes de consumo de los individuos se ven reducidos, llevando así a una caída de la actividad real.

Para estudiar el canal del crédito bancario se han utilizado ampliamente en la literatura dos enfoques. El primero es el más utilizado y está asociado directamente a los bancos. Este analiza cómo la oferta crediticia es afectada tras una política monetaria, teniendo en cuenta las características financieras de los bancos. El segundo enfoque estudia cómo varía la deuda no bancaria dentro de las obligaciones de las empresas no financieras después de suceder una política monetaria, teniendo también en cuenta ciertas características de las empresas.

Dadas las implicaciones que puede tener el canal del crédito bancario sobre las variables macroeconómicas, se ha generado una amplia literatura en diversas regiones del mundo. Utilizando el primer enfoque, pero con distintas técnicas econométricas, se ha encontrado que en las últimas tres décadas el canal del crédito bancario ha operado en Estados Unidos (Breitenlechner et al., 2016; Gibson, 1997; Kishan & Opiela, 2000). Asimismo, desde el enfoque de las empresas, Kashyap et al. (1993) y Holguín y Uribe (2019) encuentran que, tras políticas monetarias contractivas, las empresas empiezan

a acudir menos a la deuda bancaria, mientras que otros tipos de financiación comienzan a ser empleados por las empresas.

De igual manera, en países europeos pertenecientes a la Unión Económica y Monetaria o solo a la Unión Europea, se ha encontrado que el canal de crédito bancario está presente. Sin embargo, los trabajos difieren en la identificación de qué características bancarias incorporar dentro del análisis. Algunos trabajos destacan el riesgo bancario o el poder de mercado como factor relevante (Altunbaş et al., 2002; Leroy, 2014), mientras que otros resaltan el tamaño, la liquidez y la capitalización de los bancos como determinantes de la transmisión de la política monetaria (Dajcman, 2016; Heryán & Tzeremes, 2017; Matousek & Sarantis, 2009).

En países pertenecientes a la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático también se han utilizado diversas características bancarias. Lerskullawat (2016) encuentra resultados robustos mostrando que el desarrollo del sector bancario afecta el impacto de la política monetaria a través del canal del crédito bancario. Para el mismo conjunto de países también se encuentra que el poder de mercado es una característica relevante en dicho canal (Khan et al., 2016).

En países en desarrollo el canal del crédito bancario tiende a ser más relevante (Sanfilippo-Azofra et al., 2018). Esto ha motivado a realizar diversos estudios en estos países, por ejemplo, Sanfilippo-Azofra et al. (2018) encuentran para 61 países en desarrollo (entre ellos Colombia) que la operatividad del canal del crédito bancario depende del desarrollo del sistema financiero y, en menor medida, de otras características bancarias (liquidez, tamaño y capitalización).

Así como en el anterior estudio, múltiples trabajos, hechos particularmente para el caso colombiano, evidencian la existencia del canal del crédito bancario (Gomez-Gonzalez et al., 2016; Gómez & Grosz, 2006; Huertas et al., 2005; Restrepo & Restrepo, 2007; Tenjo et al., 2012). Varios de estos trabajos obtienen resultados a favor de la relevancia que tienen el tamaño, la liquidez y la capitalización de los bancos; de igual modo, Gómez y Morales (2009), usando el enfoque de las empresas, encuentran evidencia a favor de la existencia de dicho canal y de la importancia de la solvencia, el apalancamiento y el tamaño de las empresas.

No obstante, ninguno de los estudios previos considera la crisis mundial financiera del 2007. Múltiples trabajos han mostrado a nivel internacional que el canal del crédito bancario ha cambiado a partir de dicha crisis (Heryán & Tzeremes, 2017; Salachas et al., 2017)<sup>1</sup>. Por este motivo, y dada la relevancia de este canal sobre las variables macroeconómicas, el objetivo y principal contribución del presente trabajo es analizar si en Colombia la crisis financiera mundial de 2007 tuvo consecuencias sobre la transmisión de la política monetaria a través del canal del crédito bancario. La segunda contribución, para el caso de una economía en desarrollo, es la realización de este análisis mediante el uso de los enfoques de las Firmas y de los Bancos; para ello se incorporarán dentro del análisis las características bancarias y de las firmas que se utilizan comúnmente en la literatura. Adicionalmente, se emplearán diversas metodologías econométricas, como la de Salachas et al. (2017), para obtener resultados robustos.

Este trabajo analizará el periodo 1995-2015 y, del mismo modo, hará análisis independientes para los periodos pre y poscrisis. En términos generales, los resultados obtenidos indican que para el periodo precrisis, el canal del crédito bancario estuvo presente en la economía colombiana y que tuvo un efecto heterogéneo que dependió de las características financieras de los bancos y de las firmas. No obstante, para el periodo poscrisis, los resultados muestran que el canal del crédito bancario deja de operar en la economía, evidenciando así que la crisis mundial financiera ha alterado dicho canal.

El trabajo está organizado como sigue: en la sección I se encuentran los dos enfoques teóricos usados en este estudio para abordar dicho canal; la explicación de las metodologías utilizadas para contrastar las hipótesis de partida están en la sección II; en la sección III, se presentan las estimaciones y los resultados empíricos; y en la última sección se dan a conocer las conclusiones.

---

<sup>1</sup> Estos autores han encontrado evidencia para Estados Unidos, Japón y países europeos.

## I. Marco teórico

Debido a que los mercados de crédito son imperfectos (problemas de información asimétrica, riesgo moral y costos de monitoreo), se crea un diferencial entre los costos de financiación externa (a través de terceros) y el costo de oportunidad de financiación interna (por medio de títulos financieros, por ejemplo). Dicha diferencia es la prima de financiación externa y refleja los costos asociados al problema de agente-principal que existen entre los prestatarios y los prestamistas.

La prima de financiación externa se convierte en el centro del canal del crédito, ya que, de acuerdo con Bernanke y Gertler (1995), la política monetaria afecta no solamente los niveles de las tasas de interés de mercado, sino también el tamaño de la prima, cambiando las decisiones de inversión y consumo. Dado esto, diversos mecanismos han surgido dentro del canal del crédito para explicar el vínculo entre la política monetaria y la prima de financiación externa; entre ellos, el canal del crédito bancario.

Kishan y Opiela (2000) explican este subcanal de la siguiente manera: una política monetaria contractiva puede disminuir los depósitos a la vista de los bancos debido al aumento de los requerimientos de reserva<sup>2</sup> y a la menor cantidad de dinero en la economía. Si algunos bancos no tienen la capacidad de financiarse mediante fondos alternativos para continuar prestando, la política habrá disminuido la oferta de créditos, afectando a aquellos prestatarios banco-dependientes como empresas pequeñas y medianas. Estas empresas deberán buscar otras fuentes de financiación, posiblemente más costosas que los bancos, aumentando así la prima de financiación externa. De esta manera, los planes de inversión y de consumo se ven reducidos llevando a una caída de la actividad real.

Para el canal del crédito bancario se han propuesto diversos modelos, entre los cuales se encuentran Kishan y Opiela (2000) y Kashyap et al. (1993). Con el fin de identificar el comportamiento de la oferta de crédito se plantean dos enfoques: el primero propone analizar directamente los cambios de la

<sup>2</sup> Cuando los requerimientos de reservas aumentan, los depósitos a la vista deben redistribuirse, de modo que, una mayor fracción se destine a cubrir la exigencia legal, disminuyendo, por el otro lado, la proporción disponible para la colocación de cartera.

oferta de préstamos bancarios seguidos de una política monetaria, teniendo en cuenta las diferencias transversales en el sector bancario; el segundo analiza cómo varía la proporción de los *commercial papers* (sustituto de la deuda bancaria) dentro de las obligaciones de las empresas no financieras después de un choque monetario.

### ***A. Perspectiva desde los Bancos***

Para mostrar cómo la política monetaria tiene efectos heterogéneos entre los bancos, Kishan y Opiela (2000) parten de un modelo con un banco representativo que enfrenta dos curvas de demanda: de préstamos y de depósitos a plazo, las cuales dependen del nivel de capital y del tamaño de activos. Se asume que el banco representativo posee tres tipos de activos: reservas requeridas ( $RR$ ), títulos ( $SEC$ ) y préstamos ( $LN$ ). A su vez, posee tres tipos de pasivos: depósitos a la vista ( $DD$ ), grandes depósitos a plazo ( $TD$ ) y, por último, el capital ( $K$ ). Así, la ecuación contable queda expresada como:

$$RR + SEC + LN = DD + TD + K. \quad (1)$$

Se asume por simplicidad que el banco no presenta excesos de reserva, por lo que  $RR = \omega DD$ , donde  $\omega \in [0, 1]$  y es determinado por el banco central. Se asume que  $DD$  tiene una relación inversa con la tasa de interés.

Como el mercado bancario es imperfecto, cada banco tiene poder de mercado en el sector de los depósitos a plazo ( $TD$ ), y por tanto puede incrementar la captación de depósitos aumentando su tasa de interés ( $r_{TD}$ ) por encima de la tasa de mercado ( $\overline{r_{TD}}$ ). Asimismo, los bancos pueden aumentar los préstamos bajando sus tasas ( $r_{LN}$ ) por debajo de la tasa media de mercado ( $\overline{r_{TD}}$ ). Por otro lado, los bancos mantienen títulos para amortiguar los choques de liquidez.

$$DD = a_0 - a_1 r_{BR}, \quad (2)$$

$$TD = b_0 + b_1 (r_{TD} - \overline{r_{TD}}), \quad (3)$$

$$SEC = c_0 + c_1 DD - RR, \quad (4)$$

$$LN = d_0 + d_1 (r_{LN} - \overline{r_{LN}}). \quad (5)$$

Se asume que las tasas promedio de mercado de los depósitos a plazo  $TD$  y de los préstamos  $LN$  están directamente relacionadas con la tasa de referencia ( $r_{BR}$ ) con un diferencial constante:

$$\overline{r_{TD}} = e_0 + \emptyset r_{BR}, \quad (6)$$

$$\overline{r_{LN}} = f_0 + \emptyset r_{BR}, \quad (7)$$

$$\overline{r_{SEC}} = g_0 + \emptyset r_{BR}. \quad (8)$$

De esta manera, se asume que los bancos maximizan sus beneficios ( $\pi$ ) respecto a  $r_{BR}$ .

$$\pi = (r_{LN} - \Phi)LN + r_{SEC}SEC - r_{DD}DD - r_{TD}TD, \quad (9)$$

donde  $\Phi LN$  representa la cartera morosa de los bancos y  $r_{DD}$  corresponde a la tasa de los depósitos a la vista. El resto de la ecuación (9) representa para el banco los ingresos y egresos por intereses. Posteriormente, se obtienen las condiciones de primer orden (CPO) para  $LN$ ,  $TD$  y  $SEC$ . Las hipótesis serían que, bajo mercados imperfectos, los bancos más pequeños son incapaces de aumentar sus depósitos a plazo y, los efectos de la política sobre los préstamos serían más fuertes. Estas hipótesis pueden derivarse de las CPO:

$$\frac{\partial LN}{\partial r_{BR}} = -\frac{a_1 d_1 (1 - c_1)}{b_1 + d_1} < 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial TD}{\partial r_{BR}} = \frac{a_1 b_1 (1 - c_1)}{b_1 + d_1} > 0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial SEC}{\partial r_{BR}} = -a_1 (c_1 - \omega) \leq, \geq 0. \quad (12)$$

Con base en las ecuaciones (10), (11) y (12), se pueden deducir algunas implicaciones. Asumiendo que  $c_1 < 1$ , el modelo puede predecir que ante un aumento en la tasa de referencia se esperaría que los préstamos disminuyeran, aumentarían los grandes depósitos a plazo y se presente un efecto ambiguo respecto a los títulos (depende de los valores de los parámetros). La ecuación

(12) tendrá un signo negativo para aquellos bancos con mejor capitalización, los cuales, ante una política monetaria contractiva, pueden vender títulos para poder mantener el nivel de créditos inalterado.

Se asume que  $b_1$  y  $d_1$  (sensibilidad a las tasas de interés de  $TD$  y  $LN$ ) están relacionadas al tamaño (medido en activos) del banco y al nivel de capitalización. Se esperaría entonces que los bancos más grandes y mejor capitalizados fueran capaces en menos tiempo de recaudar fondos mediante los depósitos a plazo. Asimismo, dado que los bancos más grandes tienen mayores relaciones (y por tanto mayores préstamos) con las grandes firmas, y estas, a su vez, tienen más fuentes alternas de financiación (bonos, CDT, etc.), se plantea, a manera de hipótesis, que la demanda de préstamos de las grandes empresas es más elástica con respecto a la tasa de interés de  $LN$ , comparado con las firmas pequeñas. De este modo, se pueden expresar  $b_1$  y  $d_1$  de la siguiente manera:

$$b_1 = \beta(A, K); \beta_1, \beta_2 > 0, \quad (13)$$

$$d_1 = \delta(A); \delta_1 > 0. \quad (14)$$

Luego, sustituyendo (13) y (14) en (10) y (11), y posteriormente derivando respecto al tamaño de los bancos ( $A$ ) y al nivel de capitalización ( $K$ ), se obtiene:

$$\frac{\frac{\partial LN}{\partial r_{BR}}}{\partial A} = \frac{\frac{\partial TD}{\partial r_{BR}}}{\partial A} = \frac{a_1(1-c_1)(b_1\delta - d_1\beta_1)}{(b_1 + d_1)^2} \leq, \geq 0, \quad (15)$$

$$\frac{\frac{\partial LN}{\partial r_{BR}}}{\partial K} = \frac{\frac{\partial TD}{\partial r_{BR}}}{\partial K} = \frac{a_1 d_1 \beta_2 (1 - c_1)}{(b_1 + d_1)^2} > 0. \quad (16)$$

De la ecuación (15) se puede inferir que el efecto neto del tamaño del banco sobre la sensibilidad de  $TD$  y  $LN$ , debido a cambios en la política, es indeterminado. Esto ocurre ya que los bancos grandes pueden fácilmente compensar la reducción de depósitos a la vista (ocasionada por una política contractiva) puesto que tienen la capacidad de obtener fondos mediante fuentes alternativas ( $TD$ ) para mantener su nivel de préstamos. Sin embargo,

a medida que aumentan las tasas de interés, las grandes empresas, que son más sensibles a cambios en las tasas, dejarán de solicitar préstamos, disminuyendo por tanto la demanda de estos. De esta manera, el signo de la ecuación (15) dependerá de la magnitud de ambas fuerzas.

Por otro lado, el efecto del capital sobre la sensibilidad de los depósitos a plazo (o demanda de préstamos) ante cambios en la tasa de referencia es positivo. Esto implica que bancos mejor capitalizados serán menos sensibles a cambios en la postura de política monetaria; es decir, el nivel de préstamos de estos bancos se verá menos afectado, en comparación con los bancos menos capitalizados. Asimismo, los bancos con mejor nivel de capitalización podrán ajustar más fácilmente los depósitos a la vista ante choques de política.

El planteamiento teórico presentado anteriormente revela la importancia que tienen el tamaño y el nivel de capitalización de los bancos sobre el efecto que puede tener la política monetaria a través del nivel de crédito de las instituciones financieras.

### ***B. Perspectiva desde las Firmas***

Por otro lado, se puede evidenciar el canal del crédito bancario, de manera indirecta, realizando un análisis de las hojas de balance de las firmas. Para este propósito Kashyap et al. (1993) basan su análisis en el estudio simultáneo del comportamiento de los *commercial papers* y de los préstamos bancarios. Con esta estrategia los autores evitan llegar a conclusiones erradas, pues si se analizara solamente los préstamos bancarios como un agregado, no se podría distinguir si una reducción de estos es debido a una contracción de la demanda agregada o si, por el contrario, se debe a una contracción de la oferta de créditos por parte de las instituciones bancarias. La intuición subyacente es igual a como se explicó en la sección anterior, solo que la identificación del canal cambia; es decir, bajo la presencia del canal del crédito bancario, una política monetaria contractiva reduciría la oferta de créditos, generando así un aumento de la demanda por fuentes de financiación no bancarias por parte de las empresas (Bernanke & Blinder, 1988; Kashyap et al., 1993). Las empresas en respuesta a la reducción de la oferta de crédito buscan otros medios de

financiación; se identifica así que la disminución de la oferta de crédito se debe principalmente al sector bancario.

El modelo propuesto es el siguiente: las firmas invierten ( $I$ ) y pueden escoger entre dos fuentes de financiación: una fracción  $\alpha$  proviene de los préstamos bancarios a una tasa de interés  $r_b$ ; el resto de la financiación ( $1 - \alpha$ ) proviene de otras fuentes no bancarias (*commercial papers*, acciones, etc.<sup>3</sup>) a una tasa  $r_n$ . Se asume que los mercados se vacían a través de los precios y que existe una relación benéfica ( $R$ ) para las firmas, que depende de la cantidad total que los bancos les prestan:

$$R = I f(\alpha), \quad (17)$$

donde  $f(\alpha)$  es una función cóncava y creciente. La relación benéfica se debe teóricamente a que los bancos reducen los costos asociados a la información asimétrica entre ellos y sus prestatarios, y a su vez reducen los problemas de selección adversa que enfrentan las firmas al momento de buscar fondos en los mercados de bonos debido a la falta de credibilidad en ellas.

De acuerdo con los supuestos mencionados, la combinación óptima de financiación de la firma, denotada como  $\alpha^*$ , está dada por:

$$\alpha^* = F(r_b - r_n), \quad (18)$$

donde  $F(\cdot) = f'^{-1}(\cdot)$  es una función decreciente. La ecuación (18) establece que cualquier choque monetario que perturbe los costos relativos de la deuda bancaria y no bancaria, se verá reflejado sobre la combinación óptima de capital de las firmas.

Dada la elección óptima de estructura de capital de las firmas, el costo de capital neto ( $k$ ) es:

$$k = \alpha^* r_b + (1 - \alpha^*) r_n - f(\alpha^*). \quad (19)$$

La ecuación (19) muestra que el costo de capital neto es un promedio ponderado entre las tasas de interés de cada fuente de financiación, menos

<sup>3</sup> Para este trabajo se analizará el comportamiento de la deuda bancaria (recíproco de la deuda no bancaria) en lugar de los *commercial papers*.

los beneficios que se obtienen a raíz de la deuda bancaria. La demanda de inversión depende de  $k$  y del producto agregado ( $Y$ ):

$$I = I^d(Y, k). \quad (20)$$

Las tasas de interés de la deuda bancaria y no bancaria son determinadas por la política monetaria. Se asume que los bancos se financian totalmente con depósitos a la vista, y solo retienen efectivo para satisfacer los requerimientos de reservas. Así, la cantidad de dinero ( $M$ ) es suficiente para determinar la postura de la política monetaria. El dinero afecta la tasa de interés de las fuentes no bancarias a través de la relación convencional de la curva  $LM$ .

$$r_n = H(Y, M). \quad (21)$$

Los bancos buscan mantener una fracción de sus activos en préstamos, lo que depende del diferencial entre la tasa de interés bancaria y la no bancaria. La oferta de préstamos ( $L^s$ ) está dada por

$$L^s = J(r_b - r_n) M, \quad (22)$$

donde  $J(\cdot)$  es una función creciente. La oferta de crédito depende de  $M$  debido a que los bancos pueden rebalancear su portafolio de activos de acuerdo con la postura de la política monetaria, y se asume que los bancos son inflexibles con respecto a la estructura de sus pasivos.

Igualando la oferta y la demanda de créditos, se obtiene:

$$\alpha^* I = J(r_b - r_n) M. \quad (23)$$

Las ecuaciones (18) a la (21) y la (23) determinan las seis variables endógenas  $Y$ ,  $I$ ,  $k$ ,  $r_b$ ,  $r_n$  y  $\alpha^*$ , en términos de la variable exógena  $M$ . Además, se deben cumplir dos condiciones para que la política monetaria tenga efecto sobre la demanda agregada a través del canal del crédito bancario:

- i) Los préstamos y las otras fuentes de financiamiento empresarial, como *commercial papers* o acciones, deben ser sustitutos imperfectos dentro de los activos bancarios. Es decir, los bancos no deben reaccionar ante una política monetaria compensando la tenencia de activos de financiamiento empresarial sin cambiar la oferta de crédito.

- ii) Los préstamos y las otras fuentes de financiamiento empresarial deben ser sustitutos imperfectos dentro de las obligaciones de las firmas. Eso quiere decir que las empresas no deben ser capaces de compensar, sin costo alguno, una reducción en la oferta de créditos adquiriendo otro tipo de deuda.

Para probar la primera condición, se analiza cómo responden el volumen de la deuda no bancaria y la razón de los préstamos respecto a la financiación total, ante impulsos de la política monetaria.

$$\frac{d(\text{deuda bancaria})}{dM} = \alpha^* \frac{dI}{dM} + I \frac{d\alpha^*}{dM}, \quad (24)$$

$$\frac{d(\text{deuda no bancaria})}{dM} = (1 - \alpha^*) \frac{dI}{dM} - I \frac{d\alpha^*}{dM}, \quad (25)$$

$$\frac{d\alpha^*}{dM} = F' \frac{d(r_b - r_n)}{dM}. \quad (26)$$

De acuerdo con la ecuación (26), la combinación óptima de capital puede responder a choques monetarios solo si la condición (i) se cumple. En caso de que las dos fuentes de financiación sean sustitutos perfectos dentro de los activos bancarios, las tasas de interés correspondientes se igualarán, y  $\alpha^*$  no será sensible a cambios en la política monetaria. La ecuación (24), por su parte, esclarece que, incluso, si hay sustitución perfecta ( $d\alpha^*/dM = 0$ ), los préstamos estarán correlacionados positivamente con el dinero debido a su correlación positiva con el nivel de inversión.

La postura de las autoridades monetarias tiene efectos opuestos sobre la deuda no bancaria (ecuación 25). El primero lleva a que la inversión caiga y por tanto ambos tipos de financiación disminuyan. El otro efecto lleva a una sustitución de los préstamos bancarios por otro tipo de financiación. El primer efecto,  $[(1 - \alpha^*) \frac{dI}{dM}]$ , sería consecuencia del canal tradicional de las tasas de interés, mientras el segundo correspondería al canal del crédito bancario ( $-I \frac{d\alpha^*}{dM}$ ). Así, el único modo de que el efecto de  $M$  sea negativo sobre la financiación no bancaria, es que el efecto sobre  $\alpha^*$  sea mayor que el efecto sobre la inversión y el producto. Si el efecto global es negativo, estaría

reflejando que ante una política monetaria contractiva la deuda no bancaria se incrementaría dada la reducción de la oferta de créditos. Esto se debe a que el efecto de la política monetaria, vía demanda agregada, es menor que el efecto de sustitución entre los tipos de financiación.

## II. Metodología

Los cambios en el canal del crédito bancario en la economía colombiana, producto de la crisis financiera mundial y objetivo de este trabajo, se analizan tomando los siguientes periodos: en *el modelo de Bancos*, los periodos trimestrales serán 1995:1-2008:3 y 2008:4-2015:4, pues los efectos de la recesión mundial no estuvieron en completa sincronía con Colombia (Mesa et al., 2008). Para *el modelo de Firmas* se seguirá a Salachas et al. (2016), es decir, los periodos anuales serán 1995-2007 y 2008-2015.

Se estiman dos modelos que se derivan de la sección anterior. El primero analiza cómo cambia el comportamiento de la oferta de crédito bancario ante cambios de la tasa de interés de referencia, teniendo en cuenta la heterogeneidad entre los bancos comerciales. El segundo estudia el comportamiento de la deuda bancaria por parte de las empresas, incluyendo aspectos heterogéneos entre ellas.

Debido a que es una buena aproximación, se toma como instrumento de política monetaria la tasa de interés de referencia establecida por el Banco de la República (Bernanke & Blinder, 1992). Como se puede observar en la Figura 1, esta variable está disponible desde 1995, pues es durante esta época que el Banco de la República toma una estrategia de *inflación objetivo*. Se puede analizar también que, al principio del periodo, la tasa de referencia presentaba un comportamiento decreciente con valores cercanos al 40%. Este comportamiento se vio interrumpido durante la crisis colombiana a finales de los años 90, pues tuvo una subida abrupta. Posteriormente, en la crisis financiera del 2007, la tasa de referencia cayó significativamente, con lo cual se buscó estimular la economía. Después de esto, la tasa se estabilizó alrededor del 3%, permitiendo cumplir la meta de inflación.

**Figura 1.** Comportamiento de la tasa de interés de referencia y de la inflación



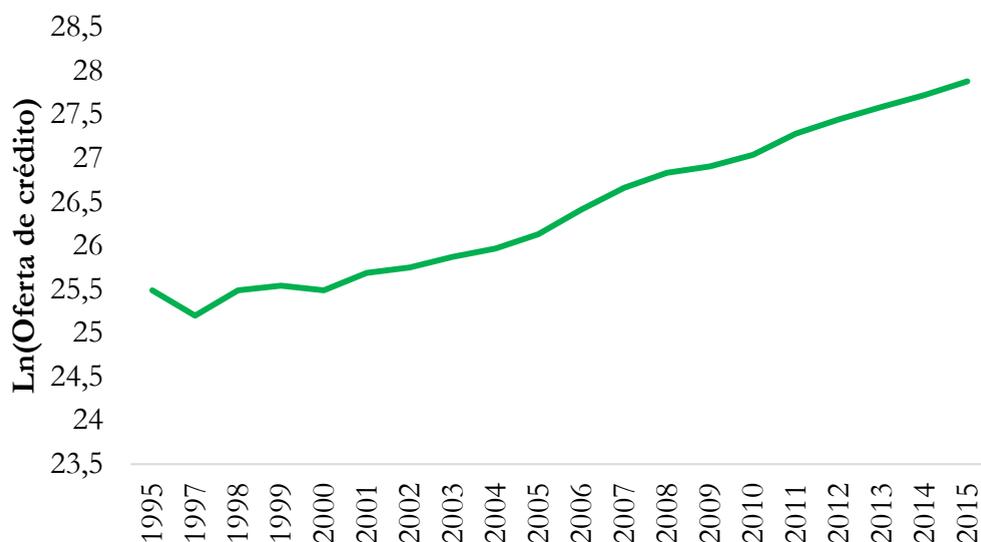
Fuente: adaptado del Banco de la República.

El comportamiento general de la tasa de referencia es acorde con los niveles de inflación observados (ver Figura 1), especialmente durante el nuevo milenio. En cuanto a la brecha observada en los años 90, esta refleja la reciente implementación de las estrategias de inflación objetivo. Durante ese periodo, el Banco Central empezó a fijar metas de inflación de corto y largo plazo; aumentó los comunicados de prensa e informes al congreso y al público general; mejoró la modelación de proyecciones de inflación; y finalmente, estableció las tres modalidades bajo las cuales el Banco interviene en el mercado cambiario (Gómez, 2006).

Los principales mecanismos de transmisión de la política monetaria comienzan por variaciones en la tasa de referencia, lo cual afecta a distintas variables de mercado, tales como el crédito agregado, cuyo comportamiento puede ser analizado en la Figura 2. Se observa que esta variable presenta

cierta volatilidad a finales de los años 90, al igual que se observa con la tasa de referencia y la inflación. En cuanto a la crisis financiera de 2007, su variación ha sido mucho menor, a pesar de los cambios observados en la tasa de referencia. Esto parece indicar que el comportamiento de ambas variables ha cambiado durante dicha crisis, y ya no se correlacionan como lo hicieron durante el siglo pasado.

**Figura 2.** *Comportamiento del crédito agregado en Colombia*



Fuente: adaptado de la Superintendencia Financiera de Colombia.

### **A. Modelo para los Bancos**

Los datos de los bancos que se utilizan son tomados de la Superintendencia Financiera de Colombia. La base de datos es trimestral desde 1995:1 hasta el 2015:4. El panel está desbalanceado debido a la entrada, salida o fusiones en este sector. Hay una clara reducción del número de bancos a través de los años, lo cual puede dar muestra, según Gómez y Grosz (2006), del estrés financiero experimentado por las instituciones bancarias en

Colombia durante los años 1997-1999<sup>4</sup>. La base de datos se balancea y se cuenta finalmente con información para nueve bancos.

En el modelo se introducen dos variables macroeconómicas: el índice de la tasa de cambio real (*ITCR*) y el índice de producción real manufacturera de Colombia (*IPMF*), como *proxy* del PIB, buscando capturar fenómenos macroeconómicos que pueden alterar el comportamiento de la oferta de crédito bancario.

También se incorporan variables relacionadas con las características específicas de los bancos, con el objetivo de captar efectos heterogéneos del canal del crédito bancario sobre ellos. Las variables son: la razón de capitalización, la liquidez y el tamaño relativo medido en activos.

$$\blacksquare \text{Liq (Liquidez)} = \frac{\text{Activos corrientes}}{\text{Pasivos corrientes}} .$$

$$\blacksquare \text{Cap (Capitalización)} = \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Activo total}} .$$

$$\blacksquare \text{Tam (Tamaño - Banco)} = \frac{\text{Activo total}}{\text{Total activo del sistema bancario}} .$$

De acuerdo con la teoría del canal del crédito bancario, las imperfecciones del mercado de capitales tienden a afectar las relaciones existentes entre los bancos y sus inversionistas (Gómez & Grosz, 2006). Así pues, estas características bancarias pueden afectar tales relaciones.

---

<sup>4</sup> La forma en que la Superintendencia Financiera trata las adquisiciones y fusiones es la siguiente: en primer lugar, cuando un gran banco adquiere un pequeño banco, este desaparece mientras que las cuentas del banco grande se vuelven parte del grupo. Por otro lado, cuando se produce una fusión, ambos bancos desaparecen en el momento de la fusión, y uno nuevo comienza a operar el período posterior.

El modelo empírico que se propone es el siguiente:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^2 \beta_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^2 \gamma_j i_{t-j} + \sum_{j=1}^2 \delta_j Z_{it-j} + \sum_{j=1}^3 \theta_j i_{t-1-j} Z_{it-1} + \sum_{j=1}^3 d_{ij} \emptyset_j + \partial Crisis + e_{it}, \quad (27)$$

donde  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\emptyset$  y  $\partial$  son los parámetros que se desean estimar.  $Y_{it}$  es el logaritmo de la oferta de crédito para el banco  $i$  en el periodo  $t$ .  $\mathbf{X}_t$  es una matriz que se compone de la tasa de cambio real y el índice de producción real de la industria manufacturera de Colombia. La tasa de referencia real se denota como  $i_t$  (tasa de referencia menos la tasa de inflación trimestral observada). Por su parte,  $\mathbf{Z}_{it}$  es otra matriz que comprende el conjunto de variables que capturan las características bancarias. Se añaden también variables dicotómicas denotadas por  $d_{ij}$  y  $Crisis$  que capturan la estacionalidad en los datos y el periodo durante el cual el país estuvo en crisis (1998:3-2000:4)<sup>5</sup>. Por último, el término error,  $e_{it}$ , se asume independiente e idénticamente distribuido.

Todas las variables cuantitativas entran rezagadas al modelo, ya que la oferta de crédito se ve afectada principalmente por la tasa de referencia de periodos pasados y también por las condiciones financieras de los bancos, previas a la política. Adicionalmente, al incluir los términos de interacción en la ecuación, se busca captar cómo han afectado los cambios en la tasa de referencia real a los indicadores financieros de los bancos, y analizar si estas experiencias previas tienen algún efecto significativo sobre la oferta de crédito bancario actual.

Después de realizar la prueba de Hausman (1978) y de Breusch y Pagan (1980), se decide estimar el modelo por datos agrupados. El modelo es corregido por autocorrelación de primer grado y por heterocedasticidad.

<sup>5</sup> Este periodo fue tomado de Gómez y Grosz (2006).

### ***B. Modelo para las Firmas***

Los datos son obtenidos de la Superintendencia de Sociedades de Colombia y se cuenta con una muestra de más de 6000 firmas entre 1995 hasta 2015. Los datos son anuales y se construye un panel desbalanceado debido a la entrada y salida de firmas; además, algunas firmas no presentan sus estados financieros todos los años. Después de balancear el panel se cuenta con información para 1658 firmas.

De las hojas de balance se obtienen los indicadores financieros: capitalización de la firma, tamaño relativo y nivel de apalancamiento.

- $Solv$  (*Capitalización*) =  $\frac{Patrimonio}{Activo\ total}$ .
- $Lev$  (*Apalancamiento*) =  $\frac{Pasivo\ total}{Patrimonio}$ .
- $Size$  (*Tamaño-firma*) =  $\frac{Activo\ total\ de\ la\ firma}{Activo\ total\ del\ mercado}$ .

Estas permiten analizar cómo las características de las empresas inciden sobre el efecto del canal de crédito bancario, es decir, cómo las condiciones financieras de las firmas influyen sobre el uso de fuentes de financiación no bancarias, tras observar un cambio en la oferta de crédito (Gómez & Morales, 2009). La inclusión de la variable “tamaño” como regresor va acorde con la literatura que vincula las restricciones de liquidez a las condiciones del mercado de capitales (Gómez & Morales, 2009). La variable dependiente se calcula como la proporción de deuda bancaria respecto a la deuda total de cada empresa. Se incluyen algunos rezagos de esta como variables explicativas.

La especificación empírica corresponde a un panel dinámico:

$$RDB_{it} = \alpha + \beta RDB_{it-1} + \sum_{j=1}^2 \gamma_j i_{t-j} + \sum_{j=1}^2 \omega_j Z_{it-j} + \sum_{j=1}^2 \theta_j Z_{it-1} i_{t-1-j} + \partial Crisis + e_{it}, \quad (28)$$

donde  $RDB_{it}$  representa la razón de la deuda bancaria sobre la deuda total de la empresa  $i$  en el momento  $t$ . La tasa de referencia real se denota como  $i_t$ .  $Z_{it}$  es una matriz que contiene el conjunto de variables que capturan las características financieras de las firmas. La variable  $Crisis$  es incluida en el modelo para capturar la crisis financiera vivida en el periodo 1998-2000. El término error,  $e_{it}$ , es asumido para ser idéntico e independientemente distribuido.

Los indicadores financieros entran rezagados debido a que las posibles decisiones que tomen las firmas sobre su estructura de deuda, se basan principalmente en sus condiciones financieras del periodo pasado. Se incluyen interacciones de estas variables con la tasa de referencia real rezagada varios periodos, esperando capturar cómo las decisiones de política han incidido sobre la salud financiera de las empresas en un periodo anterior, y analizar si estas experiencias previas tienen algún efecto significativo en la estructura de deuda actual.

El motivo por el cual se incluyen rezagos de la razón de la deuda bancaria es porque esta variable presenta cierta inercia a través del tiempo, es decir, la estructura de deuda de las empresas no cambia significativamente en breves periodos (Gómez & Grosz, 2006). Se utiliza la metodología propuesta por Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998), que está basada en el Método de Momentos Generalizado (MMG); bajo esta metodología los rezagos de la variable dependiente entran solo en niveles evitando la pérdida excesiva de información, lo que es conveniente dado que se poseen dos subperiodos dentro del total de 21 años.

Se estima un panel dinámico, con un rezago de la variable dependiente con un MMG en dos etapas, lo cual genera resultados más eficientes. Se realizan las pruebas de Arellano y Bond (1991) y de Sargan (1958) que identifican la existencia de autocorrelación de primer y segundo orden, y la validez de las restricciones de sobre-identificación del modelo, respectivamente. Estos resultados garantizan que la especificación es adecuada.

### III. Resultados

#### A. Bancos

La Tabla 1 presenta los resultados más importantes de la estimación de la ecuación (27). Los estimadores de las variables que no aparecen no son significativos estadísticamente. En su mayoría, los resultados tienen los signos esperados y sugieren que existe un canal del crédito bancario directo en la economía colombiana durante el periodo transcurrido antes de la crisis financiera mundial. Por tanto, un aumento de la tasa de referencia real en 1 % lleva a una posterior reducción de un 2,02 % en la oferta de crédito bancario en la economía, amplificando de este modo el efecto del canal tradicional de las tasas de interés. A diferencia de Gómez y Grosz (2006), el tamaño relativo de los bancos rezagado un periodo resulta ser la característica financiera más relevante; cada vez que un banco gane una unidad porcentual en participación de mercado, su oferta de crédito crecerá en un 17,55 %. Este resultado es acorde con lo encontrado en la literatura, puesto que, según autores como Kishan y Opiela (2000), el tamaño y la capitalización resultan ser factores claves.

Uno de los términos de interacción concernientes al capital resulta ser el único significativo. El signo negativo (-12,84 %) indica que aquellos bancos que se han capitalizado en mayor medida disminuyen la oferta de crédito, en comparación con aquellos bancos que no se han capitalizado tanto; este resultado es contraintuitivo pero ha sido encontrado en otros estudios (Lerskullawat, 2016). Esto sugiere que, en el periodo previo a la crisis, la existencia de un canal del crédito bancario en Colombia impactaba de forma heterogénea a las instituciones bancarias, alterando el efecto de la política sobre la economía.

**Tabla 1.** *Estimación de datos panel por datos agrupados*

	Logaritmo de la oferta de crédito		
	Precrisis (1)	Postcrisis (2)	Precrisis <sup>a</sup> (3)
$i_{(t-1)}$	-2,02** (-0,85)	-8,31 (5,26)	-2,57*** (0,87)
$Tam_{(t-1)}$	17,55*** (25,29)	26,03** (11,74)	17,64*** (0,69)
$i_{(t-2)}xLi_{(t-1)}$	0,09 (0,09)	-0,12 (0,41)	0,06 (0,10)
$i_{(t-2)}xCap_{(t-1)}$	-0,66 (7,61)	103,92* (59,27)	-1,04 (7,57)
$i_{(t-2)}xTam_{(t-1)}$	7,99 (14,83)	-50,35 (52,03)	2,08 (14,91)
$i_{(t-3)}xLi_{(t-1)}$	-0,09 (0,094)	-0,02 (0,35)	-0,06 (0,09)
$i_{(t-3)}xCap_{(t-1)}$	-12,84* (6,61)	-55,71 (47,77)	-11,45* (6,59)
$i_{(t-3)}xTam_{(t-1)}$	17,06 (14,19)	30,13 (30,13)	21,95 (14,20)
$ITCR_{(t-1)}$	-0,003 (0,003)	0,02** (0,006)	-0,03 (0,03)
$ITCR_{(t-2)}$	0,004 (0,004)	0,01 (0,007)	-0,03 (0,03)
$IPMF_{(t-1)}$	-0,003 (0,003)	0,000 (0,01)	0,01** (0,03)
$IPMF_{(t-2)}$	0,01*** (0,003)	0,03*** (0,01)	0,01** (0,03)
$i_{(t-1)}xCrisis\ colombiana$			1,89*** (0,61)

*Nota:* estadístico Z entre paréntesis. El periodo de precrisis es 1995:1-2008:3 y el de poscrisis es 2008:4-2015:4. \*, \*\*, \*\*\* indican los grados de significancia 10 %, 5 % y 1 %, respectivamente. a: la columna 3 incluye la interacción entre la variable dicotómica que indica el periodo de la crisis colombiana de finales de los noventa y la tasa de referencia real rezagada un periodo. Por razones claras, solo se incluye dicha interacción en el periodo precrisis.

*Fuente:* cálculos propios.

Para el periodo poscrisis se observan cambios drásticos en los estimadores: la mayoría de ellos no son estadísticamente significativos. El

tamaño relativo sigue siendo significativo, aunque en una mayor magnitud. El término de interacción concerniente al capital es ahora significativo en una magnitud considerable. Esto sugiere que, a pesar de las consecuencias que pudo haber tenido la crisis, los bancos con mayor participación de mercado siguen siendo los que presentan una mayor oferta de créditos y que ahora los bancos son demasiado sensibles a su nivel de capitalización, dada la tasa de referencia real. Todo esto brinda evidencia, al igual que en Salachas et al. (2016) y Heryán y Tzeremes (2017), de una posible distorsión en la existencia del canal del crédito bancario sobre la economía colombiana, evidenciado principalmente por la pérdida de significancia de la tasa de referencia real.

Se realiza una estimación adicional tomando el periodo 1995:4-2018:1 e incluyendo una variable dummy igual a uno en el tiempo de poscrisis 2008:4-2018:1. Como se observa en la Tabla 2, se encuentra evidencia a favor de la existencia del canal del crédito bancario y de que este tiene un efecto heterogéneo entre los bancos según sus niveles de capitalización. Estos resultados revelan que ante un aumento de la tasa real de referencia en un 1 % en el periodo pasado, el crédito bancario se reduce en 2,36 %. Asimismo, dada una política contractiva, aquellos bancos que se han capitalizado mejor son menos sensibles a esta. La variable concerniente a la crisis mundial financiera es significativa, lo que revela que este episodio ha incidido sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana. Algunos rezagos de las variables macroeconómicas son también significativos.

**Tabla 2.** *Estimación de datos panel por datos agrupados*

	Logaritmo de la oferta de crédito	
	(1)	(2)
$i_{(t-1)}$	-2,36*** (0,98)	-3,03*** (0,10)
$i_{(t-2)}$	-3,25*** (1,16)	-2,90** (1,16)
$Liq_{(t-1)}$	0,02*** (0,01)	0,02*** (0,01)
$Liq_{(t-2)}$	0,01* (0,01)	0,01* (0,01)

*Continúa*

Tabla 2. *Continuación*

	Logaritmo de la oferta de crédito	
	(1)	(2)
	(0,01)	(0,06)
$Cap_{(t-1)}$	-7,48*** (1,19)	-7,33*** (1,18)
$Cap_{(t-2)}$	-2,67** (1,12)	-2,90*** (1,12)
$Tam_{(t-1)}$	18,13*** (0,51)	18,17*** (0,51)
$Tam_{(t-2)}$	-0,01 (0,01)	-0,004 (0,01)
$i_{(t-2)}xLi_{(t-1)}$	0,058 (0,11)	0,03 (0,11)
$i_{(t-3)}xLi_{(t-1)}$	0,13 (0,10)	-0,10 (0,10)
$i_{(t-2)}xCap_{(t-1)}$	25,55*** (8,67)	24,33*** (8,65)
$i_{(t-3)}xCap_{(t-1)}$	-2,14 (7,63)	-0,02 (7,63)
$i_{(t-2)}xTam_{(t-1)}$	-2,64 (16,50)	-7,30 (16,50)
$i_{(t-3)}xTam_{(t-1)}$	20,39 (15,78)	24,13 (15,76)
$ITCR_{(t-1)}$	0,005* (0,003)	0,005* (0,003)
$ITCR_{(t-2)}$	-0,004 (0,003)	-0,004 (0,003)
$IPMF_{(t-1)}$	0,01*** (0,003)	0,01*** (0,003)
$IPMF_{(t-2)}$	0,01*** (0,003)	0,01*** (0,004)
Crisis Colombiana	0,26***	-0,12

*Continúa*

**Tabla 2.** *Continuación*

	Logaritmo de la oferta de crédito	
	(1)	(2)
	(0,06)	(0,14)
Crisis Financiera	0,42*** (0,08)	0,44*** (0,08)
$i_{(t-1)} \times$ Crisis Colombiana		2,40*** (0,75)

*Nota:* estadístico Z entre paréntesis. El periodo estimado es desde el año 1995:4 hasta 2018:1. \*, \*\*, \*\*\* indican los grados de significancia 10 %, 5 % y 1 %, respectivamente. La Columna 2 incluye la interacción entre la variable dicotómica que indica el periodo de la crisis colombiana de finales de los noventa y la tasa de referencia real rezagada un periodo. Por razones claras, solo se incluye dicha interacción en el periodo precrisis.

*Fuente:* cálculos propios.

Se realizaron estimaciones para el período precrisis teniendo en cuenta el efecto de la crisis económica colombiana de 1999 sobre la política monetaria, a través de una variable dicotómica que interactúa con la tasa de interés real. Los resultados se presentan en la Columna 3 de la Tabla 1 y en la Columna 2 de la Tabla 2. En ellos se observa que las principales conclusiones sobre los efectos de la crisis se mantienen, mostrando la robustez de los resultados.

Desde la perspectiva de los bancos, se ratifica la existencia del canal del crédito bancario en Colombia para el periodo precrisis. Esto va en línea con los resultados encontrados por Gómez y Grosz (2006), Gómez y Morales (2009) y Restrepo y Restrepo (2007). Sin embargo, no se encuentra evidencia a favor de dicho canal en el periodo poscrisis. En este aspecto, pocos trabajos incluyen en su estudio este periodo, por lo cual no es posible hacer un análisis comparativo de los resultados encontrados.

## **B. Firmas**

Los resultados de la estimación de la ecuación (28) son reportados en la Tabla 3. El rezago de la deuda bancaria en el modelo posee significancia estadística para el periodo precrisis, indicando que la estructura de deuda de las

firmas posee cierta inercia. No se evidencia la existencia del canal del crédito bancario bajo el enfoque de las Firmas en ninguno de los dos periodos. Estos resultados se obtienen tras controlar por las variables que capturan la salud financiera de las firmas y por el periodo de crisis.

**Tabla 3.** *Estimación de panel dinámico por método de los momentos, generalizado en dos etapas*

	Razón deuda bancaria a deuda total		
	Pre crisis	Post crisis	Pre crisis <sup>d</sup>
	(1)	(2)	(3)
$RDB_{(t-1)}$	0,82*** (0,05)	-0,08 (0,42)	0,83*** (0,06)
$i_{(t-1)}$	0,09 (0,6)	23,06 (20,37)	0,28 (0,67)
$i_{(t-2)} \times Solv_{(t-1)}$	5,93 (5,44)	-153,58 (173,28)	6,44 (5,96)
$i_{(t-2)} \times Lev_{(t-1)}$	-0,02 (0,13)	-9,34 (15,37)	-0,09 (0,17)
$i_{(t-2)} \times Size_{(t-1)}$	- <sup>a</sup> (-)	- <sup>b</sup> (-)	-20134,88 (24202,35)
$i_{(t-3)} \times Solv_{(t-1)}$	-0,81 (1,13)	-15,72 (17,92)	-1,76 (1,53)
$i_{(t-3)} \times Lev_{(t-1)}$	0,02 (0,06)	0,77 (7,12)	0,04 (0,09)
$i_{(t-3)} \times Size_{(t-1)}$	6113,52 (7370,19)	- <sup>c</sup> (-)	18248,81 (13185,32)
$i_{(t-1)} \times Crisis\ Colombia$			-0,37 (2,22)

*Nota:* estadístico Z entre paréntesis. El periodo de precrisis es 1995-2007 y el de poscrisis es 2008-2015. \*, \*\*, \*\*\* indican el nivel de significancia 10 %, 5 % y 1 %, respectivamente. a, b, c: fue descartada por potencial multicolinealidad. d: la Columna 3 incluye la interacción entre la variable dicotómica que indica el periodo de la crisis colombiana de finales de los noventa y la tasa de referencia real rezagada un periodo. Por razones claras, solo se incluye dicha interacción en el periodo precrisis.

*Fuente:* cálculos propios.

Se realiza una estimación para el periodo 1995-2016 incorporando una variable dicotómica (igual a uno para periodos posteriores a 2007). Las pruebas estadísticas sugieren realizar una estimación por efectos aleatorios, cuyos resultados son mostrados en la Tabla 4. Se obtiene que la variable dicotómica es significativa y que existe un efecto heterogéneo del canal del crédito bancario sobre la estructura de deuda de las firmas, puesto que múltiples variables concernientes a la salud financiera resultaron ser significativas bajo esta especificación.

**Tabla 4.** *Estimación de datos panel por efectos aleatorios*

	Razón deuda bancaria a deuda total	
	(1)	(2)
$i_{(t-1)}$	1,12*** (0,10)	1,16*** (0,15)
$i_{(t-2)}$	-3,12*** (0,16)	-3,14*** (0,16)
$Solv_{(t-1)}$	-0,007* (0,003)	-0,007* (0,004)
$Solv_{(t-2)}$	0,02*** (0,006)	0,02*** (0,006)
$Lev_{(t-1)}$	0,0001 (0,00009)	0,0001 (0,00009)
$Lev_{(t-2)}$	0,00001 (0,00005)	0,00001 (0,00006)
$Size_{(t-1)}$	26,93 (38,85)	28,12 (39,66)
$Size_{(t-2)}$	59,33* (35,38)	58,10* (35,29)
$i_{(t-1)}xSolv_{(t-1)}$	-0,75*** (0,19)	-0,76*** (0,21)
$i_{(t-2)}xSolv_{(t-1)}$	-0,64** (0,31)	-0,64** (0,32)
$i_{(t-3)}xSolv_{(t-1)}$	0,26 (0,18)	0,26 (0,20)
$i_{(t-1)}xLev_{(t-1)}$	0,004**	0,004**

*Continúa*

Tabla 4. Continuación

	Razón deuda bancaria a deuda total	
	(1)	(2)
	(0,002)	(0,002)
$i_{(t-2)} \times Lev_{(t-1)}$	-0,001 (0,001)	-0,001 (0,003)
$i_{(t-3)} \times Lev_{(t-1)}$	-0,001 (0,002)	-0,002 (0,002)
$i_{(t-1)} \times Size_{(t-1)}$	-1395,79*** (514,73)	-1399,932*** (516,01)
$i_{(t-2)} \times Size_{(t-1)}$	-368,53 (467,62)	-375,32 (462,92)
$i_{(t-3)} \times Size_{(t-1)}$	1700,75*** (542,07)	1710,45*** (541,85)
Crisis Colombiana	0,25*** (0,01)	0,26*** (0,01)
Crisis Financiera	0,09*** (0,005)	0,09*** (0,005)
$i_{(t-1)} \times Crisis\ colombiana$		-0,052 (0,16)

*Nota:* estadístico Z entre paréntesis. El periodo estimado es desde el año 1995 hasta 2015. \*, \*\*, \*\*\* indican los grados de significancia 10 %, 5 % y 1 %, respectivamente. La Columna 2 incluye la interacción entre la variable dicotómica que indica el periodo de la crisis colombiana de finales de los noventa y la tasa de referencia real rezagada un periodo. Por razones claras, solo se incluye dicha interacción en el periodo precrisis.

*Fuente:* cálculos propios.

No obstante, la tasa de referencia real rezagada tiene un efecto positivo sobre la estructura de deuda de las firmas. Esto se puede explicar ya que las firmas, comúnmente, poseen inversiones de largo plazo, y a pesar de que haya políticas monetarias contractivas, dichas inversiones siguen su curso al menos para periodos menores a un año. Sin embargo, si continúa una postura de política contractiva para un segundo periodo, surge un efecto negativo de la tasa real de referencia ya que bajo tal tendencia las firmas deben restringir su financiación por medio de los bancos; esto es, si la tasa real de referencia crece en un 1 %, la proporción de deuda bancaria promedio de las firmas decrece un 3,12 %.

La solvencia rezagada un periodo es significativa solo al 10 %, pero con una magnitud muy baja. Cuando se rezaga dos periodos, esta variable presenta una mayor significancia estadística y además una mayor magnitud, puesto que aquellas firmas que posean un patrimonio más grande con respecto a sus activos, podrán acceder más fácil a la financiación bancaria debido a que generan menor percepción de riesgo. El tamaño relativo de las firmas también es importante respecto a su financiación bancaria; firmas grandes tienen mayores probabilidades de otorgamiento de crédito.

Los términos de interacción también son significativos, al menos bajo algún rezago, evidenciando así un efecto heterogéneo del canal del crédito bancario. Se observa que aquellas firmas que poseen niveles de solvencia bajos o un mayor apalancamiento son más sensibles a políticas monetarias.

En relación con el tamaño, los resultados revelan que ante choques monetarios contractivos recientes, las firmas con mayor tamaño presentan un decrecimiento en su financiación bancaria. Sin embargo, sucede lo contrario para choques monetarios 3 años antes. Esto se debe a que firmas más grandes pueden cambiar su fuente de financiación ante políticas monetarias contractivas, mientras que firmas pequeñas están limitadas a la financiación bancaria. Por último, la variable concerniente a la crisis mundial financiera resulta ser significativa, sugiriendo que, a raíz de esta crisis, el canal del crédito bancario en la economía colombiana se ha visto alterado.

Al igual que se hizo en la sección de los Bancos, se realizaron estimaciones adicionales teniendo en cuenta el efecto de la crisis económica colombiana de 1999 sobre la política monetaria. Los resultados se presentan en la Columna 3 de la Tabla 3 y en la Columna 2 de la Tabla 4. En general se observa que se mantienen las principales conclusiones sobre los efectos de la crisis, mostrando la robustez de los resultados. Esto corrobora la existencia del canal del crédito bancario en la economía colombiana y su distorsión a partir de la crisis financiera mundial (Tabla 4). Como ya se mencionó, los resultados encontrados están en línea con la literatura nacional, especialmente para el periodo precrisis.

## Conclusiones

Los resultados de los modelos propuestos indican que la política monetaria tiene efectos sobre la oferta de crédito bancaria y sobre la estructura de deuda de las firmas. Para la estimación de los bancos se tiene evidencia, para el periodo de precrisis, de que las características financieras, como el nivel de capitalización, pueden generar efectos heterogéneos de la transmisión de la política monetaria a través del canal del crédito bancario. Sin embargo, para el periodo de poscrisis la política monetaria parece haber sido distorsionada, pues la tasa de referencia deja de ser significativa.

En el caso de las firmas, los resultados, bajo una estimación de panel dinámico, no brindan evidencia sobre la existencia del canal del crédito bancario y sobre una posible distorsión de este. Sin embargo, al utilizar un modelo de efectos aleatorios y tomando el periodo 1995-2015, se encuentra que la crisis financiera mundial tuvo un efecto sobre la estructura de deuda de las firmas. Antes de dicha crisis existía un canal del crédito bancario que impactaba a las firmas de forma heterogénea, dadas sus características financieras. Finalmente, a pesar de estos resultados, la aplicación del enfoque de las firmas brinda robustez a los resultados obtenidos bajo el *modelo de los Bancos*.

Los resultados obtenidos en este trabajo son acordes con la literatura internacional. Los estudios para Colombia son en su mayoría anteriores al 2007, y sus resultados son similares sobre el periodo comparable (precrisis), hallando evidencia a favor de la existencia del canal de crédito bancario. En cuanto al periodo poscrisis, no se puede realizar una comparación debido a que no se encontraron estudios que evalúen este periodo. En resumen, los resultados de ambos enfoques brindan evidencia de que el canal del crédito bancario en la economía colombiana se ha visto afectado a raíz de la crisis financiera mundial. Lo anterior implica que el Banco de la República, al momento de formular su política monetaria, debe tener en cuenta que el efecto final de esta sobre la economía no es igual a como era antes del 2007, puesto que el comportamiento de los bancos ha cambiado y, por tanto, ya no se cuenta con el mismo efecto amplificador del canal del crédito bancario.

## Referencias

- Altunbaş, Y., Fazylov, O. & Molyneux, P. (2002). Evidence on the bank lending channel in Europe. *Journal of Banking and Finance*, 26(11), 2093-2110. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(02\)00201-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(02)00201-7)
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Arellano, M. & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
- Bernanke, B. S. & Blinder, A. S. (1988). Credit, Money, and Aggregate Demand. *The American Economic Review*, 78(2), 435-439. <http://www.jstor.org/stable/1818164>
- Bernanke, B. S. & Blinder, A. S. (1992). The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission. *The American Economic Review*, 82(4), 901-921. <http://www.jstor.org/stable/2117350>
- Bernanke, B. S. & Gertler, M. (1995). Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 27-48. <http://www.jstor.org/stable/2138389>
- Blundell, R. & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-143. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Breitenlechner, M. Scharler, J. & Sindermann, F. (2016). Banks' external financing costs and the bank lending channel: Results from a SVAR analysis. *Journal of Financial Stability*, 26, 228-246. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2016.07.007>
- Breusch, T. S. & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.

- Dajcman, S. (2016). The bank lending channel of monetary policy and its macroeconomic effects: Evidence from a sample of selected euro area countries. *Engineering Economics*, 27(2), 124-133. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.27.2.12647>
- Gibson, M. S. (1997). *The bank lending channel of monetary policy transmission: Evidence from a model of bank behavior that incorporates long-term customer relationships* (International Finance Discussion Papers, 584). The Federal Reserve. <https://www.federalreserve.gov/Pubs/IFDP/1997/584/ifdp584.pdf>
- Gomez-Gonzalez, J. E., Kutan, A. M., Ojeda-Joya, J. N. & Ortiz, M. C. (2016). *The Bank Lending Channel of Monetary Policy: Does the Financial Structure of Banks Matter?* (Borradores de Economía, No. 953). Banco de la República de Colombia. [https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/6264/be\\_953.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/6264/be_953.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez, J. (2006). *La política monetaria en Colombia*. <https://publicaciones.banrepultural.org/index.php/banrep/article/view/9718/10110>
- Gómez, J. E. & Grosz, F. (2006). Evidence of a bank lending channel for Argentina and Colombia. *Cuadernos de Economía*, 44(129), 109-126. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cecon/v44n129/art05.pdf>
- Gómez, J. E. & Morales, P. (2009). *Bank Lending Channel of Monetary Policy?: Evidence for Colombia, Using Firm Panel Data* (Borradores de Economía, No. 545). Banco de la República de Colombia. <https://www.banrep.gov.co/es/node/196>
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- Heryán, T. & Tzeremes, P. G. (2017). The bank lending channel of monetary policy in EU countries during the global financial crisis. *Economic Modelling*, 67, 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.07.017>
- Holguín, J. S. & Uribe, J. M. (2019). The credit supply channel of monetary policy: evidence from a FAVAR model with sign restrictions. *Empirical Economics* (2019), 1-30. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01759-5>

- Huertas, C., Jalil, M., Olarte, S. & Romero, J. V. (2005). *Algunas consideraciones sobre el canal del crédito y la transmisión de tasas de interés en Colombia* (Borradores de Economía, No. 351). Banco de la República de Colombia. <http://www.banrep.org/docum/ftp/borra351.pdf>
- Kashyap, A. K., Stein, J. C. & Wilcox, D. W. (1993). *Monetary policy and credit conditions: Evidence from the composition of external finance* (NBER Working Paper, Vol. 4015). <http://www.nber.org/papers/w4015>
- Khan, H. H., Ahmad, R. B. & Gee, C. S. (2016). Bank competition and monetary policy transmission through the bank lending channel: Evidence from ASEAN. *International Review of Economics and Finance*, 44, 19-39. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2016.03.003>
- Kishan, R. P. & Opiela, T. P. (2000). Bank Size, Bank Capital, and the Bank Lending Channel. *Journal of Money, Credit and Banking*, 32(1), 121-141. <http://www.jstor.org/stable/2601095>
- Leroy, A. (2014). Competition and the bank lending channel in Eurozone. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 31, 296-314. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2014.04.003>
- Lerskullawat, A. (2016). Effects of banking sector and capital market development on the bank lending channel of monetary policy: An ASEAN country case study. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(1), 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2016.10.001>
- Matousek, R. & Sarantis, N. (2009). The bank lending channel and monetary transmission in Central and Eastern European countries. *Journal of Comparative Economics*, 37(2), 321-334. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2008.09.008>
- Mesa, R. J., Restrepo, D. C. & Aguirre, Y. C. (2008). Crisis Externa y Desaceleración de la Economía Colombiana en 2008-2009: coyuntura y perspectivas. *Perfil de Coyuntura Económica*, 12, 31-67. <http://www.scielo.org.co/pdf/pece/n12/n12a2.pdf>
- Restrepo, M. I. & Restrepo, D. C. (2007). El canal del crédito bancario en Colombia: 1995-2005. Una aproximación mediante modelos de umbral.

- Lecturas de Economía*, 67, 99-118. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/2022>
- Salachas, E. N., Laopodis, N. T. & Kouretas, G. P. (2017). The bank-lending channel and monetary policy during pre- and post-2007 crisis. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 47, 176-187. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2016.10.003>
- Sanfilippo-Azofra, S., Torre-Olmo, B., Cantero-Saiz, M. & López-Gutiérrez, C. (2018). Financial development and the bank lending channel in developing countries. *Journal of Macroeconomics*, 55, 215-234. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2017.10.009>
- Sargan, J. D. (1958). The Estimation of Economic Relationships using Instrumental Variables. *Econometrica*, 26(3), 393-415.
- Tenjo, F., López, E. & Rodríguez, D. (2012). El canal de préstamos de la política monetaria en Colombia: Un enfoque FAVAR. *Ensayos Sobre Política Económica*, 30(69), 195-256. [http://www.banrep.gov.co/site/default/files/publicaciones/archivos/espe\\_art5\\_69.pdf](http://www.banrep.gov.co/site/default/files/publicaciones/archivos/espe_art5_69.pdf)

# **Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade**

---

**Florencia Melisa Fares, Guido Zack and Ricardo Gabriel Martínez**

Lecturas de Economía - No. 93. Medellín, julio-diciembre 2020



Florencia Melisa Fares, Guido Zack and Ricardo Gabriel Martínez

## Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade

**Abstract:** *Argentina does not have a sufficiently complete and developed system of sectoral statistical data on foreign trade. This paper tries to make a contribution showing a methodology to calculate foreign trade indexes, based on unit values obtained from Foreign Trade Consultation System of INDEC. This methodology is applied to the quarterly data of Argentine sectoral imports and exports and its accuracy is shown from the comparison with price indexes published by INDEC (aggregate level) and Brazilian statistical institute (sectoral level). Our indexes show a correlation above 80% and variability close to the benchmark in almost all sectors. Finally, we analyzed the contribution of each sector to foreign trade growth during 1996-2016 using the estimated quantity indexes, something impossible to obtain without the estimated price indexes. Both real exports and imports show a weak growth pace of 2.3% and 2.4% per year, respectively. The leading sectors are Foodstuff industry and Agricultural products in exports, and Motor vehicles and Chemical products in imports for the whole period.*

**Keywords:** *foreign trade; Argentina; price indexes; methodology.*

**JEL Classification:** *C43, C81, F14, F19.*

## Precios sectoriales e índices cuantitativos del comercio exterior en Argentina

**Resumen:** *Argentina carece de un sistema suficientemente completo y desarrollado de datos sectoriales sobre el comercio exterior. Este trabajo hace un aporte mostrando una metodología para calcular los índices de comercio exterior, con base en valores unitarios obtenidos del Sistema de Consulta de Comercio Exterior del INDEC. Esta metodología se aplica a los datos trimestrales de importaciones y exportaciones sectoriales argentinas y su bondad se muestra a partir de la comparación con los índices oficiales del INDEC (nivel agregado) y Brasil (nivel sectorial). Nuestros índices muestran una correlación superior al 80% y una variabilidad cercana a la oficial en casi todos los sectores. Finalmente, analizamos la contribución sectorial al crecimiento del comercio exterior durante 1996-2016 utilizando índices de cantidad calculados a partir de nuestros índices de precio, algo imposible de lograr con anterioridad. Tanto las exportaciones como las importaciones reales muestran un débil crecimiento del 2,3% y el 2,4% anual, respectivamente. Los sectores más destacados son la industria alimenticia y los productos agrícolas en las exportaciones, así como la industria automotriz y los productos químicos en las importaciones para el periodo comprendido.*

**Palabras clave:** *comercio exterior; Argentina; índices de precio; metodología.*

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338277>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **Prix sectoriels et indices quantitatifs du commerce international en Argentine**

**Résumé:** *L'Argentine ne dispose pas d'un système suffisamment complet et développé de données sectorielles sur son commerce international. Ce travail est une contribution à ce système car nous proposons une méthodologie qui permet de calculer les indices du commerce international, sur la base des valeurs unitaires obtenues à partir du système de consultation du commerce international – INDEC–. Cette méthodologie est appliquée aux données trimestrielles des importations et exportations sectorielles argentines. Leur qualité est démontrée par une comparaison avec les indices officiels de l'INDEC (niveau agrégé) et de l'IPEA du Brésil (niveau sectoriel). Nos indices montrent une corrélation de plus 80% et une variabilité proche de l'indice officiel pour presque tous les secteurs. Enfin, nous analysons la contribution sectorielle à la croissance du commerce international pour la période 1996-2016, à l'aide d'indices de quantité calculés à partir de nos indices de prix, une démarche qui n'était pas possible auparavant. Les exportations et les importations réelles affichent respectivement une faible croissance de 2,3% et 2,4% par an. Les secteurs les plus importants sont alors l'industrie alimentaire et les produits agricoles destinés à l'exportation, ainsi que l'industrie automobile et les produits chimiques importés pour la même période d'étude.*

**Mots clés:** *commerce international; Argentine; indices des prix.*

### **Cómo citar / How to cite this item:**

Fares, F. M., Zack, G. & Gabriel Martínez, R. (2020). Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade. *Lecturas de Economía*, 93, 297-328.

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a338277>

# Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade

Florencia Melisa Fares <sup>a</sup>, Guido Zack <sup>b</sup> and Ricardo Gabriel Martínez <sup>c</sup>

–Introduction. –I. The current foreign trade data of Argentina. –II. Methodology.  
–III. Results. –Final remarks. –Annexes. –References.

*Original manuscripts received on 16 April 2019; final version accepted on 22 March 2020*

## Introduction

The National Institute of Statistics and Censuses of the Argentine Republic (INDEC, in Spanish) publishes price and quantity indexes of foreign trade at aggregate level and disaggregated by the main classification of goods for exports and economic uses for imports. These data are insufficient to make more disaggregated sectoral analyzes, to relate them with other variables such as output or employment, and to make international comparisons.

Thus, the aim of this paper is to present a methodology to estimate the international price indexes of Argentina by economic sector based on the International Standard Industrial Classification (ISIC) Revision 3.1 (United Nations, 2005). Then, this methodology is applied to the quarterly data of

---

<sup>a</sup> *Florencia Melisa Fares*: profesora y estudiante de doctorado, Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Economía y Negocios, Centro de Investigaciones Macroeconómicas para el Desarrollo (CIMaD), Argentina. Dirección electrónica: [ffares@unsam.edu.ar](mailto:ffares@unsam.edu.ar)  
<https://orcid.org/0000-0002-4256-3923>

<sup>b</sup> *Guido Zack*: profesor e investigador, CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires (IIEP-BAIRES), Argentina; Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Economía y Negocios, Centro de Investigaciones Macroeconómicas para el Desarrollo (CIMaD), Argentina. Dirección electrónica: [zack.gui@gmail.com](mailto:zack.gui@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-5428-3240>

<sup>c</sup> *Ricardo Gabriel Martínez*: profesor e investigador, CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires (IIEP-BAIRES), Argentina. Dirección electrónica: [ricardogabriel.martinez@gmail.com](mailto:ricardogabriel.martinez@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1699-5973>

Argentine imports and exports from 1996 to 2016, both at the aggregate level and at 2-digit of the ISIC classification. The accuracy of the methodology is verified by comparing the results with the official estimates (in the case of the aggregate level) and with the data from Brazil (in the 2-digit sector). Finally, sectoral price indexes are used to obtain export and import volumes in order to analyze the recent evolution of the country's foreign trade.

Given the lack of a survey to collect prices, we use unit values to build price indexes using data based on the 8-digit disaggregation of the Unified Mercosur Nomenclature (NCM, in Spanish). We reviewed several authors to determine the methodology for the treatment of the sample, which is crucial to deal with composition effects. We estimated Laspeyres, Paasche and Fisher indexes because official data in Argentina and Brazil are based on those formulas.

The paper is organized as follows. After this introduction, we analyze the importance and possible uses of the sectoral price and quantity indexes in external trade and the current limitations due to their absence. Next, we describe the methodology for the treatment of the sample. In the third section, the indexes are calculated and compared with the official estimates of the INDEC and the Institute of Applied Economic Research (IPEA, in Portuguese) of Brazil, and contribution of each economic activity to foreign trade growth is analyzed using the quantity indexes. Finally, we comment the concluding remarks and other possible uses for future research.

## **I. The current foreign trade data of Argentina**

The price indexes of foreign trade are an indispensable tool for several reasons. They are used to deflate the value series of the trade flows to obtain the volumes traded (IMF, 2009). Likewise, these indexes are vitally important to study the influence of international trade on domestic inflation and the vulnerability in the presence of external shocks (U.S. BLS, 1997). At the sectoral level, they allow for a more complete overview of the productive specialization and the trade gains given by the degree of openness of the economy (Gaulier et al., 2008). In addition, these indexes are necessary to

study inter and intra-industry trade, the long-run trends in prices and terms of trade and to estimate the foreign trade elasticities (U.S. BLS, 1997).

Currently, INDEC publishes values, prices and quantities indexes for imports and exports (and terms of trade) at the aggregate and low disaggregation levels. Exports are decomposed by main classification of goods (Primary Products, Manufactures of Agricultural Origin, Manufactures of Industrial Origin and Fuels and Energies), while imports are differentiated by economic use (Capital Goods, Intermediate Goods, Fuels and lubricants, Spare parts of capital goods, Consumer goods and Passenger motor vehicles).<sup>1</sup> Since the disaggregation differs between exports and imports, it is not possible to get the sectoral trade balance.

In order to elaborate the price indexes with deeper disaggregation, we used the monthly database provided by INDEC, which collects export and import values (in dollars) and weight (in kilograms). The database also specifies the origin and destination of trade flows and the 8-digit tariff position corresponding to the NCM classification, through which it can be identified its correspondence with the ISIC classification. An index based on this later classification allows sectoral studies of foreign trade with the same disaggregation for imports and exports. Likewise, the ISIC is an international classification system, so it also allows comparison between countries. In the case of Argentina, other variables, such as employment or output, have this same classification making possible to perform wider analyses about different industries.

Regarding the possible use of the kilograms of the products to build a volume index, the issue is that the price depends more on the quality of the product than on its weight, which can generate serious composition effects. Indeed, the United Nations (1981) show that changes in the weightings of each product can lead to significant biases (sub or over-estimation) in prices' change of rate due to a composition effect. The International Monetary Fund (IMF, 2009) recommends that when there is a difference between the

---

<sup>1</sup> Export price indexes are also presented on selected commodities: Cereals, Seeds and oilseeds, Fats and oils, Residues and waste from the food industry, Honey, Meats and their preparations, Skins and hides, and Basic metals and its manufactures.

economic estimates and the customs data, the economic estimation of the volumes must prevail. Even, the U.S. Bureau of Labor Statistics (1997) points out that it is not possible to keep a strict control over the physical trade quantities, so the volumes must be estimated deflating values by price indexes.

Therefore, unit values (ratio between the value and kilograms) are used to create a price proxy since there are no surveys or price records of the trade flows in Argentina. However, using unit values to construct price indexes has its own drawbacks. Although the United Nations (1981) affirm that, the deviation due to the use of the unit values is bearable, Silver (2007) concludes the opposite after analyzing the data of Germany and Japan. In addition, when using unit values as a proxy for prices, some limitations emerge with regard to the distinct features of the product (e.g. differences in quality). For this reason, calculating unit values is not a big problem in non-differentiated products, but it is really an issue in differentiated ones (INDEC, 1996).

For all this, it is essential to perform an exhaustive treatment on the database. First, following Hallak's suggestion (Hallak, 2006), products of the same tariff position are classified by origin and destination to identify quality differences. In fact, the United Nations (1981) consider that breaking down by region allows us to capture the differences in product varieties in the same tariff position. Secondly, an exhaustive corrective treatment of outliers is performed, which is described in the next section.

## II. Methodology<sup>2</sup>

The primary data source is provided by the Foreign Trade Consultation System of the INDEC. These data are disaggregated by tariff position up to eight digits of the NCM by means of which we can identify the correspondence with the ISIC. The first six digits of the NCM classification is based on the Harmonized System (HS), but the classification system changed three times during the period covered by our study (2002, 2007 and 2012), so it is necessary to bring all the items to the same HS version. The most recent versions of the classification usually tend to have a deeper disaggregation of

---

<sup>2</sup> For a better understanding and as a summary see Figure 1A in Annexes.

the items (Bernini et al., 2018); hence, all the items were taken to the HS 1996 version to impute the correspondence with the ISIC rev. 3.1.

Once we obtain all the series in the same classification, the first step was to eliminate all those observations prior to 1996 due to the presence of missing values in the data. In addition, trade flows with values or kilograms equal to zero were dropped. Finally, the observations in which the country of origin or destination is a region of Argentina, duty-free or indeterminate zones were eliminated as well. Tariff positions of services were not considered because lack of information about weight data (Kg).

After cleaning the database, the countries were grouped in seven regions according to the IMF classification<sup>3</sup>. We did so to homogenize countries with similar economic characteristics in order to simplify the treatment of outliers and to solve the discontinuity in data of the individual trade flows of each country. It is also a way to discriminate qualities, claiming that those destined to or coming from advanced economies tend to have a higher quality (Hallak, 2006; Byrne et al., 2017).

As the objective of this paper is to calculate the aggregate and 2-digit ISIC price indexes of exports and imports, we defined a unit of analysis based on the lowest possible level of disaggregation to reduce the composition effect and to have the possibility of calculating price indexes by 4-digits sectors. Thus, taking advantage of the correspondence between the ISIC and the NMC, the sector code was created unifying the four digits of the ISIC and the first four digits of the NCM to individualize the 8-digit products that compose the 4-digits ISIC sector. A second grouping was to divide the products by region. In this way, two products with the same 8-digit code are considered as different products if they come from or are destined to different regions. Then, our unit of analysis, which is called *product*, is a combination between the 8-digit code and the region. We submitted these series to the treatment of the outliers.

---

<sup>3</sup> 1) Advanced Economies, 2) Emerging Economies of Asia, 3) Latin America and the Caribbean, 4) Middle East, North Africa, Afghanistan and Pakistan, 5) Emerging Europe, 6) Commonwealth Independent States, and 7) Sub-Saharan Africa.

Before the identification of the outliers, we calculate the unit value of each product by means of the ratio between the value and the kilograms. Several criteria were taken into account in the sample selection procedure: 1) the share of the product (8-digit code plus region) in the 4-digit ISIC sector<sup>4</sup>, 2) the correction of outliers, 3) the volatility of the unit value and the homogeneity of the group of products that compose the sector, and 4) the continuity of the unit value data over time.

It is important to have a representative and reliable sample about all tariff positions that ensure the correct representation of prices behavior. In fact, Garavito et al. (2014) recommend not working with all the items because of the distortions caused by the lack of homogeneity and permanence over time of less representative traded products. For this reason, following the methodology of INDEC (1996), the aggregate indexes were calculated based on the most representative 4-digit ISIC sectors of total imports and exports. The sample was selected taking the share of each 4-digits sector in the base year, sorting them into descending order and accumulating the participation until the last sector that reaches the 80% of the total value of imports and exports. The same criterion was used to choose the products (8-digits plus region) that compose the sample within the 4-digits ISIC sector. Therefore, the volatility of the unit values that have a low share is reduced, either because they are not relevant or because they refer to one-time exchange that do not represent the usual behavior of the trade flows during the period (INDEC, 1996). Likewise, products with missing values were also dropped if they present serious discontinuities in data throughout the period covered by this paper.

We explored several alternative criteria about the outlier's identification in unit values. Gaulier et al. (2008) used a threshold of five times and one fifth of the median of the rate of change of unit value. With a similar criterion, Hallak and Schott (2008) calculated the variability of the unit values with respect to the geometric mean on a cross-sectional database. In another work, Hallak (2006) used a threshold of four times and a quarter of the geometric mean of the unit values. On the other hand, Méndez (2007) assumed that commodity

---

<sup>4</sup> An ABC analysis was performed in the base year to select the sample.

prices follow a lognormal distribution and built confidence intervals to detect outliers. Taking the mean and the standard deviation of the unit values, and choosing a level of confidence, she built an acceptance interval that allows certain variability. Garavito et al. (2014) used acceptance bands based on the arithmetic mean of the unit values plus/minus three standard deviations. On the other hand, Jansen (2009) recommended using the Tukey box diagram to detect the outliers.

Méndez (2007) and Garavito et al. (2014) inspired the criterion followed in this work, since their criteria fit better to time-series databases. If the criterion is based on the mean or median of the unit value, the presence of a trend could misinterpret as outliers the observations at the beginning and/or at the end of the period. (Jansen, 2009). Thus, in this work, all observations that exceed the average variation of the unit value plus/minus four standard deviations were identified as outliers. Instead of dropping observations, we decided to replace them as described below<sup>5</sup>.

Isolated outliers were replaced by the average of the two immediately adjacent observations. However, if the outlier was the first or the last observation of the unit value, we replaced them by the trend of the closest observations. Occasionally, the outlier presented a rebound effect where the disruptive behavior was found in two consecutive periods. In these cases, both observations were replaced by the average of the variation between the non-outlier adjacent observations plus the value of the immediately preceding observation, as see in the following formula:

$$X_{it} = X_{i(t-1)} + \frac{(X_{i(t+1)no.outlier} - X_{i(t-1)no.outlier})}{n + 1}, \quad (1)$$

where  $n$  = amount of adjacent outliers,  $X_{i,t}$  = outlier in good  $i$  in time  $t$ .

Finally, a sequence of outliers (that we called *step*) were found in some unit values that are related to composition effects (Silver, 2007). The first observation of the step was replaced by the trend of the immediately previous observations and, for the rest of the sequence, their own variation was preserved. Therefore, only one observation is modified (the first one of the

<sup>5</sup> We used the same approach to deal with missing values.

step) but the original behavior of the series is retained (see the example in Figure 1).

**Figure 1.** *Manufacture of other non-metallic mineral products n.e.c.*



*Note:* ISIC code 2699. Base year 2010 = 100.

*Source:* own elaboration based on INDEC.

As mentioned before, the sample selection of each sector had also a threshold on its homogeneity. When a certain unit value presented great volatility, we calculated the variation coefficient (VC) to define whether the high-volatility product should be dropped or replaced (Mendez, 2007; Garavito et al., 2014; INDEC, 1996). The threshold was defined *ad hoc* in the 4-digit sector by taking one or several reference products that showed a good performance. If the VC was strikingly high (more than the double of the reference VC), we replaced the product with a less volatile substitute or dropped it if there was no good substitute.

On the other hand, some products had a particularly high share in the 4-digits ISIC sector during the base period that may lead to a low representativeness in the rest of the years. This product could be a *share* outlier, i.e. a good significantly traded only in the base year. However, these cases are rare purchases or sales that do not represent the usual behavior of the unit value. Hence, we decided to analyze the volatility of their unit value and the degree of homogeneity comparing it with other products. If this product overcomes these tests, it remains in the sample and other items were included to gain representativeness in the years where it is scarce. If it does not overcome the tests, we replace it with some products that meet the criteria, at the expense of lower representativeness in the base year but gaining it in the rest of the period.

After the outliers' detection and correction, we calculated the price indexes following the methodology of Gaulier et al. (2008). They were built according to the arithmetic formulas of Laspeyres, Paasche and Fisher, being this last one the geometric mean of the previous two. We chose these indexes because the benchmark statistics (from INDEC and Brazil) follow these formulas. However, a wide range of other indexes could be calculated (Laspeyres, Paasche, Fisher and Törnqvist; arithmetic and geometric, fixed base or chained) as well. We chose 2010 as a base year because it was a relatively stable period in which Gross Domestic Product (GDP) grew and prior to capital controls applied shortly afterwards in Argentina.

### III. Results

#### *A. Price indexes*

In this subsection, the foreign trade price indexes are presented at the aggregate level and 2-digits ISIC sector. To assess the methodology, we compared our estimates with the aggregate indexes provided by INDEC and with Brazilian sectoral price indexes, in different aspects. On the one hand, Méndez (2007) argued that an index should have a VC of less than 50% to demonstrate that products that make up the sector are homogeneous. On the other hand, Gaulier et al. (2008) pointed out that the indexes with high

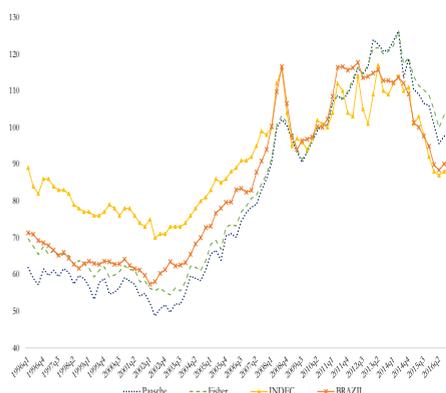
correlation tend to show less discrepancy between them. We submitted our estimations to both testing criteria.

Table 1A and 2A in the Annexes contains the composition of imports and exports and the representativeness level in each sector, in detail. The most important 4-digits ISIC sectors (up to the 80% of total import value) include the following items: Motor vehicles and their parts, Communication devices, Chemical products, Fuels (oil and gas), Plastics and rubber, Iron and steel, Paper and paperboard, Machinery and tools, among others (Table 1A in Annexes). In relation to the representativeness level within each 4-digits sector, only two sectors did not accumulate the 80% of their total value. Manufactures of precious metals and non-ferrous metals (ISIC code 2720) reached the 75% due to the high volatility of some of its items, meanwhile Manufactures of fertilizers and nitrogen compounds (ISIC code 2412) reached the 78% due to the discontinuity of the unit values. On the export side, only 17 sectors account for the 80% of the total value of exports (Table 2A in Annexes). This includes the following items: Production of oils and vegetable and animal fats, Cereals and other crops n.e.c., Manufactures of motor vehicles, among others. Unlike the basket of imports, the type of products are mostly primary commodities or some manufactures based on natural resources, with the only exception of the automobile industry. Likewise, the sample within each sector achieved more than the 80% of their total export value.

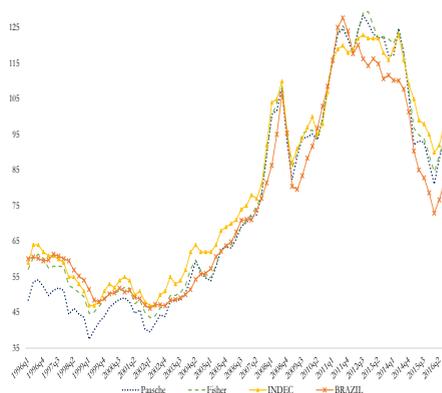
After assessing the sample representativeness level, we calculated the aggregate indexes according to the methodology described in the previous section. The Figures 2 and 3 contain our estimations, a series identified as INDEC, which corresponds to Argentine official estimates, and another one as Brazil, which corresponds to the indexes calculated by Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (FUNCEX). The first one is a non-chained arithmetic Paasche index (INDEC, 1996), while the second one is a mixed arithmetic Fisher index (Pinheiro & Motta 1991; Guimarães et al., 1997; Markwald et al, 1998a and 1998b). Both statistical agencies collect information on prices through unit values estimates. There is a strong similarity between all the series, mainly in exports. In the case of imports, our indexes are very similar to the Brazilian ones, while the difference with

INDEC is wider during the first years of the period. These results are the first evidence of the goodness of our methodology.

**Figure 2. Import Price Index**



**Figure 3. Export Price Index**



*Note:* base year 2010 = 100.

*Source:* own elaboration based on INDEC and IPEADATA-FUNCEx.

To verify the degree of correlation between these indexes, we built correlation coefficients<sup>6</sup> (Gaulier et al., 2008). As can be seen in Table 1, the price indexes of imports and exports are highly correlated, which indicates that no outliers have been left in the sample.

**Table 1. Correlation coefficients between the import and export price indexes**

Indexes	Imports					Exports				
	Paasche	Laspeyres	Fisher	INDEC	BRAZIL	Paasche	Laspeyres	Fisher	INDEC	BRAZIL
Paasche	1.00	0.89	0.98	0.86	0.81	1.00	0.95	0.99	0.99	0.84
Laspeyres		1.00	0.97	0.81	0.83		1.00	0.99	0.96	0.87
Fisher			1.00	0.86	0.84			1.00	0.98	0.87
INDEC				1.00	0.89				1.00	0.86
BRAZIL					1.00					1.00

*Source:* own elaboration based on INDEC and IPEADATA-FUNCEx.

<sup>6</sup> It was verified through the Dickey-Fuller Test (1981) that the indexes are integrated variables of order 1 so they were transformed through the first differences of their logarithms to calculate the correlation coefficients.

On the other hand, when comparing our estimates with Argentine and Brazilian official indexes, we expected that the VC of our index does not duplicate those of the benchmarks. Regarding sectoral disaggregation, the criterion adopted by Méndez (2007) is followed, which considers that a VC less than or equal to 50% indicates that the products that make up the index are homogeneous.

At the general level, the INDEC index of imports has a volatility of 15% (well below the Brazilian one). As can be seen in Table 2, only the Paasche index doubles the variability of the INDEC. Regarding exports, the variability is lower and closer to the official indexes. Both INDEC and Brazil have indexes with the same variability (33%) and our estimated indexes have similar VC to the benchmarks.

**Table 2.** *Variation coefficients of the aggregate import and export price indexes*

Imports					Exports				
Paasche	Laspeyres	Fisher	INDEC	BRAZIL	Paasche	Laspeyres	Fisher	INDEC	BRAZIL
0.31	0.25	0.28	0.15	0.24	0.39	0.33	0.36	0.33	0.33

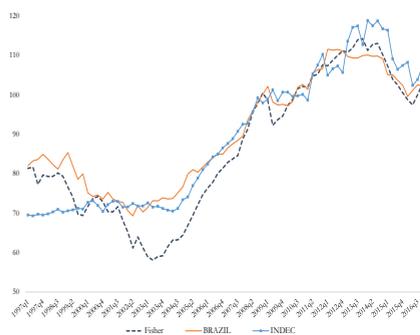
*Source:* own elaboration based on INDEC and IPEADATA-FUNCEX.

After confirming the accuracy of the methodology at the general level, the sectoral price indexes were constructed. In the case of imports, we estimated 87 price indexes (according to all types of indexes that were detailed in the methodology), of which the 86% have a VC less than 0.5 and none of them was higher than 1. Regarding exports, we estimated 83 indexes, of which the 88% showed a VC less than 0.5 and the remaining 12%, between 0.5 and 1. Thus, following Méndez (2007), we can claim that the products that compose the sample of these sectors are homogeneous.

Therefore, we selected some indexes to compare with Brazilian data (Figures 4 and 5). The chosen sectors represent the 50% of the total import and export value in the base year. The following graphs show the similarity and accuracy of our estimates, which allows us to continue, in the next subsection, to the volume indexes estimation.

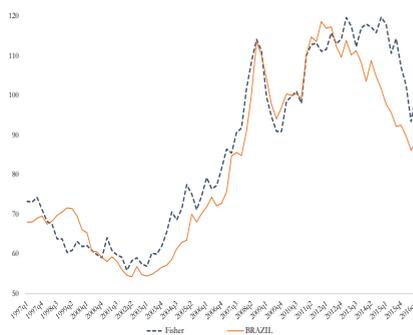
**Figure 4. Import price indexes by sector**

**Panel A. Manufactures of motor vehicles and its parts and accessories**



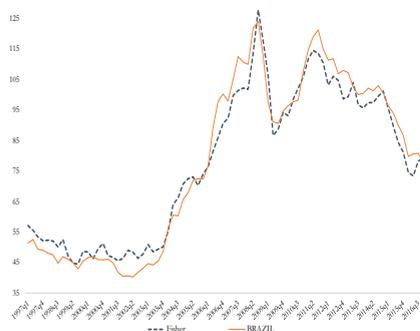
*Note:* VC Brazil: 15%, VC INDEC and own estimation: 19%. Correlation Brazil-own estimation: 73% y INDEC-own estimation: 69%

**Panel B. Chemical products**



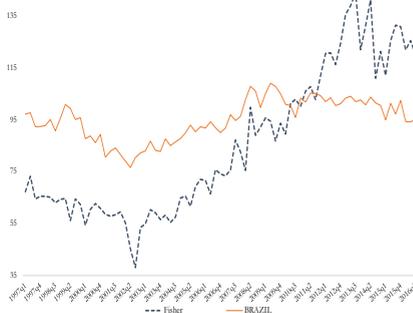
*Note:* VC Brazil: 25%, own estimation: 25%. Correlation: 73%.

**Panel C. Basic metals (iron and steel)**



*Note:* VC Brazil: 35%, own estimation: 29%. Correlation: 84%.

**Panel D. Manufactures of machinery and equipment n.e.c.**



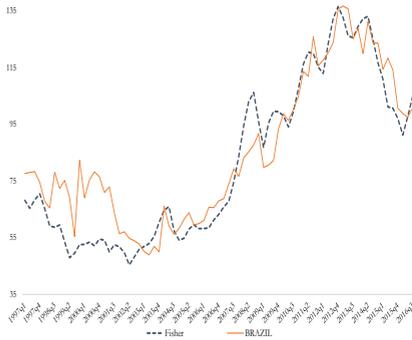
*Note:* VC Brazil: 8%, own estimation: 33%. Correlation: 38%.

*Note:* base year 2010 = 100.

*Source:* own elaboration based on INDEC and IPEADATA-FUNCEX.

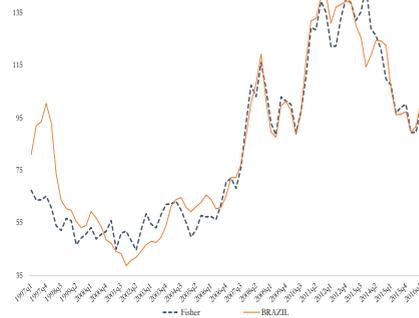
**Figure 5. Export price indexes by sector**

**Panel A. Food and beverages**



*Note:* VC Brazil: 31%, own estimation: 33%. Correlation: 54%.

**Panel B. Agriculture, livestock, hunting and related service activities**



*Note:* VC Brazil: 36%, own estimation: 37%. Correlation: 82%.

**Panel C. Manufactures of motor vehicles and its parts and accessories**



*Note:* VC Brazil: 22%, own estimation: 26%. Correlation: 78%.

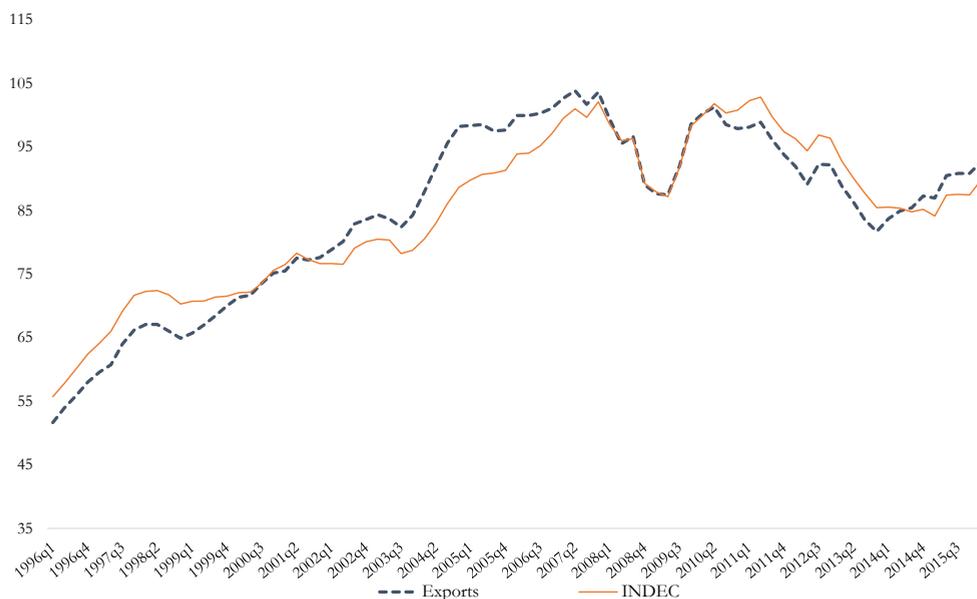
*Note:* base year 2010 = 100.

*Source:* wn elaboration based on INDEC and IPEADATA-FUNCEX.

## B. Quantity indexes

We calculated volume indexes by deflating import and export values by the price indexes estimated in the previous subsection. As can be observed in Figures 6 and 7, our aggregate volume indexes are very similar to those published by the INDEC, hence we can claim that the sectoral indexes are reliable. In relation to aggregate volumes' evolution, imports show higher volatility than exports, which would be due to the greater fluctuations in Argentine GDP compared to those of its main trade partners.

Figure 6. *Aggregate export quantity index*



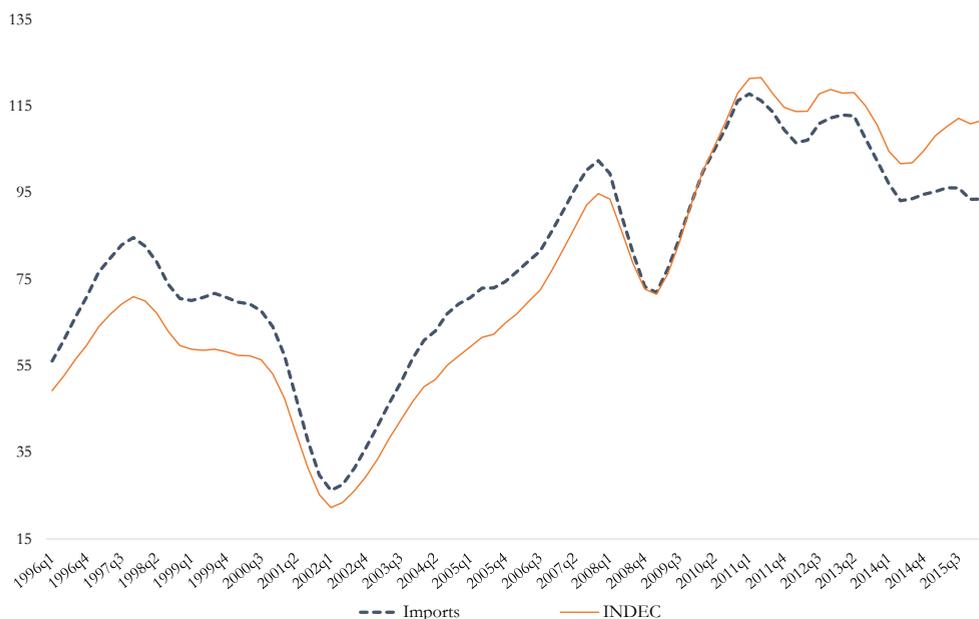
Note: VC INDEC: 14%, own estimation: 16%. Correlation: 90%. Base year 2010=100, four-quarters moving average.

Source: own elaboration based on INDEC.

Hence, in Figure 8, we plot the quantity indexes of the most representative sectors of total imports. Motor vehicles, Chemical products, Basic metals and Machinery repeat the same pattern as in the aggregate level: a fall during

the 1998-2002 recession, strong recovery between 2002-2008, new fall in 2008/2009, and stagnation with a downward trend since then.

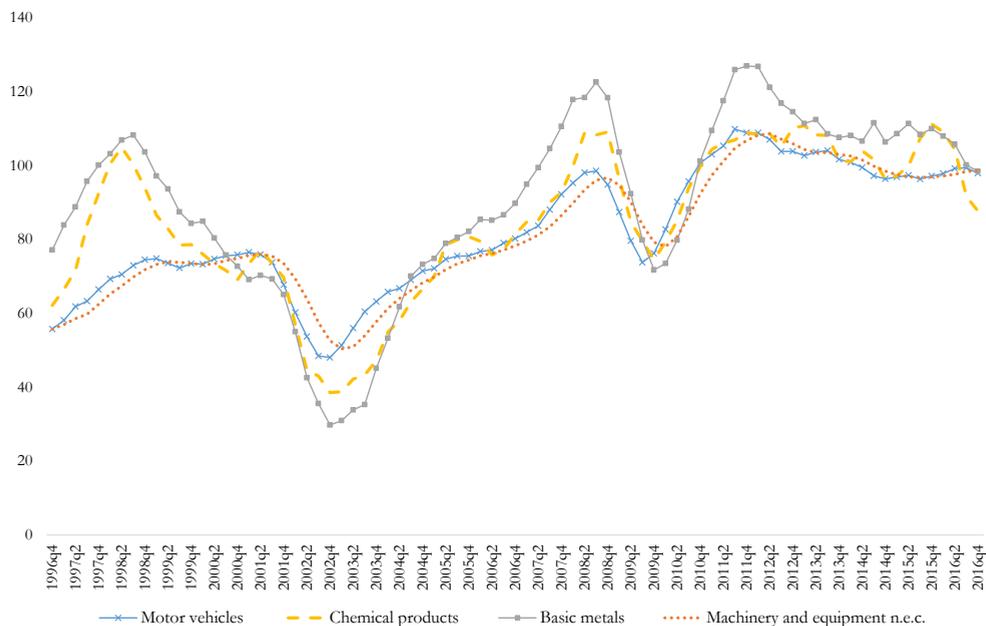
**Figure 7.** *Aggregate import quantity index*



*Note:* VC INDEC: 37%, own estimation: 28%. Correlation: 99%. Base year 2010=100, four-quarters moving average.

*Source:* own elaboration based on INDEC.

Figure 9 shows the evolution of sectoral real exports. The Automobile industry is highly correlated with imports, which reveals the importance of the trade and production strategies implemented by firms that operates in Argentina and Brazil. On the other hand, Food and beverages show a growing trend over time, although it has been stopped by a recent stagnation. Finally, real exports of the agricultural products are less volatile during the whole period.



Note: base year 2010 = 100, four-quarters moving average.

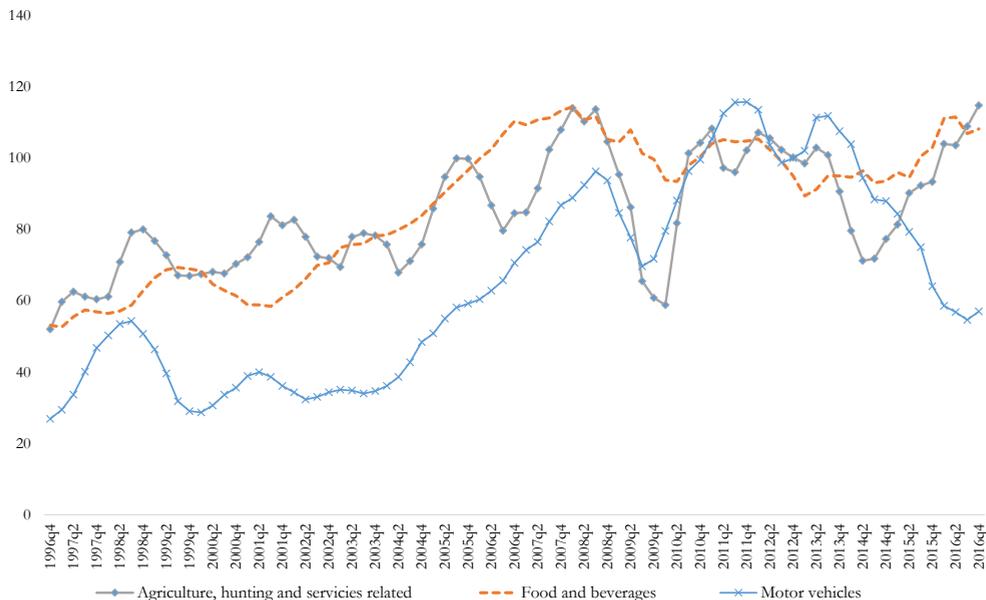
Source: own elaboration based on INDEC.

### ***C. An empirical application: contribution by industry to foreign trade growth in Argentina (1996-2016)***

In this last section, we took advantage of our volume estimates to analyze the contribution of the main economic sectors in the growth rate of the real exports and imports during 1996-2016.

As shown in Table 3, the real exports grew at an annual average rate of 2.3% for the whole period. This is mainly explained by the agricultural products and manufactures based on agricultural resources (such as Food and Beverages), which showed an average annual growth rate of 4% and have a high initial share that increased towards the end of the period. On the other hand, Oil and natural gas extraction activity made an important negative contribution not only because of the average fall of 9% per year, but also

**Figure 9.** *Export quantity indexes by sector*



Note: base year 2010 = 100, four-quarters moving average.

Source: own elaboration based on INDEC.

because of its high initial share. In short, during the period 1996-2016, the export basket was concentrated in primary products and their manufactures, to the detriment of fuels and energy.

Yet this period was not free of oscillations. Between 1996 and 2007, exports grew, almost uninterruptedly, for 12 years (there were only slight drops in 1999 and 2004). During these years, almost all sectors increased their exports, especially Motor vehicles and their parts, but with the exception of Oil and gas extraction activities. In 2008 and 2009, this growth was interrupted by subprime crisis and exports in real terms fell by an average of 7% per year. This was caused mainly by agricultural products due not only to the international crisis, but also to a domestic conflict between the government and the agricultural producers. In 2010 and 2011, the external trade improved, which was mainly driven by the agricultural and automobile

industries, although in some extent compensated by Oil and gas. Then, in all sectors, a long fall averaged 6% per year until 2014. Finally, a slight recovery began in 2015, placing real exports at similar levels to 2005. In short, real exports have been stagnant for many years and all sectors seem to be related to the main trade partners' business cycle, apart from oil and gas that shows an inverse relationship with the domestic business cycle.

**Table 3.** *Evolution of real exports in Argentina by sector (1996-2016)*

	Total	Sample	Beverages and food products	Agriculture, livestock, hunting and related service activities	Motor vehicles and their parts	Extraction of crude oil and natural gas	Rest
Share in 1996	100%	74%	28%	16%	6%	24%	26%
Average growth rate in 1996-07	5.6%	4.7%	7.8%	7.1%	11.1%	-12.9%	7.8%
Contribution to growth in 1996-07	1	0.59	0.44	0.22	0.16	-0.23	0.41
Share in 2007	100%	68%	35%	19%	10%	3%	32%
Average growth rate in 2007-09	-6.9%	-8.7%	-6.3%	-25.1%	-8.6%	43.5%	-3.3%
Contribution to growth in 2007-09	1	0.84	0.32	0.62	0.13	-0.23	0.16
Share in 2009	100%	65%	36%	12%	10%	7%	35%
Average growth rate in 2009-11	6.6%	9.4%	3.0%	29.9%	27.1%	-35.6%	1.4%
Contribution to growth in 2009-11	1	0.93	0.16	0.62	0.44	-0.29	0.07
Share in 2011	100%	68%	33%	18%	14%	2%	32%
Average growth rate in 2011-14	-6.0%	-6.1%	-3.5%	-8.8%	-8.9%	-8.1%	-5.8%
Contribution to growth in 2011-14	1	0.69	0.20	0.26	0.20	0.03	0.31
Share in 2014	100%	68%	36%	17%	13%	2%	32%
Average growth rate in 2014-16	3.4%	6.2%	7.2%	21.2%	-20.5%	3.6%	-2.9%
Contribution to growth in 2014-16	1	1.27	0.78	1.14	-0.69	0.02	-0.27
Share in 2016	100%	72%	39%	23%	8%	2%	28%
Average growth rate in 1996-16	2.3%	2.2%	4.0%	4.1%	3.6%	-8.9%	2.8%
Contribution to growth in 1996-16	1	0.679	0.58	0.34	0.10	-0.35	0.321

*Source:* own elaboration based on INDEC.

On the other hand, the import volumes showed an average annual growth rate of 2% for the whole period, somewhat lower than the export volumes

(Table 4). This growth was explained in more than a half by the behavior of the Manufactures of motor vehicles and Chemical products. Due to the domestic business cycle, import volumes are more volatile than the export ones and have many more reversal points to the trend. The most significant fall took place between 1998 and 2002, when all sectors showed a significant decline (although by different magnitudes) because of the domestic economic crisis. The subsequent recovery took place up to 2008, when all sectors (except gas and oil) showed average annual rates very similar to the previous fall, but obviously, with the inverse sign and during a longer period. In 2009, the growth rate was interrupted by the transmission of the international economic crisis. All sectors were affected, except for oil and gas extraction, again. In 2010 and 2011, real import recovered, although in different magnitudes among sectors. Then, from 2012 until the end of the period (2016), real import decreased, in general terms, due to domestic economic stagnation, although led by machinery (vehicles, computers, TV, communication, electrical appliances, etc.) and with the exception of oil and gas. In short, the composition of the import basket has remained relatively stable, except for the growth of Motor vehicles and Chemical sectors and the decline of the Machinery of office, communication, radio and TV.

To sum up, import and export quantities, in both aggregate and sectoral levels, are closely related to the Argentine and its trade partners GDP growth rate, respectively. In fact, imports from all sectors fall between 1998 and 2002, due to the recession and subsequent economic crisis, and between 2008 and 2009 because of the international crisis on the domestic economy. The same happens for real export in all sectors during the last period. To know the effect of GDP and other variables, such as the exchange rate, on foreign trade, a specific study about elasticities should be made. Yet, this was not possible before this article because of the lack of price and quantity indexes at a deeper disaggregate level. Indeed, this article seeks to fill this gap in the statistics system of Argentina.

Table 4. *Evolution of real imports in Argentina by sector (1996-2016)*

	Total	Sample	Motor vehicles and their parts	Chemical products	Basic metals	Machinery and equipment n.c.c.	Extraction of crude oil and natural gas	Office, accounting and computing machinery	Electrical machinery and equipment n.c.c.	Radio, television and communications equipment and apparatus	Rest
Share in 1996	100%	67%	11%	15%	4%	15%	7%	6%	5%	5%	33%
Average growth rate in 1996-98	17.3%	18.6%	31.1%	18.0%	22.9%	13.7%	-35.1%	38.4%	22.6%	27.7%	14.3%
Contribution to growth in 1996-98	1	0.73	0.22	0.15	0.06	0.12	-0.10	0.14	0.06	0.08	0.27
Share in 1998	100%	69%	14%	15%	5%	14%	2%	8%	5%	6%	31%
Average growth rate in 1998-02	-23.7%	-25.5%	-33.9%	-9.5%	-18.7%	-30.9%	-27.8%	-40.7%	-29.1%	-47.6%	-20.1%
Contribution to growth in 1998-02	1	0.72	0.17	0.07	0.04	0.17	0.02	0.11	0.06	0.08	0.28
Share in 2002	100%	63%	8%	29%	6%	10%	2%	3%	4%	1%	37%
Average growth rate in 2002-08	23.8%	25.5%	40.4%	13.5%	19.4%	30.9%	5.8%	33.0%	27.4%	57.4%	20.7%
Contribution to growth in 2002-08	1	0.70	0.21	0.13	0.04	0.15	0.00	0.05	0.05	0.07	0.30
Share in 2008	100%	68%	17%	17%	5%	13%	1%	5%	4%	5%	33%
Average growth rate in 2008-09	-28.4%	-27.7%	-32.7%	-19.8%	-34.3%	-37.4%	80.6%	-20.3%	-23.2%	-29.7%	-29.8%
Contribution to growth in 2008-09	1	0.66	0.20	0.12	0.06	0.18	-0.02	0.03	0.04	0.06	0.34
Share in 2009	100%	69%	16%	19%	5%	12%	2%	5%	5%	5%	31%
Average growth rate in 2009-11	26.9%	28.8%	42.4%	19.6%	23.2%	32.6%	58.6%	11.2%	35.4%	12.8%	22.7%
Contribution to growth in 2009-11	1	0.74	0.27	0.14	0.04	0.15	0.04	0.02	0.06	0.02	0.26
Share in 2011	100%	71%	20%	17%	4%	13%	2%	4%	5%	4%	29%
Average growth rate in 2011-16	-3.6%	-3.9%	-4.4%	-2.1%	-4.5%	-4.6%	11.4%	-11.6%	-5.0%	-12.0%	-2.8%
Contribution to growth in 2011-16	1	0.76	0.25	0.11	0.05	0.16	-0.11	0.11	0.07	0.12	0.24
Share in 2016	100%	69%	19%	19%	4%	12%	5%	3%	5%	3%	31%
Average growth rate in 1996-16	2.4%	2.6%	5.1%	3.3%	2.1%	1.3%	1.1%	2.0%	-1.8%	2.9%	-0.6%
Contribution to growth in 1996-16	1	0.73	0.32	0.25	0.04	0.07	0.03	-0.03	0.06	-0.01	0.27

Source: own elaboration based on INDEC.

### **Final remarks**

Currently, Argentina does not have a sufficiently complete and developed system of sectoral statistical data on foreign trade. In fact, INDEC provides price and volume statistics but only for total exports and imports and disaggregated by main classification of goods and economic uses, respectively. On the other hand, the INDEC's foreign trade consultation system provides a large database, but only values and weight data are available, which are not like trade quantities, especially in differentiated goods. Thus, Argentina does not possess elemental foreign trade statistics by economic activities, such as prices and quantities.

In order to solve this limitation, we presented a methodology to calculate the import and export price indexes at the aggregate level and by 2-digits sectors of the ISIC classification. Providing this deeper disaggregation is very important because it allows us to use the indexes as deflators of values and thus to estimate import and export volumes by sector. In addition, the disaggregation that this work proposes, unlike that provided by the INDEC, has the same classification for export and import, so comparisons between trade flows could be made. Besides, it is based on an international classification, so it allows comparison with other countries. Finally, the same sectoral classification is used in data about other variables, such as value-added and employment, allowing more comprehensive studies to be carried out on different aspects of the economy.

Undoubtedly, the most challenging activity is the identification and treatment of outliers. The literature review in this matter is wide but, as we were working with time series samples in a broad period, we decided to follow the criterion based on the average price variation with an acceptance interval determined by the standard deviations of each product.

Once we obtain the estimated indexes, we compare them with the data provided by INDEC (aggregate indexes) and Brazil (indexes by economic sector) in order to test the accuracy of our methodology. Our estimations turned out to be reliable because, in addition to the good sample representativeness in all sectors, the correlation coefficients of the aggregate indexes were high, and they showed a variation coefficient quite like the

domestic and international benchmarks. In this way, we can state that the methodology adopted was accurate and showed robustness when comparing it with Argentine and Brazilian official indexes.

Likewise, import and export price indexes by sector allow us to obtain the respective quantity indexes for Argentina, which showed, again, a high correlation with the INDEC estimates at the aggregate levels. Thus, we analyzed the contribution by economic activity to foreign trade growth during 1996-2016 by means of the estimated volume indexes.

To sum up, this article aims to contribute to the Argentine statistical system in a sensitive field such as foreign trade and economic sectors' performance. From these data, studies about foreign trade, employment, growth and macroeconomics in general are substantially expanded. The contribution of this article is not only about providing the indexes but, especially, about showing our methodology. This could be replicated to estimate price and quantity indexes at an even deeper disaggregation, as well as for other countries that do not have this type of information available.

## Annexes

**Table 1A.** *Share of each economic sector in total imports*

Description	Share (%)	Accumulated share (%)
Manufacture of motor vehicles.	12.8	12.8
Manufacture of parts and accessories for motor vehicles and their engines.	6.5	19.3
Manufacture of basic chemicals, except fertilizers and nitrogen compounds.	5.8	25.1
Manufacture of office, accounting and computing machinery.	3.8	28.9
Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemicals and botanical products.	3.5	32.4
Manufacture of plastics in primary forms and of synthetic rubber.	3	35.4
Manufacture of basic iron and steel.	3	38.5
Manufacture of aircraft and spacecraft.	2.5	41

*Continues*

Table 1A. *Continuation*

Description	Share (%)	Accumulated share (%)
Manufacture of television and radio receivers, sound or video recording or reproducing apparatus.	2.3	43.3
Manufacture of refined petroleum products.	2.2	45.4
Manufacture of electric motors, generators and transformers.	1.9	47.4
Manufacture of pumps, compressors, taps and valves.	1.9	49.2
Manufacture of other chemical products n.e.c.	1.8	51
Manufacture of other general purposes machinery.	1.8	52.8
Manufacture of pulp, paper and paperboard.	1.8	54.5
Manufacture of fertilizers and nitrogen compounds.	1.8	56.3
Manufacture of plastics products.	1.7	58
Manufacture of television and radio transmitters and apparatus for line telephony and line telegraph.	1.6	59.6
Manufacture of basic precious and non-ferrous metals.	1.6	61.1
Mining of iron ores.	1.5	62.6
Extraction of crude petroleum and natural gas.	1.5	64.1
Production, collection and distribution of electricity.	1.3	65.4
Manufacture of other fabricated metal products n.e.c.	1.3	66.8
Manufacture of other electrical equipment n.e.c.	1.3	68.1
Manufacture of soap and detergents, cleaning and polishing preparations, perfumes and toilet preparations.	1.2	69.3
Manufacture of ovens, furnaces and furnace burners.	1.2	70.4
Manufacture of machinery for mining, quarrying and construction.	1.1	71.5
Manufacture of agricultural and forestry machinery.	1.1	72.6
Manufacture of other special purpose machinery.	1	73.6
Manufacture of rubber tyres and tubes retreading and rebuilding of rubber tyres.	1	74.5
Manufacture of pesticides and other agro-chemical products	1	75.5
Manufacture of electricity distribution and control apparatus	0.9	76.4
Manufacture of instruments and appliances for measuring, checking, testing, navigating and other purposes.	0.9	77.3
Manufacture of cutlery, hand tools and general hardware.	0.9	78.2

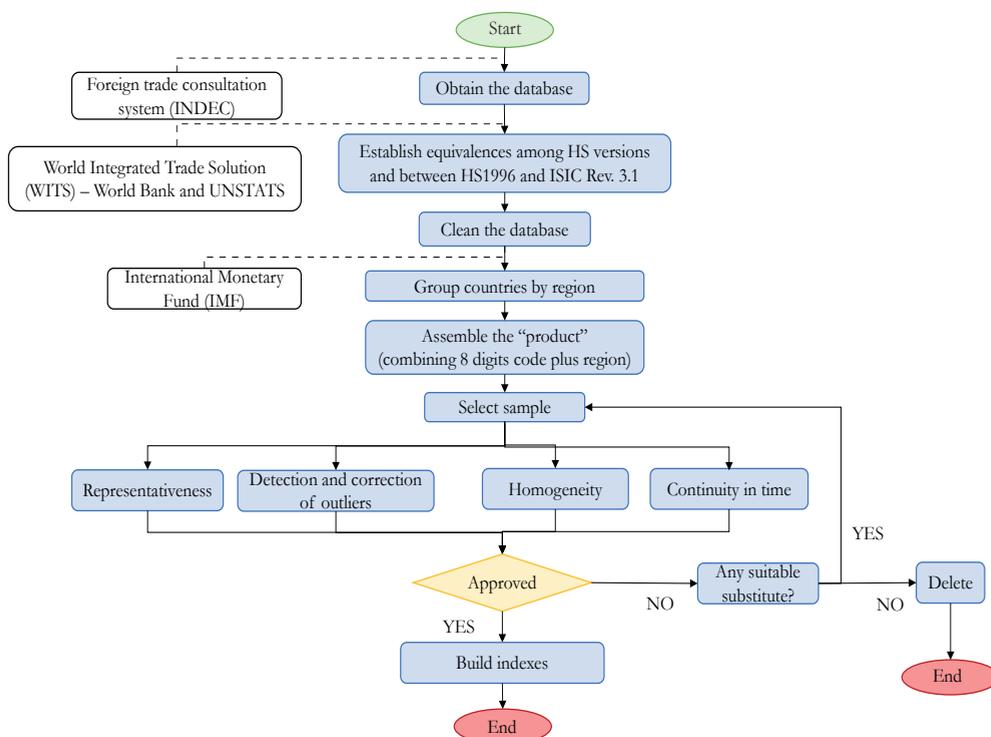
*Continues*

Table 1A. Continuation

Description	Share (%)	Accumulated share (%)
Manufacture of bearings, gears, gearing and driving elements.	0.8	79
Manufacture of medical and surgical equipment and orthopedic appliances.	0.8	79.8
Preparation and spinning of textile fibres weaving of textiles.	0.8	80.6

Source: own elaboration based on INDEC.

Figure 1A. Workflow for sample selection and construction of indexes



Source: own elaboration.

**Table 2A.** *Share of each economic sector in total exports*

Description	Share (%)	Accumulated share (%)
Manufacture of vegetable and animal oils and fats.	19.9	19.9
Growing of cereals and other crops n.e.c.	15.6	35.5
Manufacture of motor vehicles.	10.1	45.6
Manufacture of basic precious and non-ferrous metals.	4.6	50.1
Extraction of crude petroleum and natural gas.	4.2	54.3
Manufacture of refined petroleum products.	3.7	58
Production, processing and preserving of meat and meat products.	3	61
Manufacture of other chemical products n.e.c.	2.9	64
Mining of non-ferrous metal ores, except uranium and thorium ores.	2.7	66.7
Manufacture of basic iron and steel.	2.2	68.9
Manufacture of parts and accessories for motor vehicles and their engines.	2	70.9
Processing and preserving of fish and fish products.	2	72.9
Growing of fruit, nuts, beverages and spice crops.	1.8	74.7
Processing and preserving of fruit and vegetables.	1.7	76.4
Manufacture of basic chemicals, except fertilizers and nitrogen compounds.	1.5	77.9
Tanning and dressing of leather.	1.5	79.4
Manufacture of dairy products.	1.4	80.8

*Source:* own elaboration based on INDEC.

## References

- Bernini, F., Gonzalez, J., Hallak, J. C. & Vicondoa, A. (2018). The Micro-D classification: A new approach to identifying differentiated exports. *Economía - Journal of the Latin American and Caribbean Economic Association (LACEA)*, 18(2), 59-85. <https://www.jstor.org/stable/90021091?seq=1>
- Byrne, D., Kovak, B. K. & Michaels, R. (2017). Quality-Adjusted Price Measurement: A New Approach With Evidence from Semiconductors.

- The Review of Economics and Statistics*, 99(2), 330-342. [https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/REST\\_a\\_00640](https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/REST_a_00640)
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072. <https://www.jstor.org/stable/1912517?seq=1>
- Garavito, A., López, D. C. & Montes, E. (2014). Índices de valor unitario y quantum del comercio exterior colombiano. *Lecturas de Economía*, 80, 9-47. <https://www.redalyc.org/pdf/1552/155230074001.pdf>
- Gaulier, G., Martin, J., Méjean, I. & Zignago, S. (2008). *International Trade Price Indexes* (CEPII Working Paper 2008-10). the Centre d'études Prospectives et d'Information Internationales. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1994535](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1994535)
- Guimarães, E. A., Pinheiro, A. C., Falcão, C., Pourchet, H. & Markwald, R. (1997). *Índices de preço e quantum das exportações brasileiras* (Textos para discussão, No. 121). Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior. <http://www.funcex.org.br/publicacoes/tds/TDFUNCEX121.pdf>
- Hallak, J. C. (2006). Product quality and the direction of trade. *Journal of international Economics*, 68(1), 238-265. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022199605000516?via%3Dihub>
- Hallak, J. C. & Schott, P. K. (2008). *Estimating Cross-Country Differences in Product Quality* (NBER working paper, No. 13807). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w13807>
- INDEC (1996). *Índices de Precios y Cantidades del Comercio Exterior. INDEC – Metodología*. [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/metodologia\\_precioscantidades.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/metodologia_precioscantidades.pdf)
- International Monetary Fund (2009). *Export and Import Price Index Manual: Theory and Practice*. <https://www.imf.org/external/np/sta/xipim/pdf/xipim.pdf>
- Jansen, R. (November, 2009). Calculation of External Trade Indexes Based on Unit Values- Training Module. Paper presented at the *Workshop on Trade Indices*, Beirut, Lebanon.

- Markwald, R., Pinheiro, A., Falcão, C. & Pourchet, H. (1998a). *Índice de preço e quantum das importações Brasileiras* (Textos para discussão, No. 133). Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior. <http://www.funcex.org.br/publicacoes/tds/TDFUNCEX133.pdf>
- Markwald, R., Pinheiro, A., Falcão, C. & Pourchet, H. (1998a). *Índice de preço e quantum das importações Brasileiras* (Textos para discussão, No. 134). Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior. <http://www.funcex.org.br/publicacoes/tds/TDFUNCEX134.pdf>
- Méndez, M. I. (2007). Metodología de cálculo de índices de valor unitario de exportaciones e importaciones de bienes. *Estudios Económicos Estadísticos*, 59. <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/SE/COMEX/see59.pdf>
- Pinheiro, A. C. & Motta, R. S. D. (1991). Índices de exportação para o Brasil: 1974/88. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 21(2). [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5171/1/PPE\\_v21\\_n02\\_Indices.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5171/1/PPE_v21_n02_Indices.pdf)
- Silver, M. (2007). *Do Unit Values Export, Import and Terms of Trade Indexes Represent or Misrepresent Price Indexes?* (IMF Working Paper, WP/07/121). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Do-Unit-Value-Export-Import-and-Terms-of-Trade-Indices-Represent-or-Misrepresent-Price-20943>
- United Nations (1981). *Strategies for Price and Quantity Measurement in External Trade. A technical report* (Serie M., N° 69). United Nations. <https://unstats.un.org/unsd/tradekb/Knowledgebase/50078/Strategies-for-Price-and-Quantity-Measurement-in-External-Trade-A-Technical-Report>
- United Nations (2005). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU) Revisión 3.1.* (Serie M, No. 4, Rev.3.1.). United Nations. [https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm\\_4rev3\\_1s.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm_4rev3_1s.pdf)

US Bureau of Labor Statistics (1997). Chapter 15: International Price Indexes.  
In U.S. Bureau of Labor Statistics (Ed.) *Handbook of Methods* (pp. 154-159). <https://www.bls.gov/opub/hom/pdf/mxp-19970820.pdf>

## **Nota**

---





## Cuarenta años de activismo empresarial antioqueño en los procesos de paz en Colombia (1980-2020)

Germán Darío Valencia-Agudelo <sup>a</sup>

–Exordio. –I. De las primeras iniciativas de paz hasta los acercamientos con las FARC-EP (1980-2010). –II. El rol activo del sector empresarial en el proceso de paz con las FARC-EP (2010-2020). –Colofón. –Referencias.

*Primera versión recibida el 30 de mayo de 2020; versión final aceptada el 1 de junio de 2020*



*Fuente:* Proantioquia (2013)<sup>1</sup>.

<sup>a</sup> *Germán Darío Valencia Agudelo:* investigador y miembro del Grupo Hegemonía, guerras y conflictos, del Instituto de Estudios Políticos de la Universidad de Antioquia, Colombia. Dirección postal: Instituto de Estudios Políticos, oficina 14-209, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [german.valencia@udea.edu.co](mailto:german.valencia@udea.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-6412-6986>

<https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a342251>



Este artículo y sus anexos se distribuyen por la revista *Lecturas de Economía* bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## Exordio

Es curioso, el momento del nacimiento de la revista *Lecturas de Economía* coincide con el surgimiento del más reciente período de los procesos de paz en Colombia (1980-2020). Justo en enero de 1980, cuando los profesores del Departamento de Economía de la Universidad de Antioquia estaban discutiendo el nombre que llevaría nueva revista y el contenido de sus primeros números (Velázquez, 2015, p. 257), el país se encontraba atento a la respuesta que el presidente de la República, Julio César Turbay Ayala (1978-1982), le daría a la propuesta de Carlos Lleras Restrepo de crear una organización para que explorara una salida negociada a la guerra. La propuesta, que fue aceptada y dio origen a la *primera* Comisión de Paz —el 8 de octubre de 1981, mediante el Decreto 2761—, sería el punto de inicio de una larga y fecunda experiencia de procesos de paz en Colombia, en la que se cuentan hasta la fecha por lo menos 58 transacciones entorno a la paz (Valencia, 2019, p. xi).

Este discurrir histórico de búsqueda de la paz en Colombia cumple en 2020 cuarenta años. En él han participado muchos actores nacionales e internacionales, pero en esta nota se quiere resaltar el papel activo del sector empresarial y, de manera puntual, el que ha tenido el sector empresarial antioqueño en esta larga historia. Historia que coincide con la de la revista *Lecturas de Economía*, que en este número 93 celebra sus cuarenta años. En estas décadas, la revista ha mostrado, en repetidas ocasiones, un interés por la cara opuesta a la paz: me refiero a la guerra o, como los economistas políticos lo han llamado, el conflicto armado interno (Valencia, 2006). En varios números, *Lecturas de Economía* ha publicado fecundos textos sobre el

---

<sup>1</sup> Imagen tomada de la XLII Asamblea de Proantioquia, realizada el martes 9 de abril de 2013, donde se aprobó una proposición en la que el empresariado antioqueño expresó su apoyo a los esfuerzos que el Gobierno de Juan Manuel Santos realizaba en las conversaciones con delegados de las FARC en La Habana, Cuba (Proantioquia, 2013). En la imagen, de izquierda a derecha, están: Aníbal Gaviria Correa (quien fuera alcalde de Medellín, 2012-2015), Juan Sebastián Betancur (presidente de Proantioquia), Juan Manuel Santos (presidente de la República de Colombia, 2010-2018), Nicanor Restrepo Santamaría (presidente de la junta directiva de Proantioquia) y Humberto de la Calle (Jefe Negociador de la delegación del Gobierno de Colombia en la Mesa de Conversaciones de La Habana).

conflicto y su relación con la economía: en unos, analizando a los actores armados (por ejemplo, en Castillo & Salazar, 2007) y, en otros, el mercado ilegal de las drogas (Ortiz, 2003, 2009; Gutiérrez & Tobón, 2019).

Quiero destacar en la historia de la revista un trabajo publicado en 1997 por Jesús Antonio Bejarano (justo dos años antes de su trágica muerte, el 15 de septiembre de 1999), titulado “Inseguridad, violencia y actividad económica”, donde realiza una profunda reflexión sobre la relación entre el conflicto armado y la economía colombiana. “Chucho” Bejarano, como lo llamaban sus amigos, fue un brillante economista y fecundo pensador, además uno de los seres más comprometidos con la paz en el país tanto como ciudadano como académico, a tal punto que se le considera el fundador en Colombia de los estudios científicos de la paz (Bejarano, 2011). Fungió desde el Gobierno de Virgilio Barco (1986-1990) como experto en la resolución de conflictos, y se desempeñó como consejero de paz y negociador con las guerrillas durante el Gobierno de César Gaviria (1990-1994). En síntesis, Bejarano tuvo una hermosa combinación: fue un profundo académico y economista ejemplar y, a la vez, un abanderado y gestor de la paz y del diálogo en el país.

En esta nota se quiere destacar el papel crucial que han cumplido y vienen cumpliendo los empresarios y los gremios del departamento de Antioquia, Colombia, en la construcción de la paz del país. Para mostrarlo, en el texto se hace uso de la cronología histórica, por lo que se parte de las primeras iniciativas de paz al inicio de la década de 1980 y se avanza en la narración hasta los acercamientos que se dieron con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP) en 2010. Luego, en la segunda parte, se analiza el rol que tuvo el sector empresarial antioqueño en el proceso de paz con esta guerrilla y que ha tenido en su actual implementación. Para finalmente, a modo de colofón, realizar dos propuestas que, de ser acogidas, lograrían impulsar mucho más el activismo empresarial entorno a la paz.

## **I. De las primeras iniciativas de paz hasta los acercamientos con las FARC-EP (1980-2010)**

El Gobierno Turbay aceptó en 1981 la invitación para buscar una salida negociada al conflicto armado, pero fue su sucesor, el presidente Belisario

Betancur (1982-1986), quien realmente ejecutó la decisión gubernamental. Durante su mandato, Betancur reformó la *primera* Comisión de Paz y creó otras organizaciones encargadas de impulsar el acercamiento, el diálogo y la implementación. Entre las primeras organizaciones creadas tenemos los Altos Comisionados para la Paz (Decreto 240 del 4 de febrero de 1983) en las que el presidente quiso involucrar directamente al sector empresarial en el logro de la paz.

Betancur nombró al líder empresarial antioqueño Nicanor Restrepo Santamaría entre sus representantes (Rettberg & Aceros, 2013, p. 20), pues quería rodearse de personas expertas en administrar dineros y convertirlos en los “Gerentes de la Paz” (Morales, 1983, citado en Arias, 2008, p. 14). De allí que a los Altos Comisionados para la Paz se les haya asignado labores más ejecutivas, como las de “coordinar, ejecutar y evaluar el avance de los programas de microempresas de rehabilitación, dotación de tierras y créditos, educación y salud” (Valencia, 2019, p. 167). Luego, cuando el presidente logró firmar el “Acuerdo de La Uribe” con las FARC-EP, el 28 de marzo de 1984, creó la Comisión de Verificación, para la cual llamó de nuevo a los empresarios antioqueños Nicanor Restrepo y Juan Sebastián Betancur Escobar a integrar esta organización especializada (Rettberg & Aceros, 2013, p. 20).

Esta apuesta por la paz durante el decenio de 1980 no se dio solo a través de empresarios, sino también de gremios (Kalmanovitz, 1991, p. 202). La Asociación Nacional de Industriales (ANDI), que es uno de los gremios más importantes del sector privado, en sus diversas asambleas anuales sostuvo que la paz debería ser un propósito nacional. Por eso, “fue también la ANDI quien participó más activamente en los diálogos —a la postre fallidos— de La Uribe (Meta)” (Rettberg & Rivas, 2012, p. 318). Esta apuesta por la paz se mantuvo durante el Gobierno de Virgilio Barco, cuando el presidente se convirtió en uno de los miembros de las Mesas de Trabajo por la Paz y la Reconciliación Nacional.

Más tarde, en la década siguiente, en medio de la fiesta que produjo la desmovilización de ocho agrupaciones armadas, entre 1990 y 1994, de nuevo los empresarios antioqueños ratificaron su apoyo a la realización de

la paz en Colombia. Esta vez, en la Comisión Asesora de Reinserción<sup>2</sup>, cuyo objetivo fue asesorar al Gobierno en temas de empleo y búsqueda de fórmulas para la reintegración a la vida civil de los guerrilleros desmovilizados (García, 1992). De esta Comisión, integrada en su totalidad por empresarios y líderes gremiales colombianos, hicieron parte Andrés Echavarría (miembro de la junta directiva de la Fundación Corona), Isaac Jimmy Mayer (industrial del sector textil), Nicanor Restrepo (quien actuaba en nombre del Grupo Empresarial Antioqueño —GEA—) y Carlos Upegui (gerente de Empresas Públicas de Medellín y presidente de Coltejer) (Rettberg & Aceros, 2013, p. 39).

Durante el gobierno de Ernesto Samper (1994-1998), los empresarios apoyaron la propuesta presidencial de *Diálogo Útil* (Villarraga, 2009). Los grandes empresarios antioqueños, en especial los vinculados con el GEA, elaboraron una carta en junio de 1997, donde manifestaron al presidente Samper su respaldo a la búsqueda de una salida negociada y le solicitaron que “como jefe de Estado, proceda a dar los pasos necesarios para iniciar y llevar adelante el proceso de paz” (Forero, 1997), para el cual ofrecieron su apoyo y colaboración.

Finalmente, la mayor presencia e incidencia del sector empresarial antioqueño en la paz durante el período analizado se dio en las negociaciones realizadas entre las FARC-EP y Andrés Pastrana (1998-2002). Durante este Gobierno los empresarios se convirtieron en actores estratégicos en la política de paz nacional, por eso “siempre hicieron parte del equipo negociador” (Rettberg & Aceros, 2013, p. 59). Y quién más participó en estas negociaciones fue Nicanor Restrepo Santamaría, el cual, debido a su amplia experiencia, integró la Mesa Nacional de Diálogo y Negociación, una instancia decisoria del proceso de negociación y la encargada de elaborar el Acuerdo de La Machaca, Caquetá, con la *Agenda común para el cambio hacia una nueva Colombia*.

---

<sup>2</sup> Decretos 2198 y 2199 del 23 septiembre de 1991 y el Decreto 2207 del 25 de septiembre del mismo año.

## **II. El rol activo del sector empresarial en el proceso de paz con las FARC-EP (2010-2020)**

En agosto de 2010 inicia el otro momento importante de procesos de paz en el país. Luego de ocho años de intenso conflicto armado durante el mandato de Álvaro Uribe, el Gobierno de Juan Manuel Santos (2010-2018) abre nuevamente la puerta a una salida negociada a la guerra. Durante esta última década los empresarios antioqueños de nuevo han mantenido un activismo en los procesos de paz. Ha sido una década donde se ha observado una participación e incidencia de los empresarios en las fases de acercamiento, negociación e implementación. El sector empresarial ha participado de manera decidida en los acercamientos, como mediador con Henry Acosta Patiño; en las negociaciones, apoyando el proceso y brindando insumos para ellas; y en el posacuerdo, participando en la reincorporación económica y social de excombatientes.

En la fase pública de negociaciones, que duró cuatro años (de noviembre de 2012 a noviembre de 2016), los empresarios antioqueños tuvieron contacto directo con la Mesa de Conversaciones de La Habana. Por un lado, mediante la presencia de algunos empresarios de Antioquia que visitaron en repetidas ocasiones las comisiones delegadas; así por ejemplo, en 2015, los representantes David Bojanini del Grupo Sura, Carlos Raúl Yepes del Grupo Bancolombia, Carlos Gallego de Nutresa y el rector de la Universidad Eafit, Juan Luis Mejía, se reunieron con los negociadores del Gobierno y la guerrilla para hablar sobre la construcción de la paz, lo que sirvió para ratificar el respaldo empresarial antioqueño a las negociaciones (Portafolio, 2015). Por otro lado, los empresarios paisas tuvieron representantes directos y permanentes en la Mesa de Conversaciones, como Luis Carlos Villegas, que, aunque representaba al Gobierno, se tomó como la ficha de los empresarios en la Mesa, pues tuvo voz y voto —poder plenipotenciario—. Villegas, que se desempeñó por dieciocho años como presidente de la ANDI y presidente del Consejo Gremial Nacional y Consejo Industrial Andino, sirvió de negociador durante un año en la Mesa (noviembre 2012 a noviembre 2013); además también se tuvo en el equipo negociador a Gonzalo Restrepo, expresidente del Grupo Éxito.

Igualmente, el sector empresarial antioqueño, en variadas ocasiones, incidió externamente en las negociaciones, manifestando públicamente su apoyo al Gobierno nacional durante el tiempo que duraron los diálogos. Estas expresiones de apoyo comenzaron en 2013, cuando los empresarios antioqueños dieron su apoyo al proceso de paz: “El organismo empresarial más importante de Antioquia (Proantioquia), anunció públicamente su respaldo a los diálogos que se adelantan en La Habana, Cuba” (Semana, 2013). Un año después, en junio de 2014, el apoyo fue ratificado con un grupo aún mayor de empresarios (80), quienes hablaron de la confianza en el proceso de paz y consideraron que era fundamental que, en un nuevo periodo presidencial, se continuara con los programas de construcción de paz (El Tiempo, 2014). Y de nuevo en 2015 se escucharon voces de apoyo empresarial en distintos eventos y foros donde se presentaban los avances en las negociaciones de La Habana.

Finalmente, a partir del 25 noviembre de 2016, con la firma del *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*, el sector empresarial antioqueño ha logrado consolidar su idea de activismo en torno a la paz. Lo está haciendo de varias formas: primero, vinculándose y apoyando los procesos de reintegración social y económica. Por ejemplo, el Grupo Éxito ha diseñado un programa de “Inclusión Laboral” con el que ha incorporado en su planta de personal a desmovilizados y a sus familiares (ANDI, 2019); por su lado, ISA, con su programa Prodepaz en el Oriente Antioqueño, ha financiado y asistido proyectos y emprendimientos de desarrollo en zonas afectadas por el conflicto (Mustafá, 2017, p. 31). Segundo, las empresas paisas han apoyado la reincorporación colectiva de la exguerrilla con la donación de tierras a los reincorporados, caso el lote de 270 hectáreas en Llano Grande, municipio de Dabeiba, entregado por las empresas antioqueñas Postobón, Grupo Sura, Grupo Nutresa, Bancolombia, Grupo Argos, Corbeta y la Fundación Fraternidad Medellín (Forero, 2019). Finalmente, han participado en la construcción de paz invirtiendo en las zonas más afectadas por el conflicto —ZOMAC—. En estos territorios algunas empresas paisas vienen realizando inversiones y, a cambio, se les

reduce impuestos<sup>3</sup> (Fundación Ideas para la Paz —FIP—, 2017, p. 41); entre dichas empresas están Corona, Arturo Calle, Crepes & Waffles, la Compañía Nacional de Chocolates, EPM e ISA.

En síntesis, la revisión de la historia reciente de Colombia permite constatar que, desde 1980 hasta 2010, el sector empresarial antioqueño ha buscado asumir una presencia cada vez mayor en la consecución de la paz. Desde comienzos de este período se observa un importante número de experiencias de participación del sector empresarial en las dinámicas de los procesos de paz y se ha visto cómo, a través de algunos representantes, han logrado apoyar al Estado en los acercamientos y el inicio de los diálogos de paz, ofreciéndose de enlace de comunicación y creando confianza entre las partes para facilitar el inicio de los diálogos, sirviendo de mediador silencioso pero eficiente y proponiendo en las hojas de ruta temas claves para el país y la ciudadanía.

En la fase de negociación se vio a los empresarios realizando foros, seminarios y encuentros donde manifestaron sus intereses de incidir en ciertos temas en la negociación; integrando la comisión de paz con la que se han explorado las salidas negociadas al conflicto armado interno; participando de manera directa, mediante delegados plenipotenciarios, en las comisiones de negociación; y promoviendo por fuera de la mesa de negociación una opinión pública favorable, por lo que han cumplido un papel de legitimador del proceso de paz. De igual forma, en los posconflictos han apoyado los programas de reintegración económica y social de los excombatientes ofertándoles empleos a ellos y a las víctimas del conflicto; también han apadrinado las pequeñas empresas de proyectos productivos tanto para exguerrilleros como para comunidades que habitan en territorios afectados por la violencia; han apoyado al Gobierno en la implementación de programas de desarrollo; han aprovechado responsablemente los incentivos tributarios

---

<sup>3</sup> El programa Obras por Impuestos es una iniciativa gubernamental que busca el apoyo del sector privado en la implementación del Acuerdo Final. Fue creado en 2016 mediante la Ley 1819 y reglamentado por el Decreto 1915 de 2017. En el cuarto informe del Instituto Kroc de Estudios Internacionales de Paz, (2020, p. 81), informa que “el programa aprobó 65 proyectos durante el 2019 por un valor de 290 mil millones de pesos, los cuales beneficiaron a la mayoría de los municipios PDET”.

para la paz, recibiendo la reducción de impuestos a cambio de las inversiones que hacen en la construcción de paz; y han comprado los servicios, productos y cultivos de las cooperativas de exguerrilleros.

### Colofón

Por último, se ha querido dejar para el cierre de esta nota un par de propuestas, a modo de colofón, para que se continúe trabajando en la construcción de la paz desde el activismo empresarial, considerando que esta labor debe realizarse en un entorno político de posacuerdo y con la presencia de Grupos Armados Organizados —GAO— (por ejemplo, el Ejército de Liberación Nacional —ELN—), por lo que se hace más urgente continuar avanzando en acciones y prácticas que señalan las maneras como las empresas y los gremios deben participar en la construcción de paz. En este sentido, se reconoce el papel clave que juegan los empresarios en la construcción de la paz.

La primera propuesta es continuar trabajando en las zonas más afectadas por el conflicto, en aquellos territorios excluidos y marginados que han estado alejados de las dinámicas del desarrollo social y económico del centro del país. En estos territorios está la población que más se ha visto afectada por el accionar de los fusiles durante muchas décadas. Es conveniente para el país insistir en la idea de trabajar en los lugares devastados por la guerra y así romper el círculo vicioso que existe entre violencia y pobreza. Ahora que la paz con las FARC-EP es una realidad se requiere trabajar en proyectos que beneficien a toda la sociedad. La propuesta que se le hace al sector empresarial antioqueño, extensivo al empresariado nacional y a las empresas multinacionales, es trabajar para la implementación de programas de reconstrucción socioeconómica. Se debe insistir, por un lado, en un aumento de inversiones en las regiones más afectadas por el conflicto, tanto las ZOMAC como los territorios donde se diseñaron los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial —PDET— (Valencia & Restrepo, 2020). Es urgente que el sector empresarial se haga sentir en todas las regiones, apoyando el desarrollo económico y social, buscando “atraer y facilitar el acceso al capital, así como proveer asistencia técnica y financiera” (Mustafá,

2017, p. 26). Es necesario trabajar en estos territorios con el objetivo de sentar bases sólidas para construir territorios de paz.

La segunda propuesta, que complementa la anterior, es que se busque impulsar la implementación del Acuerdo Final y el seguimiento al cumplimiento de los compromisos que se han pactado. El Acuerdo Final debe verse como un programa de desarrollo para el país. De allí que cada uno de los puntos que contiene debe impulsarse para su ejecución. De forma concreta, “[...] es necesario que los empresarios asuman el liderazgo sobre las reformas que se vienen, de manera tal que estas se hagan teniendo en cuenta su punto de vista, y no a sus espaldas” (Gallego et al., 2016, p. 36). El sector empresarial debe establecer un plan de acción frente a cada uno de los puntos del Acuerdo Final: en la defensa de programas que incluyan políticas sociales —como en educación, salud y servicios públicos— para el sector rural en el punto uno relativo al Desarrollo Rural Integral. Además, es necesario que los empresarios asuman la tarea de acompañar a diversas organizaciones en hacer seguimiento al cumplimiento de lo acordado en La Habana. Su experiencia ayudaría a que fluya información clara y precisa sobre la manera como se viene implementando el Acuerdo. Se debe en este aspecto tener un sector empresarial activo, crítico y vigilante de la implementación. No se puede dejar el papel de seguimiento solo a la Comisión de Seguimiento, Impulso y Verificación a la Implementación del Acuerdo Final, —CSIVI—, la empresa debe aportar con sus equipos de investigación al seguimiento a la implementación, para que vigilen y hagan cumplir los acuerdos pactados.

Es conveniente que la empresa se pregunte por su rol en el posacuerdo, que piense en “las agendas de las empresas desde sus áreas de responsabilidad social y sostenibilidad” (Gallego et al., 2016, p. 33). En definitiva, se requiere que las empresas y gremios antioqueños ayuden en este momento decisivo para el país en la recuperación de la economía y en la estabilización social y política de esta sociedad en un entorno de posacuerdo y con la presencia de GAOs que exigen un compromiso de este sector en la construcción de paz.

## Referencias

- Asociación Nacional de Industriales (ANDI). (2019). *La inclusión de víctimas y desmovilizados: una ventaja competitiva para las empresas en Colombia*. Bogotá: Andi. <http://www.andi.com.co/Uploads/Paper%20Victimas%20y%20Desmovilizados%20Lectura.pdf>
- Arias, G. (2008). *Una mirada atrás: procesos de paz y dispositivos de negociación del gobierno colombiano*. (Working Papers, No. 4). Fundación Ideas para la Paz. [https://www.files.ethz.ch/isn/152333/mirada\\_atras\\_web.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/152333/mirada_atras_web.pdf)
- Bejarano, J. (1997). Inseguridad, violencia y actividad económica. *Lecturas de Economía*, 47, 7-24. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n47a4934>
- Bejarano, J. (2011). *Antología Jesús Antonio Bejarano. Volumen 2. Estudios de Paz. Colección Obra Selecta*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Castillo, M. & Salazar, B. (2007). Alianzas y política: un juego entre agentes civiles y armados. *Lectura de Economía*, 67, 71-98. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n67a2021>
- Forero, S. (2019, noviembre 17). La tierra que empresarios antioqueños entregarán a excombatientes de FARC. *El Espectador*. <https://www.elsepectador.com/colombia2020/territorio/la-tierra-que-empresarios-antioquenos-entregaran-excombatientes-de-FARC-articulo-891392>
- El Tiempo (2014, junio 11). *80 empresarios dan su respaldo a los procesos de paz*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14107875>
- Fundación Ideas para la Paz (FIP) (2017). *El aporte empresarial a la paz y al desarrollo sostenible. Desafíos y oportunidades*. Bogotá: Fundación Ideas para la Paz.
- Gallego, L., Gutiérrez, I., Osorio, D. & Cortés, A. (2016). *Los retos de los empresarios en la construcción de paz* (Cuadernos de trabajo en Gobierno y Ciencias Políticas, No. 6). Universidad Eafit. [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9658/cuadernos\\_trabajo\\_eafit\\_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9658/cuadernos_trabajo_eafit_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valencia-Agudelo: Cuarenta años de activismo empresarial antioqueño en los procesos de paz...

- García, M. (1992). *De La Uribe a Tlaxcala: Procesos de paz*. Bogotá: Cinep.
- Gutiérrez, I. & Tobón, S. (2019). El gasto fiscal de la guerra contra los portadores de drogas ilícitas: una aproximación para Colombia. *Lecturas de Economía*, 91, 79-116. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n91a03>
- Instituto Kroc de Estudios Internacionales de Paz, Iniciativa Barómetro, Matriz de Acuerdos de Paz. (2020). “Tres años después de la firma del Acuerdo Final de Colombia: hacia la transformación territorial. Diciembre 2018 a noviembre 2019”. *Informe 4*. Bogotá, Colombia: Universidad de Notre Dame.
- Kalmanovitz, S. (1991). Los gremios industriales ante la crisis. En Francisco Buitrago y Leon Zamosc (eds.). *Al filo del caos: crisis política en la Colombia de los años 80*. Bogotá: Tercer Mundo Editores e IEPRI (Universidad Nacional).
- Mustafá, H. (2017). *El sector privado y la construcción de paz en Colombia: la mujer, un actor clave en la sostenibilidad de la paz*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Ortíz, C. (2003). La guerra contra las drogas es contraproducente: un análisis económico de equilibrio general. *Lecturas de Economía*, 58, 47-68. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n58a2579>
- Ortíz, C. (2009). War on Drugs is Counterproductive, Once Again. *Lecturas de Economía*, 71, 19-42. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n71a4813>
- Portafolio (2015, noviembre 12). *Ocho grandes empresarios se reunieron en Cuba con las FARC*. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/ocho-grandes-empresarios-reunieron-cuba-FARC-29178>
- Proantioquia (2013). *Proposición en Asamblea de Afiliados*. <https://proantioquia.org.co/asamblea-de-afiliados-de-proantioquia-y-encuentro-con-el-p-residente-juan-manuel-santos/>
- Rettberg, A. & Aceros, J. (2013). *La empresa de la paz. Negociaciones de paz y empresarios en Colombia (1982-2006)* (Documentos del Departamento

- de Ciencia Política, No. 20). Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/24893/u619122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rettberg, A. & Rivas, A. (2012). El sector empresarial y la construcción de paz en Colombia: entre el optimismo y el desencanto. En A. Rettberg (comp.). *Construcción de paz en Colombia* (pp. 305-348). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Semana (2013, junio 13). *El apoyo a la paz de los empresarios antioqueños. Semana, 13 de abril de 2013*. <https://www.semana.com/economia/articulo/el-apoyo-paz-empresarios-antioquenos/339826-3>
- Valencia, G. (2006). La economía frente al conflicto armado interno colombiano, 1990-2006. *Perfil de Coyuntura Económica*, 8, 140-174.
- Valencia, G. (2019). *Organizarse para negociar la paz*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Valencia, G. & Restrepo, D. (2020). Democracia participativa y planeación del progreso en los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial. *Campos en Ciencias Sociales*, 8(1), 115-142.
- Velásquez, J. (2015). Revista Lecturas de Economía (1980-2015): un devenir histórico. *Lecturas de Economía*, 83, 257-264. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.le.n83a09>
- Villarraga, Á. (Ed.). (2009). Insurgencia y cambio democrático, acuerdos de paz con el EPL y con otras agrupaciones armadas. En *Biblioteca de la paz Vol. III. Acuerdos con el EPL, PRT, MAQL Y CRS, Diálogos con la CGSB*. Bogotá: Fundación Cultura Democrática.



#### **Cómo citar / How to cite this item:**

Valencia-Agudelo, G. D. (2020). Cuarenta años de activismo empresarial antioqueño en los procesos de paz en Colombia (1980-2020). *Lecturas de Economía*, 93, 331-343. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n93a342251>



APUNTES DEL CENES  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y  
TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
ESCUELA DE ECONOMÍA



ISSN 0120-3053  
E-ISSN 2256-5779

VOL 39, N° 69  
ENE - JUN 2020

## Contenido

### *Editorial*

#### **El desempleo en Colombia: una aproximación**

*Luis E. Vallejo Zamudio*

#### **Las cadenas globales de valor de las manufacturas en México (2005-2015)**

*Flor Amparo Medina Chamorro, Nicolás De La Peña Cárdenas*

#### **Develando el vínculo entre la desigualdad y la pobreza**

*Julián Augusto Casas Herrera*

#### **Las políticas de ajuste estructural en Colombia y Venezuela durante los años ochenta y noventa**

*Daniilo Torres*

#### **La regulación de precios en el mercado de combustibles en Argentina: del libre mercado a una estructura oligopólica**

*Mariano Alejandro Barrera*

#### **Los municipios de sexta categoría de Colombia: entre la autonomía y la dependencia (2000-2016)**

*Johanna Inés Cárdenas, Siervo Tulio Delgado, Héctor Javier Fuentes*

#### **Caracterización del trabajo decente Medellín y otras ciudades principales de Colombia (2010-2018)**

*Silvio Fernando López Mera*

#### **Análisis de la informalidad laboral en Villavicencio - Colombia**

*Otto Smith Pardo Carrillo*

#### **El lento despegue industrial de Bucaramanga - Colombia (1857 - 1929)**

*Álvaro Acevedo Tarazona, Carlos Humberto Espinoza Suárez*

#### **Insumos para el diseño de esquemas de Pagos por Servicios Ambientales en la Cuenca del Lago de Tota - Colombia**

*Sabina Talero Cabrejo, Erika Milena Salcedo Silva*

Apuntes del Cenes se encuentra en:

*Índices regionales:* Scielo - Redalyc - Bibilat - Publindex - ESCI(WoS)

*Agregadores:* EBSCO - Dialnet - REDIB - CLASE - ProQuest

*Directorios:* DOAJ - Latindex - EconLit - Latinrev - DOTEC - RepEc - ERIH Plus - The WZB library - VCU -Econpapers - EconBib - EconBiz - Socionet - Worldcat - Academia -

Apuntes del  
**CENES**

Contacto:

**Luis E. Vallejo Zamudio**(Editor)

**Ricardo Tejedor Estupiñán**

(Asistente Editorial)

[apuntes.cenes@uptc.edu.co](mailto:apuntes.cenes@uptc.edu.co)

## Índice de títulos 2020

**Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities / Raquel Chafloque-Céspedes, Arístides Vara-Horna, Zaida Asencios-Gonzales, Dennis López-Odar, Aldo Alvarez-Risco, Liliana Quipuzco-Chicata, Christin Schulze and Martí Sánchez-Villagomez —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.**

The aim of the current study was to demonstrate the relationship between violence against women (VAW) in intimate partner relationships and academic presenteeism of students enrolled in business and engineering programs, at Peruvian universities. This study adopted an exploratory cross-sectional survey design through a survey of 2640 university students from the business and engineering schools of 34 Peruvian universities. It was found that 96.5% of the respondents reported academic presenteeism and 32.0% are survivors of VAW. Partial least squares regression found that VAW generates 8.47 days lost due to academic presenteeism, which at the same time generates 15.12 critical incidents with professors and colleagues, during the academic year. Finally, it was demonstrated that VAW is a determining factor that explains 7.2% of university students' academic presenteeism. This study is among the very few that empirically seek to explore the actual time that students use in a day at university. Thus, it measured actual academic productive hours of university students in Peru.

**Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia / Manuela Castaño-Gómez y John Jairo García-Rendón —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 23-64.**

Debido a la caída abrupta a nivel mundial del costo nivelado de las tecnologías renovables no convencionales para la generación de energía con estas fuentes (en el caso de los mercados en Estados Unidos entre 39 y 152 USD/MWh para la energía solar fotovoltaica y entre 26 y 50 USD/MWh para la eólica), se ha sustituido la utilización de mecanismos como las Feed in Tariff por las subastas, como un mecanismo de mercado viable para incentivar la inversión en estas fuentes de generación. Por medio del modelo de difusión tecnológica de Bass, este artículo analiza el impacto que tienen los incentivos actuales,

contemplados en la Ley 1715 de 2014, en la inversión en energía solar fotovoltaica en Colombia. Los principales resultados arrojados por el escenario de un proyecto a gran escala muestran una capacidad instalada de energía solar fotovoltaica de 1.542 MW en 2030, lo que lo hace el más rentable y el de mayor potencial de crecimiento. El aporte del artículo es examinar el potencial que tiene el mercado eléctrico colombiano respecto a la inclusión de energía solar fotovoltaica.

**Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana / David Rodríguez-González e Inés María Ulloa-Villegas —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 261-296.**

El objetivo de este trabajo es examinar el canal del crédito bancario en Colombia para el periodo 1995-2015, teniendo en cuenta las repercusiones que tuvo la crisis financiera mundial del 2007 sobre este. Para ello, se divide la muestra en dos periodos (pre y poscrisis) y se utilizan dos enfoques con el fin de obtener resultados robustos. Utilizando modelos de datos panel, se encuentra que un incremento en la tasa de interés de referencia de 1% disminuye el crédito bancario en un 2 a 3% (independientemente del enfoque usado), lo cual evidencia la existencia del canal para el periodo precrisis; asimismo, los resultados encontrados muestran que dicho canal tiene efectos heterogéneos. Por otro lado, para el periodo poscrisis, los resultados pierden significancia estadística, lo que sugiere que la crisis financiera mundial sí tuvo un efecto sobre dicho canal. Lo anterior implica que el banco central de Colombia, al momento de tomar decisiones y de formular su política monetaria, debería tener en cuenta que el efecto final sobre la economía no es el mismo al efecto observado antes del 2007.

**Dinámicas e integración de los mercados financieros de los países del TLCAN / Javier Emmanuel Anguiano Pita y Antonio Ruiz Porras —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 67-100.**

El objetivo de este artículo es estudiar las dinámicas del proceso de integración de los mercados de valores gubernamentales, interbancarios, cambiarios y bursátiles de las economías del TLCAN. Para tal propósito, se emplea el modelo generalizado de factores comunes propuesto por Forni, Hallin, Lippi y Reichlin (2005) y series representativas de los rendimientos de los mercados analizados para el período comprendido entre enero de 1995 y diciembre de 2017. Los

principales resultados sugieren que: 1) existen asimetrías en el tamaño de los mercados, 2) hay evidencia de cambios estructurales, 3) existen factores comunes entre los mercados financieros, 4) los mercados tienen niveles de integración diferenciados, y 5) los mercados cambiarios y bursátiles son los más sensibles a los componentes comunes. Estos hallazgos pueden ser útiles para analizar la evolución del TLCAN y para proponer políticas económicas y financieras regionales.

**El contexto de la trampa: análisis experimental de los determinantes de la honestidad en Buriticá, Colombia / Adolfo Eslava y Estefanía García Luna —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 9-32.**

La trampa es una acción recurrente en el comportamiento de los individuos y produce altos costos en la sociedad. Esto ha motivado su estudio reciente dentro de la economía y otras ciencias sociales, con el fin de encontrar los factores que inciden en ella y así tratar de mitigar sus efectos. Con este objetivo, la presente investigación estudia la disposición a la trampa en el municipio de Buriticá (Antioquia, Colombia) a través de un experimento económico que confirma la presencia de acciones deshonestas en las decisiones de los participantes; además, se hace un análisis de los determinantes de la misma a través de un probit ordenado. El estudio revela que existe una relación entre las decisiones de los individuos y el contexto en el que se desenvuelven, por lo que factores como la percepción de riqueza, la confianza institucional y la victimización son determinantes. Esta investigación contribuye así a los estudios previos sobre la toma de decisiones económicas, los cuales contradicen el modelo clásico de la maximización de beneficios.

**El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011 / Jorge Barrientos-Marín, Sebastián Ospina-Valencia y Sebastián Giraldo-Flórez —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 225-260.**

En este trabajo estamos interesados en estimar el costo económico del tsunami ocurrido en 2011 en Japón, el cual afectó dramáticamente las prefecturas (provincias) de la región nororiental (Fukushima, Itawe y Miyagui) y originó la posterior emergencia nuclear causada por el daño del reactor de Fukushima. Para lograr el objetivo, se utiliza la metodología de control sintético (MCS)

construyendo “prefecturas sintéticas” y utilizando las prefecturas que no fueron afectadas por el tsunami. Los resultados muestran que el costo del desastre en 2011 ascendió a 2,5 billones de yenes (23000 millones de USD), equivalente al 18% de un bloque del PIB (sumatoria de los PIB sectoriales relevantes para la economía de las tres prefecturas); así mismo, evidenciaron que el efecto causal positivo medido entre 2012 y 2014 fue de alrededor de 1,4 billones de yenes (12800 millones de USD), equivalente al 10% del PIB. Los resultados de este artículo son relevantes, pues proveen una metodología para estimar el efecto causal económico de desastres naturales o de conflictos.

**Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado / Gustavo Adolfo Hernández-Díaz —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 101-126.**

Existen muchos artículos técnicos acerca de la construcción, calibración y solución de los modelos de equilibrio general aplicados, pero pocos acerca de la metodología y conceptos usados para llegar a la construcción de estos. Este trabajo, concentra la discusión en el área conceptual de estos modelos, más que en su parte técnica. El objetivo de este trabajo es presentar los elementos conceptuales clave para tener en cuenta antes de la construcción de esta clase de modelos. Como se aprecia a lo largo del trabajo, estos modelos tienen una sólida base conceptual que permite la construcción de diferentes choques económicos o alternativas de política económica, que sirven para el análisis y la evaluación de políticas públicas. Finalmente, dada la microfundamentación de estos modelos, la forma en la cual se esparcen los choques a través de la economía puede analizarse; sin embargo, esto depende de los parámetros que son colocados en las formas funcionales del modelo.

**Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia / Juliana Díaz-García, Germán Valencia-Agudelo, Isabel Cristina Carmona-Garcés y Laura Inés González-Zapata —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 155-187.**

Los grupos de interés son actores clave en las decisiones de política pública. Este artículo analiza el proceso decisorio de la propuesta de impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia y el papel de grupos de interés en ese proceso. Con este objetivo, el presente estudio usa el análisis *stakeholder*, para el cual se recolectó información sobre el proceso decisorio y el papel de los grupos

de interés a partir de revisión documental y entrevistas estructuradas; además, se determinó el grado de relaciones, incidencia y poder de los grupos de interés entrevistados. Los hallazgos muestran la influencia y el poder de la industria de bebidas para bloquear procesos de agenda pública que van en contra de sus intereses; para lo cual usan diferentes instrumentos, como la capacidad organizativa y de persuasión, su poder económico, entre otros. En conclusión, la toma de decisiones se da en función de la movilización de los distintos intereses sectoriales. Este caso refleja la necesidad del fortalecimiento del sistema democrático, con mayor incidencia de la sociedad civil.

**Implicaciones de los choques de prima de riesgo en una economía pequeña y abierta / José Mauricio Gil León y Andrés Felipe Suárez Cante —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 133-172.**

En este artículo se pretende identificar el canal de transmisión de los choques de prima de riesgo en las diferentes variables macroeconómicas. Por tanto, se formula un modelo DSGE para una economía pequeña y abierta, que considera el comportamiento de los hogares, las decisiones de inversión de parte de las empresas, la función de reacción del banco central y la dinámica de las diferentes variables externas, tales como la variación de los activos externos netos del país y el comercio exterior. El modelo se calibra con datos de la economía colombiana del periodo 2005-2017. En los resultados de la simulación se identifica la persistencia del shock de prima de riesgo en las variables endógenas que componen al modelo, y en especial se observan efectos sobresalientes del choque sobre el tipo de cambio, la tasa de interés y la inflación. Se concluye que el tamaño de la elasticidad de la prima de riesgo al endeudamiento externo domina la fuerza con la que inciden los shocks en la economía.

**Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case / Bilver Adrian Astorquiza-Bustos, Maribel Castillo-Cacedo and Alina Gómez-Mejía —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 189-224.**

The stress is a product of inequality of the traditional leisure-consumption model in the labor market. So, this research estimates a Job Stress Index (JSI) using the fuzzy sets measurement method with the aim of identifying the stress levels faced by the employed population and its possible determinants. Once the JSI is

estimated, we analyzed the profile of job stress using a probit ordered multinomial model from a set of sociodemographic and labor attributes. The results suggest the job stress is not correlated with the employment rates. Likewise, the profile of working more than 48 hours a week, being a man, without a labor contract, divorced, changing of job, among other factors are associated with a high probability of being with job stress at least 17.19%. The JSI reconciles the importance of implementing occupational health programs in order to improve the work environment, and theoretical consistency according to the suggested from the psychology, becoming a novel contribution from the economic sciences.

**Poniendo a prueba la teoría de la reproducción del capital cultural en Colombia. El caso de las artes escénicas, los conciertos y el cine / Nora Elena Espinal Monsalve, Andrey David Ramos Ramírez y Luz Yadira Gómez Hernández —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 101-131.**

Tomando como referencia el enfoque teórico de la reproducción social y la transferencia intergeneracional de capital cultural de Bourdieu, en este artículo se evalúa el efecto causal de la participación cultural de los jefes de hogar sobre la participación cultural de los jóvenes en teatro, danza u ópera, conciertos y cine en Colombia. Utilizando los datos de la Encuesta de Consumo Cultural del 2014, se aplican tres metodologías: tratamientos endógenos, *propensity score matching* e *inverse probability weighting*. Los resultados aportan evidencia sobre la hipótesis de la transferencia intergeneracional del capital cultural, en la medida en que se observa que los jóvenes que conviven en hogares con jefes de hogar que participan en las actividades analizadas, tienen mayores probabilidades de participar en esas mismas actividades. Concretamente, se encontró que cuando el jefe de hogar asiste a eventos de las artes escénicas, la probabilidad de que los jóvenes en ese hogar también asistan crece entre 34,92 % y 40,90 %; en el caso de los conciertos el efecto es de entre 24,56 % y 25,81 %, mientras que para el cine varía entre 47,57 % y 48,96 %. Estos hallazgos pueden ser un insumo para diseñar y orientar políticas que permitan seguir acortando las brechas de participación cultural en el país. Este es el primer estudio en probar la magnitud de esta teoría y verificarla empíricamente en América Latina.

**Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997 / Oscar Gonzalo Manrique-Díaz y Diego Fernando Lemus-Polanía —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 65-100.**

En este trabajo se incluye la energía eléctrica (E) como una tercera variable en la función de producción estándar Cobb-Douglas para determinar su participación en el PIB de Colombia y calcular su elasticidad asociada entre 1925 y 1997. Para tal efecto, se emplean el modelo LINEX y el algoritmo de optimización no lineal de Levenberg-Marquardt, bajo el supuesto de elasticidades de producción no negativas para ajustar la función de producción, corregida y basada en dicho modelo. El análisis se alimenta de las series de PIB, capital (K) y trabajo (L) que elaboró el GRECO para el Banco de la República, y también de una serie temporal de energía eléctrica (E) producida con el patrocinio de Colciencias. Los resultados calculados para las elasticidades asociadas permiten verificar que, en concordancia con los casos de estudio conocidos, la energía eléctrica ha tenido mayor peso en la estructura del PIB que los factores tradicionales. Se concluye que la condición de rendimientos constantes de la función de producción estándar no se aplica a ninguna economía conocida, sea esta de un país desarrollado o no.

**Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade / Florencia Melisa Fares, Guido Zack y Ricardo Gabriel Martínez —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 297-328.**

Argentina does not have a sufficiently complete and developed system of sectoral statistical data on foreign trade. This paper tries to make a contribution showing a methodology to calculate foreign trade indexes, based on unit values obtained from Foreign Trade Consultation System of INDEC. This methodology is applied to the quarterly data of Argentine sectoral imports and exports and its accuracy is shown from the comparison with price indexes published by INDEC (aggregate level) and Brazilian statistical institute (sectoral level). Our indexes show a correlation above 80% and variability close to the benchmark in almost all sectors. Finally, we analyzed the contribution of each sector to foreign trade growth during 1996-2016 using the estimated quantity indexes, something impossible to obtain without the estimated price indexes. Both real exports and

imports show a weak growth pace of 2.3% and 2.4% per year, respectively. The leading sectors are Foodstuff industry and Agricultural products in exports, and Motor vehicles and Chemical products in imports for the whole period.

**Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden / Juan Manuel Gómez Romero y José Alfredo Jiménez Moscoso —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 33-66.**

En búsqueda de generar estrategias de inversión en pro de maximizar el rendimiento esperado y minimizar el riesgo, se estudian dos modelos de selección de portafolios óptimos. El primero se ajusta usando rendimientos logarítmicos, y en el segundo se emplea análisis de componentes principales (ACP) a estos rendimientos. Luego, para cada uno de ellos se establece su rendimiento ponderado y se crean unas medidas para establecer los estados de las cadenas de Markov de primer y segundo orden. Esto permite pronosticar si los portafolios conformados tendrán comportamientos alcistas o bajistas dadas las probabilidades de los estados de las cadenas de Markov. Se realiza una aplicación usando los retornos de precios de cierre diarios de 21 acciones del COLCAP, para el periodo comprendido desde enero de 2014 a octubre de 2017. Se concluye que en el mercado colombiano un portafolio conformado bajo ACP de los rendimientos tiene una mayor rentabilidad esperada y un menor riesgo a largo plazo, teniendo una precisión de pronóstico del modelo dados los vectores estacionarios de las cadenas de Markov.

**Sobre los determinantes de la sostenibilidad fiscal de los municipios en Colombia. El caso de Antioquia, 2008-2017 / Jorge Barrientos Marín, Juan Felipe Quintero y Manuela Mendoza Jaramillo —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 173-200.**

En este trabajo estamos interesados en establecer los determinantes de la sostenibilidad fiscal, entre ellas si las reglas de gasto, la denominada Ley 617 de 2000 coadyuvó a la promoción de la sostenibilidad de las finanzas públicas en los 125 municipios del departamento de Antioquia (Colombia) en el periodo 2008-2017. Para esto explotamos las heterogeneidades observables entre los 125 municipios de Antioquia en el período 2008-2017; debido a la endogeneidad de variables como deuda y el número de empresas usamos un estimador Hausman y Taylor. Nuestros resultados econométricos son estadísticamente significativos

y los coeficientes estimados sugieren que la ley es efectiva en el aumento del ingreso tributario y el gasto de inversión, pero no son concluyentes sobre la efectividad en la disminución del gasto en funcionamiento. Otras variables de características de municipio como el número de empresas y el endeudamiento preexistente son explicativas y predictores del comportamiento de los ingresos tributarios, el gasto en funcionamiento y el gasto de inversión.

**Spatial Dynamic Effects in the Colombian Health System / Leonardo Rodríguez Pineda, Andrés Felipe Sánchez Saldarriaga y Helena María Cancelado Carretero —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 201-222.**

Buscamos entender si la dinámica espacial afecta a la población en términos sociales, económicos y de salud. Para llevar a cabo este estudio, proponemos dos etapas. En la primera, buscamos comprender, desde la literatura y los cambios realizados en el modelo de salud colombiano, las causas de la alta mortalidad infantil en las zonas rurales en comparación con las zonas urbanas. La segunda, es un análisis econométrico espacial de las variables de interés, donde se utiliza la base de datos CEDE de la Universidad de los Andes. Los resultados de este estudio confirman la importancia de la inclusión de efectos espaciales, lo cual es una señal de que la dinámica de salud de las poblaciones está interrelacionada. Esta interdependencia espacial corrobora la sugerencia de la literatura que propone que las políticas deben estar coordinadas y considerar poblaciones locales y vecinas. Además, las administraciones municipales deberían considerar mecanismos de interlocución, mientras trabajan con sus pares, y permitir que estos factores se incluyan en la planificación de las medidas políticas en temas de salud. Finalmente, confirmamos diferencias en áreas rurales y urbanas.

## Índice de autores

ALVAREZ-RISCO, ALDO

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

ANGUIANO PITA, JAVIER EMMANUEL

*Dinámicas e integración de los mercados financieros de los países del TLCAN* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 67-100.

ASENCIOS-GONZALES, ZAIDA

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

ASTORQUIZA-BUSTOS, BILVER ADRIAN

*Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 189-224.

BARRIENTOS-MARÍN, JORGE

*El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 225-260.

BARRIENTOS MARÍN, JORGE

*Sobre los determinantes de la sostenibilidad fiscal de los municipios en Colombia. El caso de Antioquia, 2008-2017* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 173-200.

CANCELADO CARRETERO, HELENA MARÍA

*Spatial Dynamic Effects in the Colombian Health System* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 201-222.

CARMONA-GARCÉS, ISABEL CRISTINA

*Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 155-187.

CASTAÑO-GÓMEZ, MANUELA

*Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 23-64.

CASTILLO-CAICEDO, MARIBEL

*Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 189-224.

CHAFLOQUE-CÉSPEDES, RAQUEL

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

DÍAZ-GARCÍA, JULIANA

*Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 155-187.

ESLAVA, ADOLFO

*El contexto de la trampa: análisis experimental de los determinantes de la honestidad en Buriticá, Colombia* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 9-32.

ESPINAL MONSALVE, NORA ELENA

*Poniendo a prueba la teoría de la reproducción del capital cultural en Colombia. El caso de las artes escénicas, los conciertos y el cine* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 101-131.

FARES, FLORENCIA MELISA

*Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 297-328.

GARCÍA LUNA, ESTEFANÍA

*El contexto de la trampa: análisis experimental de los determinantes de la honestidad en Buriticá, Colombia* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 9-32.

GARCÍA-RENDÓN, JOHN JAIRO

*Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 23-64.

GIL LEÓN, JOSÉ MAURICIO

*Implicaciones de los choques de prima de riesgo en una economía pequeña y abierta* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 133-172.

- GIRALDO-FLÓREZ, SEBASTIÁN  
*El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 225-260.
- GÓMEZ HERNÁNDEZ, LUZ YADIRA  
*Poniendo a prueba la teoría de la reproducción del capital cultural en Colombia. El caso de las artes escénicas, los conciertos y el cine* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 101-131.
- GÓMEZ ROMERO, JUAN MANUEL  
*Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 33-66.
- GÓMEZ-MEJÍA, ALINA  
*Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 189-224.
- GONZÁLEZ-ZAPATA, LAURA INÉS  
*Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 155-187.
- HERNÁNDEZ-DÍAZ, GUSTAVO ADOLFO  
*Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 101-126.
- JIMÉNEZ MOSCOSO, JOSÉ ALFREDO  
*Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 33-66.
- LEMUS-POLANÍA, DIEGO FERNANDO  
*Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 65-100.
- LÓPEZ-ODAR, DENNIS  
*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

MANRIQUE-DÍAZ, OSCAR GONZALO

*Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 65-100.

MARTÍNEZ, RICARDO GABRIEL

*Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 297-328.

MENDOZA JARAMILLO, MANUELA

*Sobre los determinantes de la sostenibilidad fiscal de los municipios en Colombia. El caso de Antioquia, 2008-2017* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 173-200.

OSPINA-VALENCIA, SEBASTIÁN

*El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 225-260.

QUINTERO, JUAN FELIPE

*Sobre los determinantes de la sostenibilidad fiscal de los municipios en Colombia. El caso de Antioquia, 2008-2017* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 173-200.

QUIPUZCO-CHICATA, LILIANA

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

RAMOS RAMÍREZ, ANDREY DAVID

*Poniendo a prueba la teoría de la reproducción del capital cultural en Colombia. El caso de las artes escénicas, los conciertos y el cine* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 101-131.

RODRÍGUEZ PINEDA, LEONARDO

*Spatial Dynamic Effects in the Colombian Health System* —No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 201-222.

RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, DAVID

*Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 261-296.

RUIZ PORRAS, ANTONIO

*Dinámicas e integración de los mercados financieros de los países del TLCAN* —  
No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 67-100.

SÁNCHEZ SALDARRIAGA, ANDRÉS FELIPE

*Spatial Dynamic Effects in the Colombian Health System* —No. 92 (enero-junio  
2020). —pp. 201-222.

SÁNCHEZ-VILLAGOMEZ, MARTÉ

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering  
in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

SCHULZE, CHRISTIN

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering  
in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

SUÁREZ CANTE, ANDRÉS FELIPE

*Implicaciones de los choques de prima de riesgo en una economía pequeña y abierta*  
—No. 92 (enero-junio 2020). —pp. 133-172.

ULLOA-VILLEGAS, INÉS MARÍA

*Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la  
economía colombiana* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 261-296.

VALENCIA-AGUDELO, GERMÁN

*Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia* —No.  
93 (julio-diciembre 2020). —pp. 155-187.

VARA-HORNA, ARÍSTIDES

*Academic presenteeism and violence against women in schools of business and engineering  
in Peruvian universities* —No. 93 (julio-diciembre 2020). —pp. 127-153.

ZACK, GUIDO

*Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade* —No. 93 (julio-  
diciembre 2020). —pp. 297-328.

## **Políticas éticas**

### **Publicación y autoría**

La revista *Lecturas de Economía* es editada por el Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia. La dirección electrónica de la revista es [revistalecturas@udea.edu.co](mailto:revistalecturas@udea.edu.co) y su sitio web:

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia>

*Lecturas de Economía* cuenta con la siguiente estructura: un comité editorial, un editor, un asistente editorial y un comité científico que garantizan la calidad y pertinencia de los contenidos publicados. Los miembros son evaluados cada dos años en función de su reconocimiento en el área y producción académica, la cual debe ser visible en otras revistas nacionales e internacionales.

Los manuscritos presentados a la revista deben ser originales e inéditos y no deben estar simultáneamente en proceso de evaluación ni tener compromisos editoriales con otras publicaciones. Por tanto, el manuscrito no debe estar publicado de manera parcial o completa en otro repositorio. Si el autor de un artículo quisiera incluirlo posteriormente en otra publicación, el medio en el que se publique deberá solicitar autorización al editor de la revista y señalar claramente los datos de la publicación original.

### **Responsabilidades del autor**

Los equipos editoriales aprueban los manuscritos teniendo en cuenta la evaluación realizada por pares académicos y atendiendo criterios de calidad y rigor investigativo. No obstante, los autores son responsables exclusivos de las ideas expresadas, así como su idoneidad ética.

Los autores deben hacer explícito que el manuscrito respeta los derechos de propiedad intelectual. Si se utiliza material que no es de propiedad de los autores, es responsabilidad de los mismos asegurarse de tener las debidas autorizaciones para el uso, reproducción y publicación.

De igual modo, los autores aceptan someter sus manuscritos a la revisión de pares académicos anónimos externos a la institución a la que están afiliados. Los autores considerarán las correcciones sugeridas por los evaluadores y, en caso de aceptarlas, se comprometerán a incorporarlas dentro de los plazos establecidos por el editor. El envío del manuscrito corregido debe estar acompañado de una nota dirigida al equipo editorial en la que se indiquen cuales correcciones fueron incorporadas y explicar por qué no fueron acatadas las sugerencias restantes. Una vez la revista reciba el manuscrito corregido, se le informará al autor acerca de su cabal aprobación.

Cuando los manuscritos no sean aceptados para su publicación, el editor enviará una notificación a los autores explicando la motivación del rechazo de su publicación. El Comité Editorial se reserva la última palabra sobre la publicación de los manuscritos y el número en el cual se publicarán como artículos. Esa fecha se cumplirá siempre y cuando el autor envíe toda la documentación que le sea solicitada dentro de los plazos indicados.

Los autores de los manuscritos autorizan, mediante el envío de su manuscrito a través el sistema OJS el uso de los derechos de propiedad intelectual y la cesión de los derechos patrimoniales de autor a la Universidad de Antioquia, a fin de que la Universidad pueda incluir los documentos tanto en la versión impresa como electrónica.

### **Responsabilidades de los evaluadores**

El proceso de revisión a cargo de pares expertos permite obtener la formulación de sugerencias al autor, propuestas de cambios metodológicos y señalar referencias significativas que no hayan sido incluidas en el documento. Estos revisores son, en la mayoría de los casos, externos a la institución de afiliación del autor y de nuestra revista. En su elección, se busca que tengan experiencia en las temáticas sobre las que deben conceptuar y que no tengan conflictos de interés con los autores.

Al finalizar el proceso de revisión, el árbitro debe tomar una decisión: si aceptar sin modificaciones, aprobar sujeto a modificaciones menores, aprobar sujeto a modificaciones sustanciales o rechazar el manuscrito revisado.

Durante la evaluación, tanto los nombres de los autores como los de los evaluadores conservarán completo anonimato.

### **Responsabilidades editoriales**

El equipo editorial de *Lecturas de Economía*, con la participación de los comités editorial y científico, es responsable de definir las políticas editoriales que permitan a la revista cumplir con los estándares necesarios para su posicionamiento como una reconocida publicación académica. La revisión continua de estas políticas asegura que la revista mejore y llene las expectativas de la comunidad académica a la que sirve.

El equipo es responsable, previa evaluación, de la selección de los artículos que serán publicados. Esta selección estará siempre basada en la calidad, pertinencia temática, originalidad y contribución a la difusión y el avance de la ciencia económica. El editor es responsable de los procesos de evaluación y edición de todos los manuscritos que se postulan a la revista, incluyendo los de los miembros de los comités editorial y científico. Así mismo, debe desarrollar mecanismos que garanticen imparcialidad, puntualidad y confidencialidad durante el proceso de revisión por pares hasta la toma de una decisión sobre publicación. En el mismo sentido, es también responsabilidad del editor mantener informado al(los) autor(es) durante las distintas etapas de los procesos aludidos.

Cuando la revista recibe quejas o inquietudes de cualquier tipo, el equipo editorial debe responder prontamente de acuerdo con las normas establecidas por la publicación y, cuando lo amerite, debe asegurarse de que se lleve a cabo una adecuada investigación tendiente a la resolución de potenciales problemas.

Tan pronto un número de la revista salga publicado, el editor tiene la responsabilidad de su difusión y distribución a los autores, evaluadores y a las entidades con las que se hayan establecido convenios de intercambio. De igual modo, el editor es responsable de ubicar los artículos y los resúmenes de los mismos en repositorios, bases de datos e índices bibliográficos nacionales e internacionales, así como en servicios de mercadeo electrónico de publicaciones seriadas. El editor también se ocupa del envío de los ejemplares a sus suscriptores activos.



## **Instrucciones para autores**

### **I. Alcance y política editorial**

*Lecturas de Economía* se debe a sus lectores; por ello es su responsabilidad publicar artículos que den significativos aportes a la disciplina y de gran calidad en el desarrollo, la argumentación y la escritura. Por tal motivo, se dará prioridad a los artículos que son producto o derivados de proyectos de investigación. La revista es publicada dos veces al año, en enero (edición enero-junio) y julio (edición julio-diciembre). El envío de artículos es permitido durante todo el año.

### **II. Forma y preparación de manuscritos**

- Los manuscritos enviados deben cumplir con las normas editoriales de presentación de la revista. Si no satisfacen estos requisitos, no serán considerados.
- El envío de manuscritos supone el compromiso, por parte del autor, de no someterlos simultáneamente a otras publicaciones en forma parcial o completa. Cuando se hayan publicado como documentos de trabajo *working papers*, la hoja de presentación debe incluir una nota en la que se indique en qué año y qué institución lo publicó; además, debe anexarse la referencia completa de la publicación.
- El documento debe postularse a través del sistema de gestión editorial OJS (ver dirección electrónica de la revista).

- El documento anexo no debe incluir el nombre del(os) autor(es) ni referencia alguna sobre el origen del trabajo (tesis de maestría, doctorado, etc.), con el fin de asegurar una evaluación anónima del mismo.

### **III. Normas de presentación**

#### ***A. Extensión***

El documento no excederá las 8000 palabras incluyendo notas, anexos y referencias bibliográficas. Solo se aceptan trabajos escritos en español o en inglés.

#### ***B. Formato***

El documento debe ser presentado en formato Microsoft Word. De igual forma, deberán entregarse como archivos complementarios las bases de datos, imágenes y tablas en un archivo en formato Microsoft Excel. Cuando los gráficos sean producidos por programas diferentes a Excel, se solicita un archivo independiente en formato PNG o JPG de alta calidad.

#### ***C. Hoja de presentación***

Todo manuscrito deberá anexar como archivo complementario una hoja de presentación en la que aparezca claramente: título del trabajo, nombre completo del autor (o autores), filiación institucional (únicamente se incluye la filiación de la institución con la cual se tiene un vínculo actual y el tipo de vinculación; por ejemplo: Profesor Titular), dirección postal institucional, dirección electrónica institucional, ORCID de los autores (en caso de no tenerlo, debe crearlo), resumen en español e inglés, palabras clave (mínimo cinco) y la clasificación JEL. De ser el caso, en esta página se deben incluir los nombres de las personas a las que el(los) autor(es) reconocen su contribución o comentarios a versiones anteriores del documento, notas aclaratorias sobre el financiamiento de la investigación o sobre publicaciones previas del manuscrito como tesis, *working paper*, ponencia, etc.

#### ***D. Título***

Debe ser un título breve e informativo, que describa la conclusión principal del artículo. Preferiblemente, no debe superar las 15 palabras. No debe incluir jergas, siglas ni abreviaturas poco conocidas. En la medida de lo posible, debe incluir algunas de las palabras clave del artículo.

#### ***E. Resumen***

El resumen debe reflejar con precisión el contenido del trabajo. Por eso, en un máximo de 180 palabras, se harán constar:

- El objetivo principal del estudio o investigación.
- Los procedimientos básicos, como selección de los sujetos del estudio, métodos de observación y de análisis empleados.
- Los resultados más importantes (consignando información específica o datos y su significación estadística siempre que sea posible).
- Las principales conclusiones.

#### ***F. Palabras clave***

Deben incluirse como mínimo cinco (5) palabras clave. Para su selección se recomienda tener en cuenta los términos usados por la *American Economic Association* en su clasificación.

Recuérdese que el uso de palabras clave es un recurso para la efectiva búsqueda y recuperación de los artículos, por lo que, cuanto más precisas sean, hay más posibilidades de mejorar los indicadores de visibilidad.

#### ***G. Tabla de contenido***

En la página siguiente se iniciará el artículo, precedida en la parte superior únicamente del título y presentando la siguiente estructura (centrada y con fuente en negrilla). Ejemplo:

–Introducción. –I. Revisión de literatura. –II. Modelo econométrico.  
–III. Discusión de resultados. –Conclusiones. –Anexos. –Referencias.

La Introducción, Conclusiones, Anexos y Referencias no van numerados. Los títulos de segundo y tercer nivel no se incluyen en la tabla de contenido.

### ***H. Información estadística o gráfica***

La información estadística presentada en gráficas y tablas deberán ser numerada y con referencia cruzada en el texto. Deberá incluir sus fuentes de información en la parte inferior de cada una; si son elaboración propia también debe especificarse esta información.

La responsabilidad de la información estadística contenida en tablas y gráficos es del(os) autor(es). Cuando ella es derivada de la aplicación de métodos cuantitativos, debe anexarse un archivo con la base de datos utilizada, para ser contrastada por los evaluadores. De ser requerido, puede solicitarse su exclusión para no divulgarse junto al manuscrito.

### ***I. Ecuaciones***

Las ecuaciones se numerarán consecutivamente en la margen derecha, dentro de paréntesis. Utilice el editor de ecuaciones de Microsoft Word o plataformas como LaTeX, o MathType.

### ***J. Citas***

Tanto las citas directas como las indirectas deben incluir la fuente de la cual se extrajo la información. En el caso de las citas directas, la referencia debe indicar la página de la fuente consultada. En las citas directas de menos de 40 palabras es obligatorio el uso de las comillas al inicio y al final del fragmento citado; aquellas que superen esta extensión, deben ir en un bloque independiente del texto, sin comillas y en espacio sencillo. El incumplimiento de esta norma podría considerarse como plagio.

## ***K. Referencias bibliográficas***

Debe enlistar todas y únicamente las fuentes citadas en el cuerpo del trabajo. Su presentación deberá seguir las normas de la American Psychological Association (APA) en su edición 7. Sugerimos el uso de software como el incluido en Microsoft Word, o el ofrecido por Mendeley o EndNote. Remítase al sitio web de la revista para ver algunos ejemplos.

## **IV. Proceso editorial**

### ***A. Recepción y evaluación***

- El autor recibirá acuso de recibo del documento tan pronto sea recibido. Sin embargo, cabe aclarar que la recepción de un manuscrito no implica su publicación.
- Los manuscritos serán inicialmente revisados por el Editor, quien evaluará la pertinencia de la temática, el cumplimiento de las normas de presentación y se asegurará de su originalidad mediante el empleo de software de detección de plagio. De considerarse inapropiados para su publicación, el editor notificará a los autores la decisión de rechazo. En el caso contrario, se notificará del inicio del proceso de evaluación por parte de pares evaluadores.
- Cada manuscrito contará con la revisión de al menos dos evaluadores expertos, a quienes se les enviará el manuscrito sin marcas de autor y un formulario que incluye tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. A partir de la entrega, los evaluadores tendrán un plazo de 5 semanas para enviar sus conceptos evaluativos. De no coincidir en sus criterios, se enviará el manuscrito a un tercer evaluador para dirimir la diferencia.
- Una vez recibidos todos los conceptos, el Comité Editorial tomará la decisión de aceptar el artículo, rechazarlo o reenviarlo a los autores para que realicen los cambios que sean necesarios. En el último caso, además del manuscrito corregido, los autores deberán enviar una

nota independiente dirigida al Editor en la que de manera exhaustiva se indiquen cuáles modificaciones fueron incorporadas, cuáles no y el por qué. Cualesquiera que fuese la decisión editorial inicial, los comentarios de los evaluadores anónimos serán enviados al (los) autor(es).

- Con base en los conceptos evaluativos, el Comité Editorial emitirá el concepto final sobre la aprobación o el rechazo de la publicación del manuscrito. Esta decisión podrá ser apelada mediante comunicación dirigida al Editor en las 4 semanas siguientes, de no recibir comunicación el manuscrito será archivado y no se podrá reactivar el proceso editorial.

### ***B. Corrección y diagramación***

- Los manuscritos que son aceptados para publicación deberán pasar por un proceso de revisión y corrección de estilo. Se enviará a los autores un diagnóstico editorial en el que se muestran las observaciones generales y los cambios que se deben tener en cuenta. Esta es la única fase del proceso en la que se admitirán cambios menores en el contenido del manuscrito.
- Los autores tendrán un plazo de hasta 2 semanas para enviar la nueva versión del manuscrito.
- Una vez realizado el proceso de diagramación, se les enviará a los autores la versión de prueba del artículo en formato PDF. Para la revisión de esta prueba y el envío de las sugerencias de diagramación que consideren pertinentes, los autores tendrán un plazo de una semana. En esta fase solo se admiten ajustes de diseño mas no de contenido.
- La revista no cobra tarifa alguna por los procesos editoriales descritos.

### ***C. Publicación***

- La revista publicará la edición en su página institucional y en versión impresa. Así mismo, se difundirá por medio de las distintas bases de datos en las que se encuentra inscrita.
- Cada uno de los autores recibirá un ejemplar de cortesía de la edición impresa en la que su artículo fue incluido. Para esto se solicitará una dirección personal de entrega.

# LECTURAS DE ECONOMÍA

Departamento de Economía  
Universidad de Antioquia  
Calle 67 #53-108 | B13 | OF401 | Medellín, Colombia  
revistalecturas@udea.edu.co | Teléfono: +57(4) 219 88 35  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia>

## 92- enero-junio de 2020

**El contexto de la trampa: análisis experimental de los determinantes de la honestidad en Buriticá, Colombia**  
ADOLFO ESLAVA Y ESTEFANÍA GARCÍA-LEINA

**Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden**

JUAN MANUEL GÓMEZ Y JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ

**Dinámicas e integración de los mercados financieros de los países del TLCAN**

JAVIER EMMANUEL ANGLIANO-PTA Y ANTONIO RUIZ-PORRAS

**Poniendo a prueba la teoría de la reproducción del capital cultural en Colombia. El caso de las artes escénicas, los conciertos y el cine**

NORA ELENA ESPINAL-MONSALVE, ANDREY DAVID RAMOS-RAMÍREZ Y LUZ YADIRA GÓMEZ-HERNÁNDEZ

**Implicaciones de los choques de prima de riesgo en una economía pequeña y abierta**

JOSÉ MAURICIO GIL-LEÓN Y ANDRÉS FELIPE SUÁREZ-CANTE

**Sobre los determinantes de la sostenibilidad fiscal de los municipios en Colombia. El caso de Antioquia, 2008-2017**

JORGE BARRIENTOS-MARÍN, JUAN FELIPE QUINTERO-VANEGAS Y MANUELA MENDOZA-JARAMILLO

**Spatial Dynamic Effects in the Colombian Health System**

LEONARDO RODRÍGUEZ-PINEDA, ANDRÉS FELIPE SÁNCHEZ-SALDARRIAGA Y HELENA MARÍA CANCELADO-CARRETERO

## 93-julio-diciembre de 2020

**Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia**

MANUELA CASTAÑO-GÓMEZ Y JOHIN JAIRO GARCÍA-RENDÓN

**Procedimiento de optimización no lineal para la cuantificación del aporte de la energía eléctrica en el crecimiento económico colombiano, 1925-1997**

OSCAR GONZALO MANRIQUE-DÍAZ Y DIEGO FERNANDO LEMUS-POLANÍA

**Evaluación de política pública y equilibrio general aplicado**

GUSTAVO ADOLFO HERNÁNDEZ-DÍAZ

**Academic presentecism and violence against women in schools of business and engineering in Peruvian universities**

RAQUEL CHAHUQUE-CÉSPEDES, ARISTIDES VARA-HORNA, ZAIDA ASENCIOS-GONZÁLES, DENNIS LÓPEZ-ODAR, ALDO ALVAREZ-RISCO, LILLIANA QUIPUZCO-CHIGATA, CHRISTIN SCHULZE AND MARTÉ SÁNCHEZ-VILLAGOMEZ

Publicación clasificada en categoría B por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación —MinCiencias— en el Índice bibliográfico nacional de revistas colombianas especializadas en ciencia, tecnología e innovación —Publindex —



Facultad de Ciencias Económicas

**Grupos de interés e impuesto al consumo de bebidas azucaradas en Colombia**

JULIANA DÍAZ-GARCÍA, GERMÁN VALENCIA-AGUDELO, ISABEL CRISTINA CARMONA-GARCÉS Y LAURA INÉS GONZÁLEZ-ZAPATA

**Job stress in the labor market: an application of the fuzzy set measurement method for the Colombian case**

BILVER ADRIAN ASTORQUIZA-BUSTO, MARIBEL CASTILLO-CAICEDO AND ALINA GÓMEZ-MEJÍA

**El costo económico de los desastres naturales: el caso del tsunami y la emergencia nuclear en Japón en 2011**

JORGE BARRIENTOS-MARÍN, SEBASTIÁN OSPINA-VALENCIA Y SEBASTIÁN GIRALDO-FLOREZ

**Crisis financiera mundial y sus efectos sobre el canal del crédito bancario en la economía colombiana**

DAVID RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ E INÉS MARÍA ULLOA-VILLEGAS

**Sectoral Price and Quantity Indexes of Argentine Foreign Trade**

FLORENCIA MELISA FARES, GUIDO ZACK Y RICARDO GABRIEL MARTÍNEZ



# LECTURAS DE ECONOMÍA

Lecturas de Economía  
Departamento de Economía  
Universidad de Antioquia | Calle 67, No. 53-108  
Teléfono: +57(4) 219 88 35 | Medellín, Colombia  
Dirección electrónica: [revistalecturas@udea.edu.co](mailto:revistalecturas@udea.edu.co)



Diligencie el siguiente formato de suscripción y envíelo por correo electrónico adjuntando el recibo de pago

## FORMATO DE SUSCRIPCIÓN ANUAL | REVISTA IMPRESA

Nombres y Apellidos		Cédula o NIT	
Correo electrónico			
Tipo de suscripción Marque con una X		Teléfono fijo   celular	
Institucional (\$64.000)	Personal (\$40.000)	Estudiantes (\$25.000)	Exterior (incluye transferencia bancaria USD \$ 30.00)
Dirección		Ciudad	
Departamento		País	
Consignación en cuenta Bancolombia (Ahorros) <b>105-370372-72</b> – a nombre de <i>Universidad de Antioquia</i>			

El equipo editorial de la revista *Lecturas de Economía*, publicación adscrita al Departamento de Economía – Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, tratará sus datos personales de acuerdo con la Ley 1581 de 2012 y la normatividad universitaria vigente.

Para ver más ingrese a <http://bit.ly/datospersonalesudea>

También puede realizar su pago usando el siguiente código QR desde una cuenta Bancolombia o Nequi.

