



***Cheap employment:***  
**Does an exchange rate depreciation increase industrial  
employment?**

Lina Cardona-Sosa\*

Fredy Gamboa-Estrada†

Jesahel Higuera-Barajas‡

Banco de la República de Colombia§

The opinions contained in this document are the sole responsibility of the authors and do not commit Banco de la República or its Board of Directors.

**Abstract**

The economic literature establishes that increases in the exchange rate (i.e., a depreciation) favors a country's competitiveness by decreasing not only country's relative prices but the price of productive inputs such as labor. Little is known about the causal effect between exchange rate depreciations and the level of employment in Colombia. This paper explores the effects that changes in the real exchange rate have on industrial employment for the thirteen major cities of the country. To do so, we take into account the degree of exposure of each city to exchange rate fluctuations. We use the industrial composition of each city and its levels of interaction with the rest of the world. The results suggest that when the export exchange rate depreciates 1% above the average of the sample, industrial employment increases by 0.2%. This effect is not amplified by a greater export orientation. Contrarily, when the import exchange rate depreciates 1% above the average of the sample, local employment is reduced by 0.4%. This last result suggests the existence of complementarities between local employment and foreign inputs, as not only the demand for imported goods but also for local employment is reduced when the exchange rate increases. The evidence suggests that the largest effects of an exchange rate depreciation on industrial employment are mainly due to the increase of the imports' cost and less due to cheapening exports.

*JEL Classification.* F31, J21.

*Keywords.* Industrial employment; depreciation.

---

\* Institute for Fiscal Studies. E-mail: [lina\\_s@ifs.org.uk](mailto:lina_s@ifs.org.uk).

† Researcher, Monetary and International Investment Division, Banco de la República, Bogotá. E-mail: [fgamboes@banrep.gov.co](mailto:fgamboes@banrep.gov.co).

‡ Master student in Economics, Pontifical Xavierian University, Bogotá. E-mail: [j.higuera@javeriana.edu.co](mailto:j.higuera@javeriana.edu.co).

§ We are grateful for the valuable comments of José Antonio Ocampo, Carlos Gustavo Cano, Jair Ojeda, Juan Esteban Carranza and María Mercedes Collazos. We are also indebted to participants at the internal seminar of researchers of the Bank of the Republic of Colombia in November 2016, and the attendees of the CEMLA Seminar held in Mexico in November 2018. Also, we thank the research assistance of Salome Arango as well as Fernando Uscátegui in the first phase of the study.

## *Cheap employment:*

### **¿Aumenta el empleo manufacturero con una depreciación real?**

Lina Cardona-Sosa\*\*

Fredy Gamboa-Estrada††

Jesahel Higuera-Barajas‡‡

Banco de la República de Colombia§§

Las opiniones contenidas en el presente documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

### **Resumen**

La literatura económica establece que la depreciación de la tasa de cambio favorece la competitividad de un país al disminuir no sólo los precios relativos de la producción nacional con respecto al resto del mundo sino también al reducir el precio de insumos productivos como el trabajo. De acuerdo con lo anterior, un aumento generalizado de la tasa de cambio o una depreciación debería, *ceteris paribus*, aumentar los niveles de ocupación del país. Para el caso colombiano, poco se sabe del efecto causal de la depreciación real en la generación de empleo. En este documento se explora el efecto que las variaciones de la tasa de cambio real tienen en la variación de la ocupación industrial para las trece principales ciudades. Para lograr lo anterior, hacemos uso de la composición industrial de cada ciudad y de sus niveles de interacción con el resto del mundo con el fin de identificar el grado de exposición a fluctuaciones de la tasa de cambio. Los resultados sugieren que para el caso de la industria manufacturera, transable, una depreciación de la tasa de cambio exportadora del 1% por encima del promedio de la muestra, genera un aumento en el empleo del 0.2%. Dicho efecto no se ve amplificado por una mayor orientación exportadora. De otro lado, una depreciación real de la tasa importadora del 1% por encima del promedio de la muestra, está relacionado con una reducción en el empleo local cercano al 0.4%. Este último resultado sugeriría la existencia de complementariedades entre el empleo local y los insumos extranjeros pues frente al encarecimiento de la producción importada, se reduce no sólo la demanda de importados sino también la del empleo local. En general, la evidencia sugiere que la depreciación real tiene mayores efectos sobre el empleo manufacturero por el encarecimiento de las importaciones que por el efecto de abaratamiento de las exportaciones.

*Código JEL.* F31, J21.

*Palabras clave.* Empleo industrial, depreciación.

---

\*\* Instituto de Estudios Fiscales, Reino Unido. E-mail: [lina\\_s@ifs.org.uk](mailto:lina_s@ifs.org.uk).

†† Investigador, Subgerencia Monetaria y de Inversiones Internacionales, Banco de la Republica, Bogotá. E-mail: [fgamboes@banrep.gov.co](mailto:fgamboes@banrep.gov.co).

‡‡ Estudiante de la Maestría en Economía de la Universidad Javeriana de Bogotá. E-mail: [j.higuera@javeriana.edu.co](mailto:j.higuera@javeriana.edu.co).

§§ Los autores agradecen los valiosos comentarios de José Antonio Ocampo, Carlos Gustavo Cano, Jair Ojeda, Juan Esteban Carranza y María Mercedes Collazos. Así como los comentarios de los asistentes al seminario interno de investigadores del Banco de la Republica en noviembre de 2016, y de los asistentes al Seminario CEMLA celebrado en México en Noviembre de 2018. Igualmente, los autores agradecen la asistencia de investigación de Salomé Arango así como de Fernando Uscátegui en la primera fase del estudio.

## 1. Introducción

En 2015, el empleo manufacturero en Colombia participaba con el 16% del empleo total del país seguido por el sector de comercio y servicios (ver Figura A.1), siendo las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla las encargadas de la generación del 75% del empleo manufacturero urbano. Al interior del sector manufacturero, la mayor rotación de trabajadores se observa en los subsectores de alimentos, madera, textiles, maquinaria eléctrica y no-eléctrica, cauchos, productos no metálicos y lencería; presentándose la menor rotación en químicos, derivados del petróleo, tabaco y transporte. Las asimetrías del sector se dejan ver en los subsectores de alimentos, bebidas, caucho, plástico, productos de petróleo, imprentas, papel y metálicos en los que se presenta la mayor generación de empleo.

La alta rotación de trabajadores convierte al sector manufacturero en un sector con alta sensibilidad a cambios del ciclo económico. Melo y Ballesteros (2013) reportan una disminución importante en el período de crisis de finales de los 90 debido principalmente a la alta destrucción de empleos ocurridos en el país. Lo anterior encuentra soporte en el estudio de Rodríguez (2013) quien encuentra que tanto a corto como a largo plazo la demanda de personal obrero es más sensible a cambios en los costos totales y presenta un mayor tiempo de ajuste. La demanda de personal profesional por su parte, resulta ser más sensible a cambios en la producción sólo en el corto plazo.

Variaciones en la diversificación exportadora afectan también el empleo del sector manufacturero. Echavarría y Villamizar (2006) reportan como los menores aranceles y las mayores importaciones contribuyen a una mayor productividad. Dicho hallazgo encuentra respaldo en estudios previos que muestran cómo los procesos de apertura comercial disminuyen la demanda de trabajadores no calificados en una magnitud superior al aumento en la demanda de calificados (Rodrik, 1998), ampliando a su vez la brecha salarial entre los dos tipos de trabajadores.

El mecanismo para que se dé lo anterior lo documenta Ocampo et al. (2004) como sigue: la mayor demanda de bienes de capital generada por la apertura comercial genera un aumento en el trabajo calificado, reduciendo así la remuneración del no calificado. Es decir que, mientras que el empleo no calificado actúa como un sustituto de los bienes de capital, el

empleo calificado actúa como complemento. La evidencia para el caso colombiano soporta ambos casos: mientras que algunos estudios muestran una afectación significativa del empleo no calificado como consecuencia de la apertura comercial (Mesa y Gutierrez, 1996), otros estudios documentan la mayor demanda del empleo calificado (Birchenall, 1998).

Efectos de la apertura comercial en la demanda de empleo son estudiados por Arango y Rojas (2004) quienes analizan el comportamiento de la demanda de empleo industrial ante una mayor apertura comercial. Los resultados sugieren que las empresas tienden a tener una mayor elasticidad de sustitución factorial (vía una mayor elasticidad de los bienes finales y una mayor disponibilidad de tecnología) como consecuencia de la apertura comercial.

El proceso de integración comercial de Colombia en la economía global ha cambiado la estructura productiva local y la dependencia de los procesos de producción al comportamiento de variables macroeconómicas como el tipo de cambio. En los últimos años se ha acelerado el grado de depreciación del peso colombiano con respecto al dólar americano, afectando el proceso productivo sin que haya evidencia reciente de su efecto en el empleo.

El principal propósito de este estudio es analizar los efectos de las fluctuaciones del tipo de cambio real en la demanda de empleo industrial. Partiendo del modelo teórico de Campa y Goldberg (2001) y aplicando la metodología de Huang y Tang (2015), se espera que una depreciación real exportadora aumente la demanda por bienes domésticos y por consiguiente el empleo. En contraste, una depreciación de la tasa de cambio importadora podría aumentarlo o disminuirlo. Por un lado, el nivel de empleo aumentaría si frente a una depreciación, los bienes externos se hacen más costosos y la demanda por bienes locales aumenta, dinamizando la demanda laboral. De manera contraria, el nivel de empleo se vería disminuido debido al encarecimiento de los insumos usados en el proceso productivo importador, en cuyo caso reflejaría la complementariedad del empleo local con el insumo externo.

Con el fin de analizar el efecto que una depreciación real tiene en el empleo industrial manufacturero, este documento usa información trimestral entre 2002 y 2013 para las 13 principales ciudades y áreas metropolitanas del país. El periodo de estudio cubre periodos de

alta apreciación y depreciación del peso colombiano, lo cual lo hace de interés particular para evaluar los impactos de la tasa de cambio real en el empleo. Usando la metodología de panel dinámico de Arellano-Bond y, como ejercicio de robustez el estimador *Bias-corrected Least Squared Dummy Variable* los resultados sugieren que, una depreciación de la tasa de cambio exportadora del 1% por encima del promedio observado entre 2002-II y 2013-II genera un aumento en el empleo del 0.2%. No obstante, el efecto no se ve amplificado por una mayor orientación exportadora. Por su parte, ante una depreciación real de la tasa importadora del 1%, el empleo industrial se ve reducido en 0.4%. El efecto negativo de la depreciación medida con la tasa de cambio importadora sugiere la existencia de complementariedades entre el empleo local y los insumos importados. Los resultados no soportan la hipótesis de que a mayor grado de orientación exportadora de la ciudad, mayor es el efecto sobre el empleo industrial manufacturero.

El resto del documento está organizado de la siguiente forma. La siguiente sección revisa los principales estudios que relacionan cambios en la tasa de cambio con el empleo industrial. La sección 3 describe las tendencias de la tasa de cambio real y del empleo industrial en el periodo analizado. La sección 4 explica la relación teórica entre el mercado laboral y la tasa de cambio. La sección 5 describe la especificación empírica y los datos usados. La sección 6 presenta los resultados y finalmente la sección 7 concluye.

## **2. La variación de la tasa de cambio y su efecto en el empleo**

La evidencia de los efectos de fluctuaciones de la tasa de cambio en el empleo local es mixta. Branson y Love (1988) analizan información desagregada del sector manufacturero en Estados Unidos y encuentran que la apreciación del dólar estadounidense tuvo un impacto significativo en el empleo del sector, especialmente en lo que tiene que ver con bienes durables. Revenga (1992), usando información de precios importados y de tasas de cambio por industria, encuentra que para el periodo entre 1977 y 1987, la apreciación del dólar estuvo relacionada con una reducción del empleo entre el 2% y 4.5% y del 7.5% en los salarios. Por su parte, Campa y Goldberg (2001) usando también datos para Estados Unidos, encuentran una respuesta robusta y significativa de los salarios a cambios en la tasa de cambio, y una menos fuerte del empleo. Los autores reportan que dichos efectos fueron amplificados en

industrias con un markup más bajo entre el precio y el costo de producción y en presencia de una alta orientación exportadora.

La relación de largo plazo entre la tasa de cambio real y el nivel de empleo industrial en Francia es estudiada por Hatemi e Irandoust (2006). Los autores encuentran que en promedio una apreciación del 1% de la tasa de cambio real está asociada con una disminución del 0,88% en el nivel de empleo entre 1975 y 1999. Nucci y Pozzolo (2010) por su parte, usando información a nivel de firma del sector manufacturero italiano encuentran que la respuesta del nivel de empleo y las horas trabajadas en dicho sector dependen de la participación de los ingresos por exportaciones en el total de ingresos percibidos (canal de ingreso) y de la cantidad de insumos importados que se usan en el proceso de producción (canal de costos).

Por su parte, Huang et al. (2014), usando datos para Canadá, encuentran que una apreciación de la tasa de cambio real tiene efectos significativos en el nivel de empleo manufacturero, y que dicho impacto estaría relacionado con la tasa de cambio ponderada de las exportaciones y no con la tasa de cambio ponderada de las importaciones.

Pocos estudios que examinen la relación entre cambios de la tasa de cambio y del empleo se han realizado para economías emergentes. Frenkel y Ros (2006) analizan el rol de la tasa de cambio real en la determinación de la tasa de desempleo en Argentina, Brasil Chile y México, encontrando que, entre 1980 y 2003, en promedio, y para los cuatro países, una apreciación (depreciación) real del 10% estaba asociada con un aumento (caída) del 5.6% en la tasa de desempleo dos años posteriores al choque. Igualmente, el estudio de Galindo et al. (2007) usando datos para nueve economías latinoamericanas, evalúa el impacto de la tasa de cambio real sobre el empleo industrial bajo el canal de hoja de balance inducido por el nivel de exposición cambiaria que tiene la industria posterior a un episodio de devaluación. Galindo et al. (2007) encuentran que una depreciación de la tasa de cambio real impacta positivamente el crecimiento del empleo industrial. Efecto que, de acuerdo con los autores, podría verse revertido por una mayor exposición cambiaria de la industria.

Para el caso Colombiano, el estudio de Peláez y Sierra (2016) es el único trabajo del cual tienen conocimiento los autores que analiza dicha relación. A diferencia de su análisis, el presente estudio tiene en cuenta que la elasticidad del empleo a cambios en la tasa de cambio

real no es constante y depende de la orientación exportadora de la industria, la participación de las importaciones en las ventas locales así como de la proporción de insumos importados usados en el proceso productivo. Igualmente se considera que los efectos de una depreciación de la tasa de cambio son diferenciados tanto para exportadores como para importadores, haciéndose necesario diferenciar entre una tasa de cambio exportadora e importadora que, interactuadas con la orientación exportadora o importadora podrían amplificar el efecto de una depreciación en el empleo industrial.

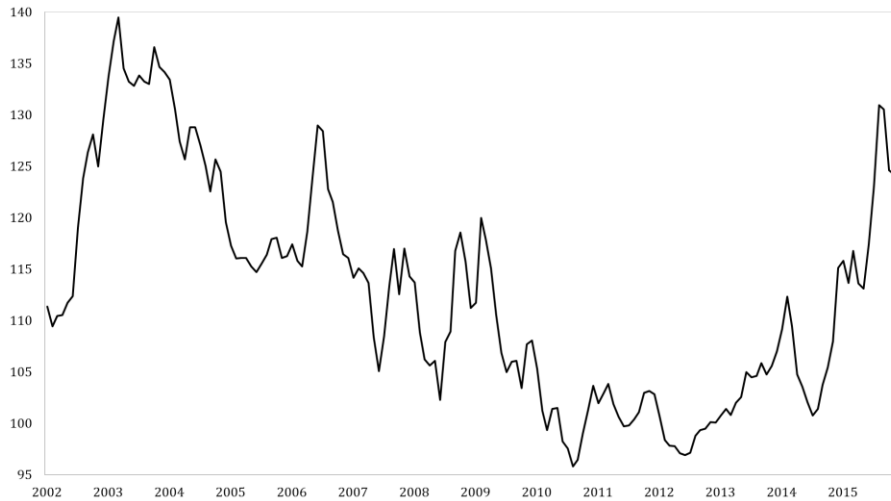
### **3. Tasa de Cambio Real y el Empleo Industrial en Colombia**

En esta sección se presentan las tendencias tanto del nivel de empleo industrial como de la tasa de cambio real entre el periodo 2002 y 2015. En la Figura 1 se observan dos fases de la tasa de cambio durante dicho periodo. Un primer período de apreciación ocurrió entre el primer trimestre del 2003 y el segundo trimestre del 2010, y un segundo período de depreciación se observó a partir del tercer trimestre de 2010. El primer período, caracterizado por una mejora en los términos de intercambio, pudo explicar una proporción importante en el nivel de apreciación real ocurrido. De la misma manera, el mismo periodo coincidió con altos precios del petróleo que aumentaron el nivel de producción y de exportaciones, incrementando el ingreso nacional y por ende los flujos de inversión extranjera que influyeron en la apreciación del tipo de cambio. Por otra parte, la reciente depreciación del tipo de cambio real, observada desde el tercer trimestre de 2014, ha sido resultado de la caída substancial de los precios del crudo.

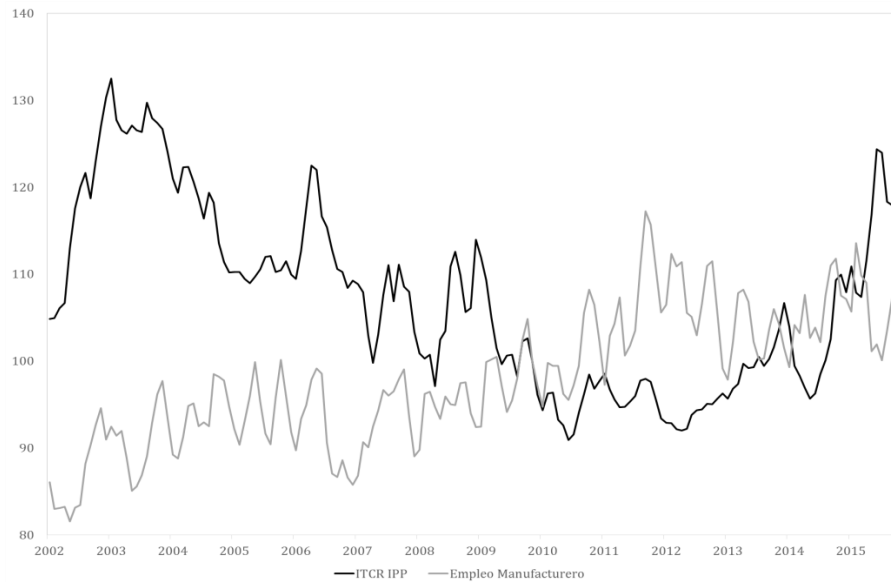
La Figura 2 reporta algunos períodos en los cuales el nivel de empleo manufacturero se comporta en la misma dirección que las variaciones en la tasa de cambio. En efecto entre octubre y diciembre de 2014, período en el cual se presenta una depreciación real, se observa un aumento en el empleo manufacturero. Sin embargo, esta relación no es estable a partir de 2015.

En las Figuras 3 y 4 se presenta el comportamiento de la tasa de cambio exportadora e importadora, respectivamente. Aunque las dos tasas tienen un comportamiento similar, podrían tener efectos diferenciados en el nivel de empleo debido en parte a la heterogeneidad

entre industrias y al monto que se comercia con cada país (Huang et al., 2014), originándose una sustituibilidad o complementariedad entre el insumo extranjero y el local.



**Figura 1** Índice de la Tasa de Cambio Real Según IPP (2010=100). Fuente: Banco de la República.



**Figura 2** Índice de la Tasa de Cambio Real Según IPP (Enero 2010=100) y Empleo Manufacturero (Enero 2010=100). Fuente: Banco de la República y DANE.



#### 4. Relación Teórica entre el Mercado Laboral y la Tasa de Cambio

Los canales de transmisión de las variaciones de la tasa de cambio sobre el empleo de la industria transable pueden ser derivados a partir del problema de maximización de beneficios de la firma en un mercado imperfectamente competitivo. En él, la oferta laboral depende del salario y de la demanda agregada local. Para ello, utilizamos el enfoque teórico desarrollado por Campa y Goldberg (2001), el cual es la base de la evidencia encontrada por Huang y Tang (2015) para Estados Unidos.

Variaciones de la tasa de cambio afectan la demanda laboral a través de cambios en el ingreso del producto marginal del trabajo. Estos cambios se transmiten por dos canales, uno de ingreso y otro de costos. Por un lado, el impacto sobre el ingreso depende de la participación de los ingresos por exportaciones en el total de ingresos (tasa de orientación exportadora, TAE); de la penetración importadora (TPI) así como del grado de pass-through de la tasa de cambio sobre los precios de los bienes exportados e importados. Por su parte, el efecto sobre los costos depende fundamentalmente de la dependencia del proceso productivo en insumos importados, y de la sustituibilidad entre esos insumos y los producidos localmente.

Los resultados del modelo presentado en el Apéndice B, predicen la siguiente elasticidad del nivel de demanda de empleo de equilibrio,  $\tilde{L}_t$ , con respecto a la tasa de cambio:

$$\frac{\partial \tilde{L}_t / \tilde{L}_t}{\partial e_t / e_t} = \frac{p_t}{\beta} \left( (1 + \eta^{-1}) k M_t + (1 + \eta^{*-1}) \chi_t - (\partial Q_t / \partial Z_t^*)^{-1} \alpha \right) \quad (1)$$

donde  $e_t$  es el nivel de la tasa de cambio;  $p_t$  es el precio de los bienes domésticos,  $\beta$  es la participación del nivel de trabajo en el proceso de producción;  $\eta$  y  $\eta^*$  son las elasticidades precio de la demanda doméstica y externa, respectivamente;  $k$  es un factor de proporcionalidad;  $M_t$  es la tasa de penetración de las importaciones;  $\chi_t$  es la tasa de orientación exportadora;  $Q_t$  es la estructura de producción;  $Z_t^*$  es el nivel de insumos importados usados en el proceso productivo y  $\alpha$  la participación de los insumos importados.

Tres canales se visualizan en la ecuación (1) a partir de los cuales la demanda por trabajo óptima responde a cambios en la tasa de cambio: i) a mayor penetración importadora aumenta

la sensibilidad de la demanda de trabajo a cambios en la tasa de cambio; ii) a mayor orientación exportadora mayor es la respuesta de la demanda de trabajo a cambios en la tasa de cambio; iii) ante una depreciación, los insumos importados se encarecen y las firmas que dependan fuertemente de ellos en el proceso de producción podrían, aumentar la demanda de trabajo si se comportan como sustitutos del empleo local, o reducirla en el caso en que sean complementarios.

## 5. Especificación Empírica y Datos

### Especificación empírica

Basados en las implicaciones del modelo teórico, para estimar el efecto que variaciones en la tasa de cambio tienen en el empleo local, seguimos la especificación empírica propuesta por Huang y Tang (2015) como se presenta en la ecuación (2) a continuación:

$$\Delta Empleo_{c,t}^T = \gamma_1 + \gamma_2 \Delta PIB_{c,t}^* + (\gamma_3 + \gamma_4 TAE_{c,t}) \Delta e_{c,t}^x + (\gamma_5 TPI_{c,t} + \gamma_6 \alpha_{c,t} + \gamma_7) \Delta e_{c,t}^m + \gamma_8 \Delta Empleo_{c,t-1}^T + \gamma_9 TAE_{c,t} + \gamma_{10} TPI_{c,t} + \gamma_{11} \alpha_{c,t} + \delta_c + \tau_t + u_{c,t} \quad (2)$$

siendo  $\Delta Empleo_{c,t}^T$  la variación porcentual de los ocupados de la industria transable (T) de la ciudad c. Donde la industria transable corresponde a la industria manufacturera. Como proxy de la demanda externa, se incluye la variación porcentual del producto de los principales socios comerciales por industria agregado por ciudad,  $\Delta PIB_{c,t}^*$ . La tasa de cambio,  $e_{c,t}^x$  corresponde a la tasa de cambio específica de la industria exportadora (x) por ciudad y de manera análoga,  $e_{c,t}^m$  corresponde a la tasa de cambio específica de la industria importadora (m).  $TAE_{c,t}$  y  $TPI_{c,t}$  corresponden a las tasas de apertura exportadora y penetración importadora, respectivamente. Aunque estas últimas están disponibles por industria, para el análisis se agregan a nivel de ciudad.  $\alpha_{c,t}$  hace referencia a la proporción de insumos importados de las industrias en la ciudad respectiva.

Siguiendo a Huang y Tang (2015), las tasas de orientación exportadora y penetración importadora,  $TAE_{c,t}$ ,  $TPI_{c,t}$  así como la participación del insumo importado  $\alpha_{c,t}$  son

interactuadas con la tasa de cambio con el fin de recoger dos de los canales a través de los cuales una variación de la tasa de cambio podría afectar el empleo de la ciudad. De acuerdo con los autores, un aumento en la tasa de cambio, o una depreciación real podría afectar el empleo de dos formas: por un lado podría aumentar la demanda del sector exportador, y por consiguiente el empleo. Por otro lado, podría encarecer las importaciones, y disminuir su demanda. Esto último, a su vez afectaría el empleo de diferentes maneras: aumentando la demanda del insumo nacional y del empleo local cuando los insumos extranjeros y el empleo local son sustitutos, o, disminuyéndolo, en el caso de que existan complementariedades entre el empleo local y el insumo externo.

A diferencia de Huang y Tang (2015), la especificación (2) se estima incluyendo un rezago de las variables independientes (TAE, TPI,  $\alpha$ ) interactuadas con las variaciones contemporáneas de la tasa de cambio para controlar por los efectos que pueda tener la tasa de cambio en la orientación exportadora o importadora de la industria. Los rezagos de la variación del empleo son incluidos para capturar ajustes previos en el empleo que pudieran afectar cambios en el efecto actual. Por su parte  $\delta_c, \tau_t$  corresponden a los efectos fijos de ciudad y de tiempo en cada caso, mientras que el término de perturbación es recogido por  $u_{c,t}$ .

Los datos son agregados por ciudad dado que queremos explotar las diferencias en la composición industrial entre ciudades y de ahí determinar el impacto de la tasa de cambio sobre la variación del empleo a nivel nacional. Se asume que la estructura industrial observada a nivel nacional se mantiene para las ciudades.

Para calcular el efecto de una depreciación real en el empleo local se usa el estimador Arellano-Bond para panel dinámico, el cual usa el estimador de varianza convencional derivado por el método generalizado de momentos. El panel utiliza como instrumentos los rezagos de las variables endógenas y de las variables independientes incluidas en la especificación y no requiere que se incluyan instrumentos exógenos. Una particularidad de este estimador es que no puede existir autocorrelación de segundo orden en las primeras diferencias de los errores. Con el propósito de verificar si se cumple esta condición, se aplica el test de Arellano-Bond. En nuestra especificación incluimos dos rezagos de la variable dependiente dado que no se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación de segundo orden.

Igualmente, estimamos el estimador generalizado de momentos en una fase, pues de acuerdo con la evidencia, el estimador de dos fases pierde eficiencia en muestras finitas. Finalmente, los errores estándar son estimados de manera robusta.

Como ejercicio de robustez la ecuación (2) es estimada usando la corrección de sesgo de mínimos cuadrados de variables dummy para modelos de panel autorregresivos (*Bias-corrected Least Squared Dummy Variable*). Este estimador calcula de manera repetida los errores estándar (*bootstrapping*) para evitar el sesgo de tamaño de muestra como lo sugiere Bruno (2005). La razón por la cual usamos este estimador es porque los resultados del estimador de Arellano-Bond podrían estar sesgados cuando el tamaño de muestra no es lo suficientemente grande. Literatura reciente encuentra que este estimador puede alcanzar mejores resultados en modelos con pocos paneles y periodos de tiempo finito.

## Datos

Para estudiar el efecto de las variaciones de la tasa de cambio en el empleo industrial se consideró el periodo comprendido entre 2002-II y 2013-II con periodicidad trimestral.<sup>1</sup> El periodo elegido para el análisis está determinado principalmente por la disponibilidad de información y la comparabilidad de las fuentes. Para calcular la variación del empleo industrial se usó el número de ocupados de la industria manufacturera para las 13 principales ciudades<sup>2</sup> de la Encuesta Continua de Hogares del DANE entre 2002-II y 2007-II y de la Gran Encuesta Integrada de Hogares para el período 2007-III al 2013-II. La clasificación de la industria manufacturera usada fue la revisión 4 CIU a dos dígitos.<sup>3</sup> Por su parte, la serie de empleo presenta los promedios trimestrales desestacionalizados para luego agregarlos por ciudad.

---

<sup>1</sup> El periodo elegido obedece principalmente a la disponibilidad de la TAE y la TPI calculados por la oficina de estadísticas nacional. Adicional a ello, en años siguientes la clasificación de la industria se modificó haciendo incomparable los subsectores usados en este periodo.

<sup>2</sup> Se incluyen: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Cartagena, Manizales, Montería, Villavicencio, Pasto, Cúcuta, Pereira, Bucaramanga, Ibagué, Cali.

<sup>3</sup> En términos generales esta clasificación considera las siguientes industrias: alimentos, tabaco, textiles, vestido, cueros, maderas, papel, edición, refinación de petróleo, sustancias y productos químicos, caucho y plástico, minerales no metálicos, metalúrgicos básicos, productos de metal, maquinaria y equipo, maquinaria de oficina, electrónicos, equipos de comunicación, vehículos, muebles.

Los datos de tasa de cambio fueron construidos a partir del índice de tasa de cambio real bilateral de Colombia con cada uno de los 22 principales socios comerciales<sup>4</sup> disponible en el Banco de la República, fuente de donde se obtiene también el valor de las exportaciones e importaciones con los principales socios comerciales<sup>5</sup> y para cada una de dichas industrias. En ambos casos se consideró el valor FOB en términos reales tomando diciembre de 2010 como periodo base.

Siguiendo a Huang y Tang (2015), la tasa de cambio específica para la industria exportadora fue calculada como una agregación por industria de los cambios promedios (los últimos cinco trimestres) de las tasas de cambio bilaterales ponderadas por la participación exportadora de cada país en la industria, tal y como se presenta a continuación:

$$\frac{e_{i,t}^x - e_{i,t-1}^x}{e_{i,t-1}^x} = \sum_j \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 \frac{export_{i,j,t-k}}{export_{i,t-k}} \cdot \frac{e_{j,t} - e_{j,t-1}}{e_{j,t-1}}$$

siendo  $e_{j,t}$  la tasa de cambio de Colombia con el país  $j$ .  $export_{i,j,t-k}$  corresponde a las exportaciones de la industria  $i$  al país  $j$  en el periodo  $t-k$  y  $export_{i,t-k}$  las exportaciones totales de la industria  $i$ . Al igual que en Huang y Tang (2015), los rezagos de la participación exportadora son incluidos para controlar por la contemporaneidad entre la tasa de cambio y dicha participación. El procedimiento análogo se realizó para calcular la tasa de cambio importadora de la industria.

Por su parte, la orientación exportadora del país se modela a través de la tasa de apertura exportadora y la tasa de penetración importadora (TAE y TPI, respectivamente), ambas tomadas de los indicadores de competitividad de comercio exterior del DANE disponibles a partir del 2002 y hasta el segundo trimestre de 2013.<sup>6</sup> El cálculo de las tasas de orientación exportadora reportadas por el DANE es estándar y en línea con la literatura:

---

<sup>4</sup> Los países incluidos son: EEUU, Canadá, Japón, Inglaterra, Alemania, Holanda, España, Francia, Italia, Bélgica, Suiza, Suecia, México, Panamá, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Chile, Argentina, China, Corea del Sur.

<sup>5</sup> Los principales socios comerciales corresponden a los 22 países sobre los cuales se calcula el índice de tasa de cambio real en Colombia, los cuales equivalen a más del 80% del comercio del país.

<sup>6</sup> A partir del 2015 no es posible construir los indicadores debido a la revisión 5 de la clasificación CIIU para este periodo, dificultando la comparación.

$$TAE_{i,t} = \frac{exportaciones_{i,t}}{producción_{i,t}}$$

$$TPI_{i,t} = \frac{importaciones_{i,t}}{consumo interno_{i,t}} = \frac{importaciones_{i,t}}{importaciones_{i,t} + producción_{i,t} - exportaciones_{i,t}}$$

siendo  $TAE_{i,t}$  y  $TPI_{i,t}$  las tasas de apertura exportadora y penetración importadora para la industria  $i$ , en el período  $t$ , respectivamente.

La participación de los insumos importados de cada industria se tomó de la matriz insumo producto del DANE para el 2010, en la cual, cada una de las industrias reporta los insumos usados de otras industrias así como los importados. Con el fin de tener una participación de insumos importados cambiante en el tiempo, se sigue a Huang y Tang, quienes multiplican la participación de los insumos usados por cada industria por la penetración importadora de cada período. Así,  $\alpha_{i,t}$ , se calcula siguiendo estudios anteriores como sigue (ver Campa y Goldberg, 1997; Huang y Tang, 2015):

$$\alpha_{i,t} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} m_{j,t} p_{j,t} q_{j,t}^i}{VP_{i,t}}$$

Siendo  $m_{j,t}$  la participación del insumo importado de la industria  $j$  usado por la industria  $i$ .  $p_{j,t} q_{j,t}^i$ , el valor de los insumos de la industria  $j$  usados por la industria  $i$  y  $VP_{i,t}$  el costo de producción de la industria  $i$ , la cual como en Huang y Tang (2015) corresponde a la suma de insumos intermedios y remuneración salarial. De esta manera, el ratio  $\frac{p_{j,t} q_{j,t}^i}{VP_{i,t}}$  refleja la proporción de insumos de la industria  $j$ , usados por la industria  $i$ .

Para el cálculo de la demanda externa se usó la información trimestral del crecimiento del PIB<sup>7</sup> real de cada uno de los  $j$  principales socios comerciales en cada período ( $\Delta PIB_{j,t}^*$ ) ponderada por la participación promedio de cada país en las exportaciones totales de cada industria (usando el promedio móvil de los últimos 5 periodos):

$$\frac{PIB_{i,t}^* - PIB_{i,t-1}^*}{PIB_{i,t-1}^*} = \sum_j \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 \frac{exportaciones_{i,j,t-k}}{exportaciones_{i,t-k}} \cdot \frac{PIB_{j,t}^* - PIB_{j,t-1}^*}{PIB_{j,t-1}^*}$$

Si bien la información comercial, la tasa de cambio y la demanda externa fueron reportadas por industria, los datos fueron agregados posteriormente a nivel de ciudad. La variación de la tasa de cambio es así un promedio ponderado de los cambios en la tasa de cambio para un grupo de industrias manufactureras de la ciudad, ponderado por el empleo rezagado de cada industria en cada ciudad. De manera adicional, a todas las variables independientes (ej., TAE, TPI, participación de insumos importados, demanda externa) les fue substraída su media para posteriormente ser interactuadas con la variación de la tasa de cambio.

La demanda interna, sugerida en el modelo, no fue posible incluirla por ciudad debido a la ausencia de datos de esta naturaleza. En su lugar, efectos fijos de tiempo recogen comportamientos macroeconómicos como los generados por la demanda local.

## 6. Resultados

Para estimar el efecto de una depreciación en el empleo manufacturero local usamos el estimador Arellano-Bond para paneles dinámicos. Los resultados de la ecuación (2) se presentan en la Tabla 1. Cada columna incluye de manera diferente la variación porcentual de la tasa de cambio. Como se mencionó anteriormente, las variables independientes que están interactuadas están expresadas con relación a la media muestral por lo que una depreciación debe ser interpretada con respecto al promedio del periodo.

---

<sup>7</sup> La información fue tomada de la OECD en caso de países miembros y de las oficinas locales de estadística en el caso de los países Latinoamericanos.

En la primera columna se estima un modelo que usa la tasa de cambio promedio entre la tasa de cambio exportadora y la importadora. El coeficiente de la tasa de cambio promedio es estadísticamente significativo y negativo. Sin embargo, en esta especificación no es claro el mecanismo del impacto sobre el empleo ya que podrían existir efectos diferenciados desde la tasa de cambio exportadora o importadora, respectivamente.

La columna (2) que incluye únicamente la tasa de cambio exportadora reporta un efecto negativo y significativo sobre el empleo. En la columna (3) se incluye únicamente la tasa de cambio importadora, observándose un efecto negativo en el empleo. De acuerdo a este último resultado, una depreciación de la tasa de cambio importadora del 1% por encima de la observada en el período, está relacionada con una disminución en el empleo local del 0.2%. Dicho coeficiente refleja dos canales diferentes a través del cual la tasa de cambio afecta el empleo. Por un lado está el canal de sustitución de productos importados, por medio del cual una depreciación de la tasa de cambio importadora encarece los productos extranjeros, aumenta la demanda de bienes domésticos, y por consiguiente la demanda del empleo local. Por otro lado, está el canal de insumos importados por medio del cual, una depreciación de la tasa de cambio importadora aumenta el costo de dichos insumos, reduciendo su demanda. En el caso en el que el empleo local sea complemento de los insumos importados, el efecto sobre el empleo sería negativo. Es así como un coeficiente negativo sugiere que el efecto de la depreciación sobre los costos de insumos importados tiene un alto impacto sobre el empleo manufacturero en Colombia. Sin embargo, al separar cada uno de estos efectos, capturados con la TPI y la participación de los insumos importados ( $\alpha$ ) ponderados por la tasa cambio importadora, aunque se obtienen los signos esperados, no resultan ser estadísticamente significativos.

Finalmente, la columna (4) que incluye tanto la tasa de cambio exportadora como la importadora, es nuestra especificación preferida, así como lo es para el estudio de Huang y Tang (2015). Los resultados sugieren un efecto negativo y significativo de una depreciación en el empleo manufacturero local. Cuando la depreciación, medida con una variación de la tasa de cambio exportadora es 1% superior al promedio de la observada en el periodo analizado, la magnitud del coeficiente sugiere que el empleo en las ciudades aumenta en 0.2%. En contraste, cuando la depreciación es medida con una variación de la tasa de cambio

importadora, se observa un efecto negativo del 0.4% en el empleo manufacturero local. Contrario a lo observado para el caso de EEUU, no encontramos evidencia de una variación adicional en el empleo dependiendo de la orientación exportadora/importadora de la ciudad. En efecto, los coeficientes para la tasa de apertura exportadora o importadora no resultan ser estadísticamente significativos.

El  $\alpha$  por su parte, o la participación de los insumos importados en la industria local tiene un signo negativo sugiriendo que, en presencia de una depreciación, las industrias con alta participación de insumos importados reducen el empleo de la ciudad. Los resultados son estadísticamente significativos.

El test Arellano-Bond presentado al final de la tabla sugiere que no hay correlación serial en los errores diferenciados de orden 2, lo cual indica que el modelo estimado está bien especificado.

Una de las condiciones de validez del estimador Arellano Bond para el panel dinámico es tener un panel infinito y de tiempo finito. Para el presente ejercicio el panel podría parecer limitado, 13 ciudades (y 45 trimestres). Como prueba de robustez las columnas de la (5) a la (8) repiten la estimación anterior usando el estimador de corrección de sesgo (*Bias-corrected LSDV*) con errores estándar *bootstrapped* para evitar el sesgo de tamaño de muestra.

Los coeficientes de la tasa de cambio exportadora sugieren nuevamente un efecto positivo, pero no significativo de una depreciación en el empleo local. La magnitud del coeficiente sugiere que, una depreciación de la tasa de cambio exportadora del 1% por encima de la depreciación del periodo, aumenta el empleo local en 0.14%, aunque el efecto no es estadísticamente significativo. Por su parte el efecto de la depreciación medida con la tasa importadora está relacionado con una reducción en el empleo local del 0.31%. El coeficiente es estadísticamente significativo. Nuevamente no se observa ningún efecto adicional por una depreciación dependiendo de la orientación exportadora o importadora de la ciudad medida por la TAE o TPI.

El  $\alpha$ , o la participación importadora de los insumos tienen un efecto negativo aunque no es estadísticamente significativo. Una de las razones para que el  $\alpha$  no sea estadísticamente significativo podría explicarse porque usamos la matriz insumo-producto

de 2010 para el cálculo de la participación de insumos usados por cada industria y la penetración importadora de cada una como proxy de la participación importadora en cada periodo, lo cual pudo haber agregado algo de error de medida a la estimación.

En general, los resultados sugieren que la depreciación real tiene mayores efectos sobre el empleo manufacturero por el encarecimiento de las importaciones que por el efecto de “abaratamiento” de las exportaciones. Dado que las ponderaciones de cambios en la tasa de cambio exportadora e importadora reflejan la participación de las exportaciones e importaciones en la industria, este resultado podría estar determinado por la alta presencia importadora del sector industrial. Mientras que en 2013 se exportaban 21.659 millones de dólares (correspondientes al 37% del total de exportaciones), las importaciones del sector alcanzaban los 56.500 millones de dólares (correspondientes al 95% de todo lo importado).<sup>8</sup> Igualmente, el DANE reporta que en el 2014 la relación entre los insumos importados y la producción total de las unidades productivas en dicho sector fue igual al 13.5% en comparación con un nivel promedio de 6.2% para el total de actividades económicas. Por otro lado, la relación entre los insumos de origen importado y el consumo intermedio en el mismo sector fue igual al 19.8% en comparación con un nivel promedio de 13% para el total de actividades económicas. Es posible que a nivel de ciudad la mayor proporción de importados industriales se mantenga sobre la proporción de exportados, explicando en parte que la depreciación de la tasa de cambio importadora tenga un efecto más grande en las ciudades en donde la industria importa más. De esta manera, el efecto negativo sobre el empleo será mayor puesto que la cantidad importada es más alta en dicho sector.

## **7. Conclusiones**

La industria manufacturera en Colombia se ha caracterizado por una alta dinamización de la mano con el comercio internacional. De esta manera es de esperarse que variaciones en factores relacionados con el sector externo tengan un efecto significativo en la producción y

---

<sup>8</sup> Usando datos del DANE, se observa para el 2018 que la participación de las importaciones realizadas por el sector manufacturero como proporción de las importaciones totales llegaba al 94%. Las exportaciones del sector por su parte, alcanzaban una participación del 44% en el total de exportaciones.

en el empleo del sector. En la última década Colombia ha vivido un periodo de apreciación generalizada de su tasa de cambio con una depreciación considerable desde finales del 2014, de aquí la importancia de estudiar qué tanto se ha afectado el empleo local. En este estudio buscamos responder esta pregunta para el sector manufacturero considerando la orientación exportadora de cada industria para las 13 principales ciudades y áreas metropolitanas del país. De acuerdo con la literatura, una depreciación real afectaría el empleo de manera positiva vía la mayor demanda exportadora y la sustitución de productos importados por bienes domésticos, mientras que, el efecto es ambiguo si se piensa en el encarecimiento de los insumos importados. Esto último debido a que, la variación del empleo local frente a la menor demanda de importados podría ser positiva o negativa dependiendo del grado de sustituibilidad o complementariedad entre el empleo local y el insumo externo.

Siguiendo la metodología propuesta por Huang y Tang (2015) se encuentra que una depreciación de la tasa de cambio exportadora aumenta el empleo local en 0.2%. Por su parte la variación de la tasa de cambio importadora genera un efecto negativo del 0.4%. Este último resultado sugiere que el empleo local se comporta como complementario del insumo importado.

La industria manufacturera tiene una alta participación importadora tanto en producto como en insumos, lo que la hace estar más expuesta a variaciones en la tasa de cambio importadora en contraste a la exposición por variaciones de la tasa de cambio exportadora. Esto refuerza la mayor sensibilidad del empleo manufacturero local a cambios en la tasa de cambio importadora en contraste a lo que pasa con el empleo local ante variaciones de la tasa de cambio exportadora.

Finalmente, aunque en este estudio no se analiza el papel de la fragilidad de la infraestructura, particularmente de la logística en términos de vías y puertos, seguramente este factor juega un papel crucial en la evidencia encontrada. Algo por explorar son los salarios, pues, es posible que la depreciación tenga un efecto mayor en los salarios que en el empleo. Igualmente, se podría analizar el impacto que tiene la depreciación real en cada tipo de industria.

**Tabla 1. Estimaciones del efecto de la variación de la tasa de cambio en el empleo**

	Arellano-Bond				Bias Corrected LSDV Estimator			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cambio en el empleo local (t-1)	-0.55*** (0.03)	-0.54*** (0.03)	-0.55*** (0.03)	-0.55*** (0.03)	-0.41*** (0.04)	-0.40*** (0.04)	-0.41*** (0.04)	-0.41*** (0.04)
Cambio en el empleo local (t-2)	-0.32*** (0.03)	-0.32*** (0.03)	-0.31*** (0.03)	-0.32*** (0.03)				
PIB externo	-0.04 (0.19)	-0.02 (0.17)	0.04 (0.16)	0.04 (0.17)	-0.07 (0.17)	-0.04 (0.18)	-0.04 (0.16)	-0.01 (0.18)
Tasa de cambio promedio	-0.20*** (0.06)				-0.15** (0.07)			
Tasa de cambio exportadora		-0.17*** (0.06)		0.15* (0.09)		-0.12* (0.07)		0.14 (0.17)
Tasa de cambio importadora			-0.22*** (0.06)	-0.37*** (0.10)			-0.16** (0.07)	-0.31* (0.17)
Tasa Apertura Exportadora, TAE (t-1)	0.08 (0.05)	0.04 (0.04)		0.08 (0.05)	0.06 (0.08)	0.04 (0.06)		0.06 (0.08)
TAE(t-1)*Tasa de cambio promedio	-0.01 (0.01)				-0.00 (0.01)			
TAE(t-1)*Tasa de cambio exportadora		-0.00 (0.01)		-0.00 (0.01)		-0.00 (0.01)		0.00 (0.01)
Tasa Penetración Importadora, TPI (t-1)	-0.09 (0.14)		0.00 (0.13)	-0.09 (0.14)	-0.11 (0.21)		-0.04 (0.16)	-0.10 (0.21)
TPI(t-1)*Tasa de cambio promedio	0.01 (0.02)				0.00 (0.02)			
TPI(t-1)*Tasa de cambio importadora			0.01 (0.01)	0.01 (0.02)			0.00 (0.01)	0.01 (0.01)
Alpha, proxy insumos importados (t-1)	0.95 (0.92)		0.19 (0.74)	0.86 (0.96)	0.62 (1.65)		0.00 (1.21)	0.54 (1.65)
Alpha(t-1)*Tasa de cambio promedio	-0.14 (0.10)				-0.06 (0.13)			
Alpha(t-1)*Tasa de cambio importadora			-0.10 (0.09)	-0.17* (0.09)			-0.07 (0.13)	-0.11 (0.14)
q==2	5.84*** (2.07)	5.73*** (2.03)	5.74*** (2.05)	5.77*** (2.08)	6.93*** (1.27)	6.91*** (1.24)	6.83*** (1.26)	6.86*** (1.27)

q==3	6.27*** (2.27)	6.53*** (2.29)	6.43*** (2.30)	6.04*** (2.25)	9.49*** (1.38)	9.66*** (1.33)	9.52*** (1.34)	9.25*** (1.37)
q==4	10.60*** (2.59)	10.71*** (2.60)	10.57*** (2.59)	10.38*** (2.58)	10.76*** (1.10)	10.81*** (1.10)	10.73*** (1.10)	10.60*** (1.10)
Constant	-5.26** (2.16)	-5.40** (2.11)	-5.55*** (2.12)	-5.44*** (2.11)				
Observations	533	533	533	533	559	559	559	559
P-value Z AB Test Orden 1	0.00	0.00	0.00	0.00				
P-value Z AB Test Orden 2	0,2164	0,2454	0,2461	0,2934				

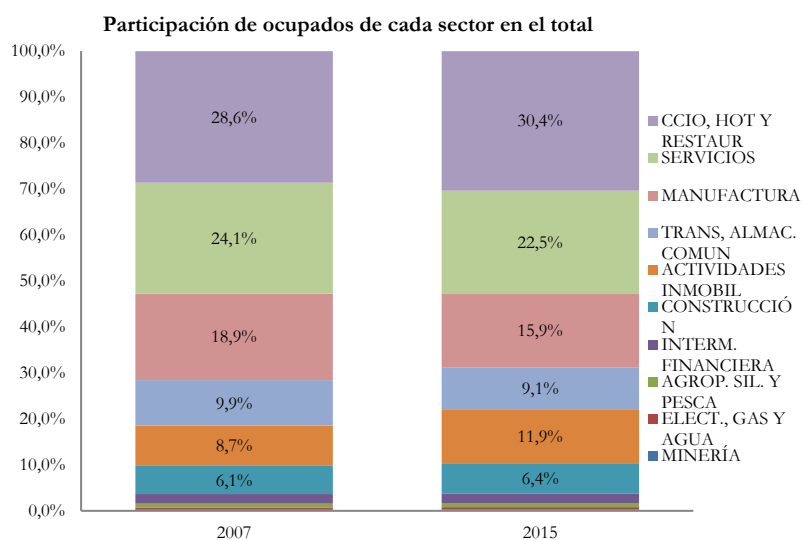
Nota: Los errores estándar presentados en paréntesis fueron calculados de manera robusta para la estimación Arellano-Bond y con *bootstrapp* en el caso de la estimación LSDV. Las tasas de penetración importadora y exportadora así como la participación de insumos importados son presentadas restando su media e interactuados por la variación de la tasa de cambio. Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de ciudad y de tiempo. \*, \*\* y \*\*\* corresponden a los niveles de significancia del 10%, 5% y 1%, respectivamente.

## Referencias

- Arango, C. y Rojas, Á. (2004). Demanda laboral y reforma comercial en el sector manufacturero colombiano: 1977-1999. *Ensayos Sobre Política Económica*, (44), 96–154.
- Birchenall, J. A. (1998). Cálculo del PIB Potencial en Colombia. *Revista de Planeación Y Desarrollo*, 29(3), 212–231.
- Branson, W. H. y Love, J. (1988). U.S. Manufacturing and the Real Exchange Rate. In R. Marston (Ed.), *Misalignment of Exchange Rates: Effects on Trade and Industry* (pp. 241–276). University of Chicago Press.
- Bruno, G. (2005). Estimation and inference in dynamic unbalanced panel-data models with a small number of individuals. *Stata Journal*, 5(4), 473–500.
- Campa, J. y Goldberg, L. S. (1997). The Evolving External Orientation of Manufacturing Industries: Evidence from Four Countries. *Economic Policy Review*, 3(2), 53–81.
- Campa, J. M. y Goldberg, L. S. (2001). Employment versus Wage Adjustment and the U.S. Dollar. *Review of Economics and Statistics*, 83(3), 477–489.
- Echevarría, J. J. y Villamizar Mauricio. (2006). *El Proceso Colombiano de Desindustrialización* (Borradores de economía No. 361).
- Frenkel, R. y Ros, J. (2006). Unemployment and the real exchange rate in Latin America. *World Development*, 34(4), 631–646.
- Galindo, A., Izquierdo, A. y Montero, J. M. (2007). Real exchange rates, dollarization and industrial employment in Latin America. *Emerging Markets Review*, 8(4), 284–298.
- Hatemi-J., A. y Irandoust, M. (2006). The response of industry employment to exchange rate shocks: Evidence from panel cointegration. *Applied Economics*, 38(4), 415–421.
- Huang, H., Pang, K. y Tang, Y. (2014). The effects of exchange rates on employment in Canada. *Canadian Public Policy*, 40(4), 339–352.
- Huang, H. y Tang, Y. (2015). How Did Exchange Rates Affect Employment in U.S. Cities? *Contemporary Economic Policy*, 34(4), 678–697.
- Melo, L. y Ballesteros, C. (2013). Creación, destrucción y reasignación del empleo en el sector manufacturero colombiano. *Revista de Economía Institucional*, 15(28), 281–311.
- Mesa, F. y Gutierrez, J. (1996). Efectos de la apertura económica en el mercado laboral industrial. *Planeación Y Desarrollo*, 27(4), 13–45.

- Nickell, S. J. (1986). Dynamic models of labour demand. *Handbook of labor economics*, 1, 473-522.
- Nucci, F. y Pozzolo, A. F. (2010). The exchange rate, employment and hours: What firm-level data say. *Journal of International Economics*, 82(2), 112–123.
- Ocampo, J., Sánchez, F., Hernandez, G. y Prada, M. (2004). Crecimiento de las exportaciones y sus efectos sobre el empleo, la desigualdad y la pobreza en Colombia. *Centro de Estudios Sobre Desarrollo Económico*, 1–34.
- Peláez, S., Tomás, J., Sierra, S., & Paola, L. (2016). Does industrial employment react to movements in the real exchange rate?: An empirical analysis for Colombia, 2000-2010. *Latin american journal of economics*, 53(1), 39-60.
- Revenge, A. L. (1992). Exporting Jobs?: The Impact of Import Competition on Employment and Wages in U. S. Manufacturing. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(1), 255–284.
- Rodriguez, J. (2013). Determinantes de la demanda de empleo en el sector manufacturero colombiano, 2000-2010. *Lecturas de Economía*, (79), 45–72.
- Rodrik, D. (1998). Has Globalization Gone Too Far? *Challenge*, 41(2), 81–94.

## Apéndice A



**Figura A.1.** Participación de ocupados de cada sector en el empleo total. Fuente: DANE, Encuesta Nacional de Hogares.

## Apéndice B

### Modelo Teórico

Se considera el modelo dinámico desarrollado por Campa y Goldberg (2001) en el cual las firmas o productores maximizan el valor presente del flujo de beneficios actual y futuro,  $\pi$ , y toman como dado el nivel de la tecnología. El proceso de producción usa tres factores: trabajo doméstico  $L_t$ , factores de producción diferentes a trabajo producidos domésticamente  $Z_t$ , y factores importados  $Z_t^*$ . Los precios de los factores de producción son expresados en moneda local e iguales a  $w_t$ ,  $s_t$  y  $e_t s_t^*$ , respectivamente. La demanda agregada en el mercado local  $y_t$  y en el mercado externo  $y_t^*$ , y la tasa de cambio  $e_t$  que se define como la moneda local por unidad de moneda extranjera, son las variables no observadas para el productor representativo en el momento  $t$ .

Las variables de elección de la firma representativa son: i) la cantidad de bienes vendida en los mercados domésticos  $q_t$ , e internacionales  $q_t^*$ ; ii) el volumen de factores domésticos diferentes al trabajo  $Z_t$ , e importados  $Z_t^*$ ; y iii) la cantidad de trabajo contratada  $L_t$ .

El problema de la firma se puede representar como:

$$\pi(y_t, y_t^*, e_t) = \max_{q_t, q_t^*, L_t, Z_t, Z_t^*} \sum_{t=0}^{\infty} \phi_t [p(q_t: y_t, e_t)q_t + e_t p^*(q_t^*: y_t^*, e_t)q_t^* - w_t L_t - s_t Z_t - e_t s_t^* Z_t^*] \quad (\text{B.1})$$

sujeto a la restricción tecnológica  $Q_t = q_t + q_t^* = L_t^\beta Z_t^{*\alpha} Z_t^{1-\alpha-\beta}$ , junto a las funciones inversas de demanda en el mercado local  $p(q_t: y_t, e_t) = a(y_t, e_t)q_t^{-1/\eta}$ , y en el mercado externo  $e_t p^*(q_t^*: y_t^*, e_t) = a^*(y_t^*, e_t)q_t^{*-1/\eta^*}$ , donde los parámetros  $\eta$  y  $\eta^*$  son las elasticidades de la demanda doméstica y externa que enfrentan las firmas, respectivamente.

Teniendo en cuenta las condiciones de primer orden del problema de maximización y aplicando el teorema de Euler, se obtiene el valor óptimo de la demanda por trabajo:

$$\begin{aligned} \tilde{L}_t = & \frac{Q_t}{w_t} (p(q_t: y_t, e_t)(1 + \eta^{-1})(1 - \chi_t) + e_t p^*(q_t^*: y_t^*, e_t)(1 + \eta^{*-1})(\chi_t) - \\ & e_t s_t^* \alpha \left( \frac{\partial Q_t}{\partial Z_t^*} \right)^{-1} - s_t(1 - \alpha - \beta) \left( \frac{\partial Q_t}{\partial Z_t} \right)^{-1}) \end{aligned} \quad (\text{B.2})$$

donde  $\chi_t = p_t^* q_t^* / (p_t q_t + p_t^* q_t^*)$  es la participación del valor de las exportaciones en el total de ingresos.

La elasticidad de la demanda por trabajo con respecto a la tasa de cambio es:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{L}_t / \tilde{L}_t}{\partial e_t / e_t} = & \frac{1}{\beta} (p_t(\cdot)(1 + \eta^{-1})\eta^{pe} + \chi_t(e_t p_t^*(\cdot)(1 + \eta^{*-1})(1 + \eta^{p^*e}) - p_t(\cdot)(1 + \\ & \eta^{-1})\eta^{pe}) - \alpha e_t s_t^* \left( \frac{\partial Q_t}{\partial Z_t^*} \right)^{-1}) \end{aligned} \quad (\text{B.3})$$

donde  $\eta^{pe}$  y  $\eta^{p^*e}$  son las elasticidades de precios interna y externa con respecto a la tasa de cambio. La elasticidad de la demanda por trabajo con respecto a la tasa de cambio depende de las elasticidades de la demanda de la firma en los mercados doméstico y externo. De acuerdo a Campa y Goldberg (2001) esas elasticidades se pueden entender en el contexto de la teoría de pass-through de la tasa de cambio. Para mercados imperfectamente competitivos, la elasticidad precio domestica con respecto a la tasa de cambio  $\eta^{pe}$  es proporcional a la tasa de penetración importadora  $kM_t$ , donde  $k$  es un factor de proporcionalidad. Igualmente, la elasticidad precio externa con respecto a la tasa de cambio es proporcional a la penetración que tiene el mercado local en los mercados externos  $M_t^*$ . Se asume que la ley de un solo precio se mantiene ex ante ( $e_t p_t^* = p_t$ ), que el costo real de los factores de producción  $\frac{s_t^*}{p_t^*}$  es igual a 1, y que el producto de dos participaciones de términos de comercio es cercano a cero ( $\chi_t M_t = 0$  y  $\chi_t M_t^* = 0$ ). Bajo estos supuestos, la elasticidad de la demanda laboral con respecto a la tasa de cambio se reduce a la siguiente expresión:

$$\frac{\partial \tilde{L}_t / \tilde{L}_t}{\partial e_t / e_t} = \frac{p_t}{\beta} \left( (1 + \eta^{-1})kM_t + (1 + \eta^{*-1})\chi_t - (\partial Q_t / \partial Z_t^*)^{-1} \alpha \right) \quad (\text{B.4})$$

Usando las ecuaciones B.2 y B.4 y log-linealizando la demanda óptima por trabajo llegamos a la siguiente expresión reducida:

$$\tilde{L}_t = b_0 + b_1 y_t + b_2 y_t^* + (b_{3,0} + b_{3,1} \chi_t + b_{3,2} M_t + b_{3,3} \alpha_t) e_t + b_4 w_t + b_5 s_t + b_6 s_t^* \quad (\text{B.5})$$

Campa y Goldberg (2001) y Nickell (1986) muestran que después de un choque en la tasa de cambio, el nivel de empleo sigue una senda de ajuste parcial:

$$L_t = \mu L_{t-1} + (1 - \mu) \tilde{L}_t \quad (\text{B.6})$$

La ecuación B.6 dice que el empleo depende del nivel del periodo anterior y del nivel actual de equilibrio en ausencia de costos de ajuste. El parámetro  $\mu$  describe la velocidad de ajuste al nivel óptimo. Insertando la ecuación B.5 en la ecuación B.6:

$$L_t = c_0 + c_1 L_{t-1} + c_2 y_t + c_3 y_t^* + (c_{4,0} + c_{4,1} \chi_t + c_{4,2} M_t + c_{4,3} \alpha_t) e_t + c_5 w_t + c_6 s_t + c_7 s_t^* \quad (\text{B.7})$$

donde  $c_0 = (1 - \mu)b_0$ ,  $c_1 = \mu$ ,  $c_2 = (1 - \mu)b_1$ ,  $c_3 = (1 - \mu)b_2$ ,  $c_{4,0} = (1 - \mu)b_{3,0}$ ,  $c_{4,1} = (1 - \mu)b_{3,1}$ ,  $c_{4,2} = (1 - \mu)b_{3,2}$ ,  $c_{4,3} = (1 - \mu)b_{3,3}$ ,  $c_5 = (1 - \mu)b_4$ ,  $c_6 = (1 - \mu)b_5$ ,  $c_7 = (1 - \mu)b_6$ .

Para completar la descripción del mercado laboral incluimos la oferta en dicho mercado. Asumimos que la oferta de trabajo es una función de los salarios y de la demanda agregada:

$$L_t = a_0 + a_1 w_t + a_2 y_t \quad (\text{B.8})$$

Igualando B.7 y B.8, encontramos la solución de las ecuaciones para el empleo y el salario:

$$w_t = \omega_0 + \omega_1 L_{t-1} + \omega_2 y_t + \omega_3 y_t^* + (\omega_{4,0} + \omega_{4,1} \chi_t + \omega_{4,2} M_t + \omega_{4,3} \alpha_t) e_t + \omega_5 s_t + \omega_6 s_t^* \quad (\text{B.9})$$

(B.9)

$$L_t = \vartheta_0 + \vartheta_1 L_{t-1} + \vartheta_2 y_t + \vartheta_3 y_t^* + (\vartheta_{4,0} + \vartheta_{4,1} \chi_t + \vartheta_{4,2} M_t + \vartheta_{4,3} \alpha_t) e_t + \vartheta_5 s_t + \vartheta_6 s_t^* \quad (\text{B.10})$$

(B.10)

La ecuación (B.10) es la base de nuestra especificación empírica. En este documento no modelamos los salarios de la industria. Igualmente, el PIB doméstico, los precios de los insumos domésticos (costo del capital) y externos diferentes a trabajo (precios del petróleo) no se incluyen en la estimación econométrica dado que no varían entre ciudades y están incorporados en los efectos fijos de trimestre.

