



BANCO CENTRAL DE BOLIVIA

Minería en Bolivia: Implicancias en el comercio y producción*

Angélica Calle Sarmiento

Paul Bustos Anaya

Documento de trabajo N.º 07/2019

Revisado por: José Antonio Caballero P.

Diciembre de 2019

* El presente documento no refleja necesariamente la visión del Banco Central de Bolivia y sus autoridades, sus conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Resumen

Desde la época colonial, el sector minero ha tenido una participación importante en la estructura productiva del país y también enfrentó eventos de vital transformación que han moldeado su desempeño hasta el presente. En la actualidad, el sector minero no cuenta con una extensa literatura sobre el análisis empírico formal, por lo cual este trabajo contribuye, en esta medida, a analizar la relación de las variables más importantes del sector (producción, exportaciones y PIB minero) con la trayectoria de variables internas y externas importantes para el periodo 1990 - 2018. Los resultados muestran que las exportaciones de los principales minerales reaccionan principalmente a la dinámica de la producción, mientras que la producción responde al comportamiento/*shocks* de los índices de producción industrial de Japón, Corea del Sur, Estados Unidos y China.

Clasificación JEL: *A1, D2, G00, L00, O4*

Palabras clave: *VAR, funciones impulso respuesta, minería*

Mining in Bolivia: Implications for trade and production^{*}

Abstract

Since colonial times, the mining sector has had an important participation in the productive structure of Bolivia and it also has faced events of vital transformation that have shaped its performance until the present. Currently, there is no an extensive literature of formal empirical analysis about the behavior of the Bolivian mining sector. In this sense this document contributes to the analysis of the relationship between the most important variables of the mining sector (production, exports and mining GDP) and the path of relevant external variables during the period 1990 - 2018. The results show that exports of main minerals react principally to the production dynamics, whilst minerals production responds to the industrial production indexes of Japan, South Korea, United States, and China.

JEL Classification: *A1, D2, G00, L00, O4*

Keywords: *Vector Autoregressive Model, Impulse Response Function, Mining*

^{*} This document does not necessarily reflect the views of the Central Bank of Bolivia and its authorities, its conclusions are the sole responsibility of the authors.

I. Introducción

La actividad minera es uno de los sectores más representativos y dinámicos de la economía boliviana cuya evolución está sujeta tanto al desempeño del contexto externo como interno. Las oscilaciones en los niveles de producción minera responden a cambios en los precios internacionales, a la demanda externa de metales de los principales socios comerciales (Japón, EE. UU., China, Corea del Sur, entre otros) y también a la capacidad productora de los actores mineros en el país. Respecto a las cotizaciones de los minerales en los mercados internacionales, se debe señalar que los primeros seis meses de 2010 y 2012, y finales de 2015 fueron periodos con caídas importantes en precios.

Por su parte, la minería representa una parte muy importante en la canasta exportadora de nuestra economía representando, en promedio, un 44% del total durante los últimos 3 años, por encima de la exportación de hidrocarburos y productos no tradicionales. Entre los principales mercados de destino en la exportación de los productos seleccionados para el análisis, cabe destacar la importancia del mercado asiático, principalmente Japón, China y Corea del Sur, para el zinc, plata y plomo; mientras que en el caso del estaño los principales compradores son EE. UU., Países Bajos y España.

La actividad minera enfrentó eventos de vital transformación que han moldeado su desempeño hasta la actualidad, por lo cual es importante efectuar un análisis empírico sobre la relación de las variables más importantes del sector (producción, exportaciones y PIB minero) con la trayectoria de variables internas y externas importantes.

Mediante la estimación de un modelo VAR y el posterior cálculo de las funciones impulso-respuesta se pudo observar que, las exportaciones reaccionan principalmente a la dinámica de la producción. Mientras que la producción reacciona al comportamiento/*shocks* de los índices de producción industrial de Japón, Corea del Sur, Estados Unidos y China. El *shock* en los índices industriales es más elevado entre el primer y segundo trimestre y los mismos perduran hasta dos años con intensidad reducida.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma, en la sección II se muestran los hechos estilizados en términos de producción y exportaciones. La sección III muestra una breve revisión literaria. Por su parte, la sección IV muestra el modelo VAR estimado y los principales resultados. Finalmente la sección V contiene las conclusiones del análisis.

II. Hechos estilizados

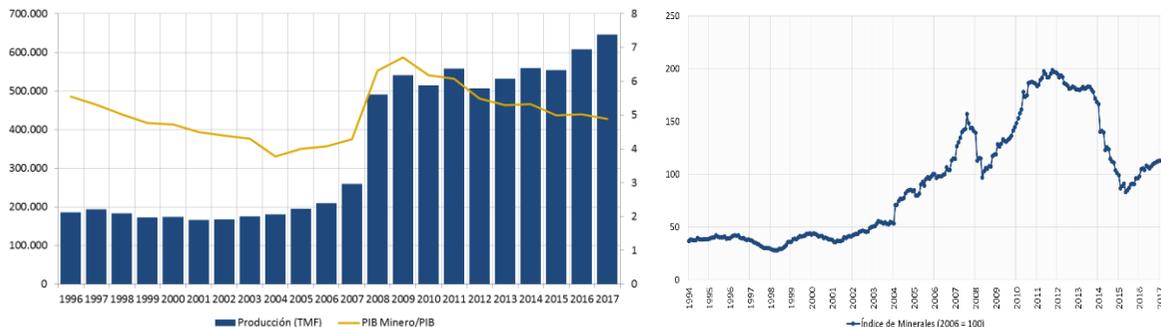
II.1. La producción minera

La actividad minera es uno de los sectores más representativos y dinámicos de la economía boliviana cuya evolución está sujeta tanto al desempeño del contexto externo como interno. La tasa de crecimiento promedio de este sector fue de 0,13% entre 1994 y 2005, tasa que para 2006 – 2018 alcanzó a 7,1%. A pesar de que este promedio fue elevado, entre 2010-2015, el desarrollo del sector experimentó una etapa de menor dinamismo, donde la producción se contrajo en los años 2010, 2012 y 2015 (con tasas negativas de 5,0; 9,2% y 1,0%, respectivamente) siguiendo una trayectoria descendente a partir de 2016.

Las oscilaciones en los niveles de producción minera responden a cambios en los precios internacionales, a la demanda externa de metales de los principales socios comerciales (Japón, EE.UU., China, Corea del Sur, entre otros) y también a la capacidad productora de los actores mineros en el país. Respecto a las cotizaciones de los minerales en los mercados internacionales, se debe señalar que los primeros seis meses de 2010 y 2012, y finales de 2015, fueron periodos con caídas importantes en precios (Gráfico 1).

Gráfico 1: PRODUCCIÓN FÍSICA, PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL PIB MINERO EN EL PIB NACIONAL E ÍNDICE DE PRECIOS DE MINERALES

(En miles de TMF, porcentajes e índice)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Nota: (Proy) corresponde a la proyección 2017.

Desde 2006 hasta 2017 se registró una expansión de la producción nacional de concentrados, alcanzando su punto máximo en 2017 con 634,8 Mil TMF. En particular, la producción de zinc, plomo, y plata se incrementó notablemente a partir de 2008 (aunque la producción de estaño registró incrementos menores) producto de los fuertes flujos de Inversión Extranjera Directa (IED) que recibió la minería extractiva, en especial los

proyectos de San Cristóbal, San Vicente, San Bartolomé y Sinchi Wayra, y la creciente inversión pública. Gracias a este empuje, el país mejoró su posición en el *ranking* mundial de producción del *World Metal Statistics* (WME) entre 2000 y 2011, en 4 minerales importantes (zinc, plomo, estaño y plata) que forman parte de su canasta de exportación (Cuadro 1). En conjunto, estos cuatro minerales son responsables de alrededor del 90% de los ingresos del sector.

Cuadro 1: POSICIÓN DE BOLIVIA EN EL RANKING MUNDIAL DE PRODUCCIÓN MINERA

Mineral	Posición Mundial 2000	% Participacion Prod. Mundial	Posición Mundial 2011	% Participacion Prod. Mundial
Zinc	11 avo	1,69%	7 mo	3,36%
Estaño	5 to	5,11%	4 to	6,74%
Estaño (Metálico)	7 mo	3,40%	6 to	4,09%
Plata	9 no	2,40%	8 vo	5,12%
Antimonio	5 to	1,64%	s/d	s/d
Plomo	23 avo	0,31%	8 vo	2,14%

Fuente: *World Metal Statistics*

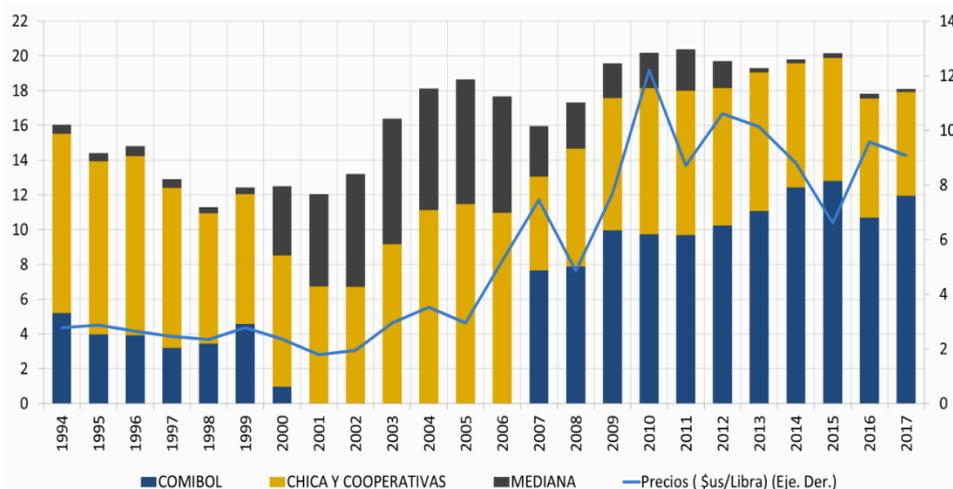
En cuanto a las reservas de estaño, en Bolivia, se estimaron en 400.000 TM para 2016 y representan un 8,5% del total de reservas mundiales (U.S. Geological Survey - USGS, 2017). A pesar de no haberse efectuado trabajos de perforación para determinar las reservas probadas, según el Plan Sectorial de Desarrollo Integral Minero Metalúrgico 2016 - 2020 existen importantes yacimientos de estaño en Huanuni, Japo, Santa Fe, Morococala (Oruro), Colquiri, y Caracoles (La Paz), así como Cerro Rico, Llallagua, Catavi, Colavi, Colquechaca y Chocaya (Potosí).¹

Entre 1994 – 2005, la producción promedio anual de estaño era 14.397 TMF la cual tenía una participación mayoritaria de la minería corporativizada (más del 60% del total). El bajo precio del estaño ocasionó la salida de COMIBOL de la actividad productiva [Código Minero, 1997 (Gaceta Oficial de Bolivia, 1997)] a partir de 2001, constituyéndose únicamente en administrador de contratos y asumiendo la dirección de las actividades mineras y metalúrgicas de los grupos mineros nacionalizados en 1952. Posteriormente, entre 2007 y 2017, la producción creció alcanzando un promedio anual de 18.951 TMF anuales, destacando el aporte estatal con una participación promedio de alrededor del 54%

¹ Asimismo, se tienen desmontes o colas como Catavi, Siglo XX, Milluni, Kellguani, y Chocaya, entre otros, que aun contando con leyes bajas de estaño, la disponibilidad de tecnología moderna podría hacer rentables las operaciones.

(con más de 10.397 TMF mensuales promedio) de la producción total. La Empresa Minera Huanuni (EMH)² perteneciente a COMIBOL, se constituye en el productor principal con un aporte promedio de 8.000 TMF por año. En cuanto a los sectores restantes, la minería cooperativista contribuye con un promedio anual de 7.300 TMF, mientras que la minería privada con un promedio anual de 1.350 TMF. Se debe destacar, que la producción total de este mineral se incrementó de 19.802 TMF en 2014 a 20.139 TMF en 2015, producto de la puesta en marcha del Horno Ausmelt en septiembre de 2015.

Gráfico 2: PRODUCCIÓN DE ESTAÑO POR SECTOR
(Miles de TMF)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística – *Bloomberg L.P.*

Nota: La producción para 2017 fue estimada

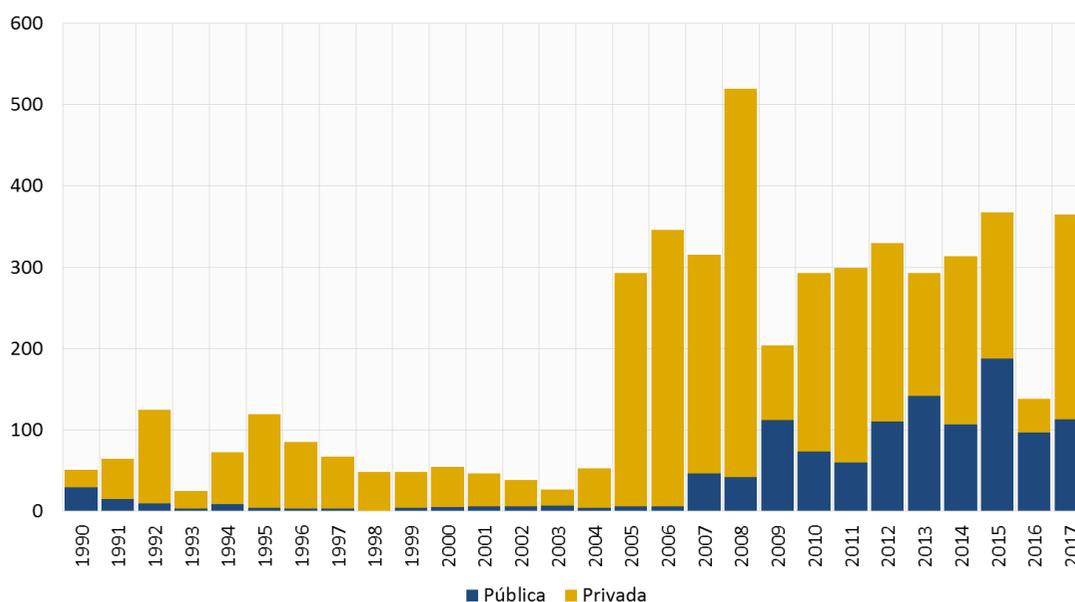
La Empresa Metalúrgica Vinto (EMV) es la fundidora más grande de concentrado de estaño en el país y produce estaño metálico de exportación con grado A-1 (pureza del 99,95%). Alrededor del 83% de los concentrados que se procesan en la EMV provienen de la Empresa Minera Huanuni y la Empresa Minera Colquiri, y el restante 18% de las cooperativas mineras, comercializadoras y minería chica. Respecto al Horno Ausmelt, se prevé ampliar su capacidad de fundición de estaño hasta 30.000 TMF/año.

² “Los principales productores de concentrados de estaño son Huanuni y Colquiri, ambos [...] con una producción conjunta de 9.700 y 10.200 Tn en 2011 y 2012 (55% del total nacional). La producción de Huanuni triplica a la de Colquiri, siendo, ambas empresas, estratégicas para el abastecimiento de Vinto”. (Ministerio de Minería y Metalurgia, 2017).

A partir de 1995, la producción de zinc y plata muestran un crecimiento estable, mientras que la de plomo permanecía levemente rezagada. A pesar de la baja contribución de este último, a partir de 1998, los tres metales (zinc, plomo y plata) en conjunto, representaron más del 90% de la producción total. Este comportamiento fue observado hasta 2007, experimentando un drástico cambio a partir de 2008³ como consecuencia de los mayores flujos de IED que recibió la minería extractiva con los proyectos de San Cristóbal, San Vicente, San Bartolomé y Sinchi Wayra (Gráficos 3).

Gráfico 3: INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA EN MINERÍA

(Millones de dólares americanos)



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia – Dossier Estadístico

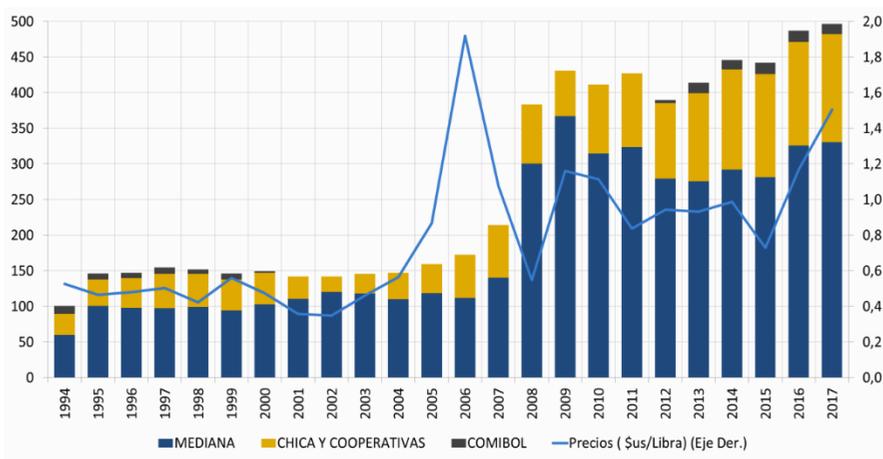
Actualmente, la minería privada juega un papel destacable en cuanto a volúmenes de producción de metálicos, con aproximadamente el 77% de la producción total de plomo, 70% de la producción de zinc y 68% en la producción de plata, mediante cuatro grandes operadores en el eslabón de extracción: Empresa Minera San Cristobal, Empresa Minera Sinchi Wayra, Pan American Silver y Empresa Minera Manquiri.

Otro actor importante son las cooperativas mineras, las cuales a lo largo del periodo de análisis aportaron en promedio entre 31 - 40% de la producción nacional de plata, 26 - 28%

³ En 2008, y respecto a la gestión previa, se registraron tasa de crecimiento del plomo de 257,7%, zinc con 79,2%, y plata con 112%, respecto a la gestión previa.

de la producción de zinc y entre 21 - 28% de plomo. En el caso de la plata, el sector produce aleaciones de zinc con plata o plomo con plata, que son entregados por lo general a las plantas de flotación⁴ para la obtención de concentrados de mineral.

Gráfico 4: PRODUCCIÓN DE ZINC POR SECTOR
(Miles de TMF)



Fuente: Instituto nacional de Estadística – *Bloomberg L.P.*

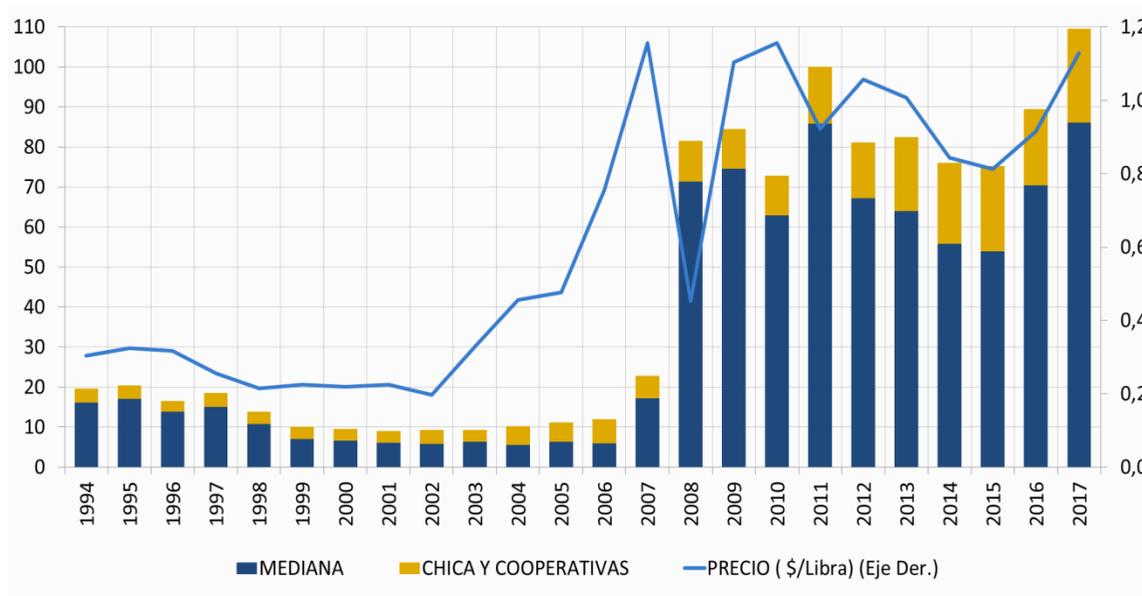
Nota: La producción para 2017 fue estimada

En términos de precios, entre 1994 – 2005 el zinc, plomo y plata mantuvieron precios promedio estables a la baja (0,5 USD/libra, 0,3 USD/libra y 5,6 USD/OT, respectivamente). Este comportamiento cambia a partir de 2006, año a partir del cual los precios son más elevados con descensos en algunos años; como es el caso del zinc, que en 2006 alcanzó el precio más alto de 1,92 USD/libra, el cual en 2008 se desplomó a 0,84 USD/libra y posteriormente muestra una clara tendencia ascendente hasta 2017 (Gráfico 4). Por su parte, el plomo alcanzó en 2007 y 2010 su valor más elevado con 1,16USD/libra, a partir de 2013 el precio experimentó tasas de crecimiento negativas hasta 2015, para luego comenzar su ascenso hasta 2017 (Gráfico 5). Por último, el precio de la plata en 2010, fue

⁴El proceso de flotación se inicia al cargar la pulpa de plomo o zinc, a la cual se agregan previamente varios reactivos químicos, en recipientes especiales denominados “celdas de flotación”, donde se agita la mezcla. Se introduce aire a presión a la celda para permitir la formación de pequeñas burbujas en el interior de la pulpa a las que, por efecto de reactivos espumantes como el MIBC y el F150 y reactivos modificadores como el óxido de zinc, cianuro de sodio, silicato de sodio y sulfato de cobre, se promueve la adherencia de las partículas del mineral que se desea seleccionar. De esta manera el mineral es arrastrado hasta la superficie en forma de espuma para luego ser retirado de la celda de flotación.

de 31,0 USD/OT el cual siguió una tendencia descendente hasta alcanzar en 2015 un valor de 13,9 USD/OT, en 2016 y 2017 los precios tienen una tendencia creciente (Gráfico 6).

Gráfico 5: PRODUCCIÓN DE PLOMO POR SECTOR
(Miles de TMF)

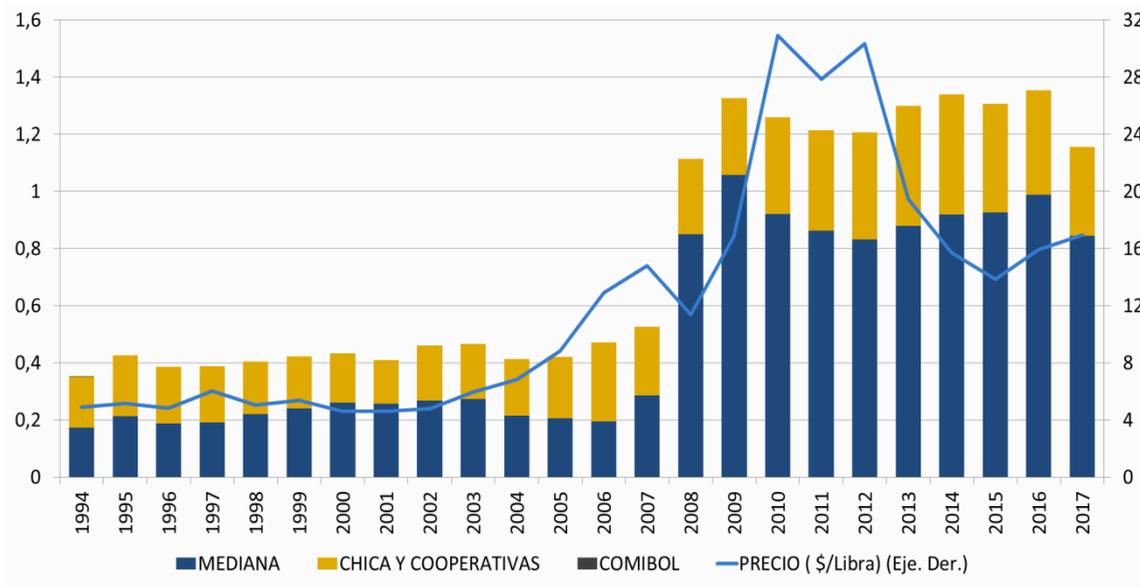


Fuente: Instituto Nacional de Estadística, *Bloomberg L.P.*

Nota: La producción para 2017 fue estimada

Es importante destacar que la Empresa Minera Manquiri en Potosí produce y exporta plata metálica, al igual que la Compañía Royal Silver de Cochabamba. El mayor exportador de plata, asociada a los concentrados de zinc y plomo, es la Empresa Minera San Cristóbal que produce más de 1.600 toneladas por día (Tn/día) de concentrados de plomo-plata-zinc. Sin embargo, la mayoría de las operaciones mineras tradicionales están dedicadas a la flotación de complejos polimetálicos de plomo-plata-zinc y ninguna de ellas recupera en Bolivia metales de los óxidos o metales estratégicos como cadmio, indio, galio, selenio, telurio, entre otros.

**Gráfico 6: PRODUCCIÓN DE PLATA POR SECTOR
(Miles de TMF)**



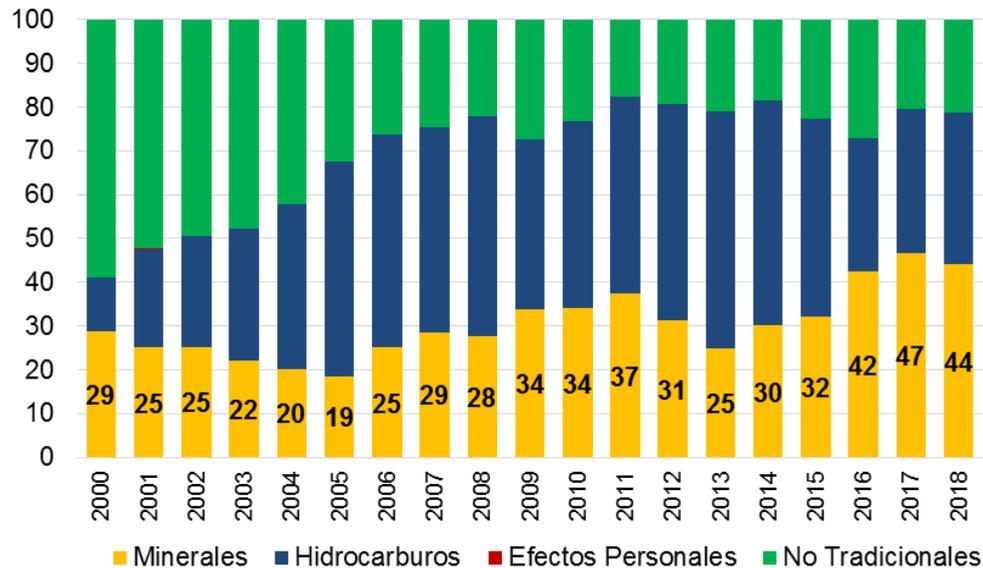
Fuente: Instituto Nacional de Estadística – *Bloomberg L.P.*

Nota: La producción para 2017 fue estimada

II.2. Las exportaciones mineras

La minería representa una parte muy importante en la canasta exportadora de nuestra economía representando, en promedio, un 44% del total durante los últimos 3 años, por encima de la exportación de hidrocarburos y productos no tradicionales.

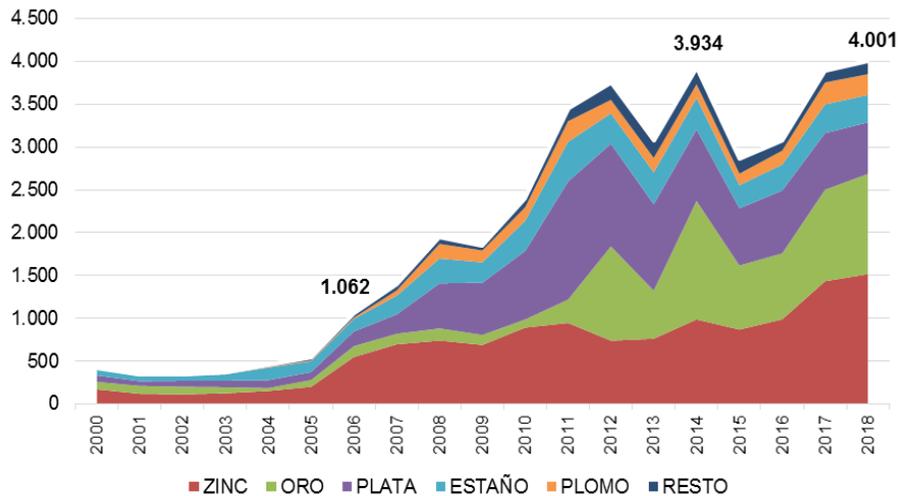
Gráfico 6: COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES
(En porcentaje)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

La exportación de minerales alcanzó en 2018 su mayor valor registrado, reflejando una importante recuperación desde la gestión 2015. Respecto a su composición, la exportación se encuentra concentrada en 5 productos: zinc, oro, plata, estaño y plomo, los cuales representan, en promedio, un 95% del total de minerales exportados en el periodo 2000-2018. Se debe destacar la participación del zinc y el oro en los últimos años; sin embargo, para los fines del presente estudio se excluyó el oro del análisis, pues este mineral representa, además, un activo de reserva, por lo cual no responde de igual manera a las variables a analizar.

Gráfico 7: COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES
(En millones de dólares)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Respecto a los principales mercados de destino en la exportación de los productos seleccionados para el análisis, cabe destacar la importancia del mercado asiático, principalmente Japón, China y Corea del Sur, para el zinc, plata y plomo; mientras que en el caso del estaño, los principales compradores son EE. UU., Países Bajos y España.

Se debe resaltar la importancia de Bolivia como proveedor en los mercados señalados, siendo hasta hoy uno de los principales exportadores de minerales a nivel mundial. De acuerdo a información del Observatorio de Complejidad Económica, para 2017, el 38% del total del zinc importado por Japón provino de nuestro país; así también se abasteció un 25% de la plata y 8% del plomo comprado por Corea del Sur y el 24% del estaño importado por EE. UU.

Gráfico 8: PRINCIPALES DESTINOS DE LAS EXPORTACIONES POR PRODUCTO
(En millones de dólares)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

III. Breve revisión literaria

Los trabajos en el ámbito minero son diversos, destacando a Bebbington et al. (2008) quienes señalan que la minería es una actividad que genera polémica respecto a su potencial para generar desarrollo, pues se la ha caracterizado por generar efectos adversos para la mayoría de la población en términos sociales, económicos y ambientales, así como ganancias para muy pocos. Sin embargo, otros autores como Pegg (2006), señalan que “...la minería es potencialmente una importante fuente de bienestar, que puede generar importantes beneficios económicos para países pobres.” [Traducción libre de Pegg (2006) p. 377].

Por su parte, Bayona (2016) p. 5 destaca el caso de Canadá, donde “...la explotación de los recursos naturales ha producido efectos positivos en el desarrollo social y crecimiento económico, llegando a la estructuración de clusters. Sin embargo, en otros países los derrames fiscales por la explotación de recursos naturales no se hacen visibles en el desarrollo social, ni han producido encadenamientos con otros sectores económicos, lo que ha configurado economías con rasgos de enclave.”

Aroca (2001) estudia los impactos de la minería en el desarrollo económico local de Chile, analizando los encadenamientos que tiene la minería en la Segunda Región de Chile, en la que calcula el impacto sobre la producción, los ingresos y el empleo. Concluye que “...el sector minero no es importante en términos de los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás [...], pero [su impacto] es significativo cuando se mide desde [...] la producción.” [Traducción libre de Aroca (2001) p. 119].

Analizando la relación entre las diferentes actividades económicas, Koitsiwe y Adachi (2015) investigan la correlación dinámica entre el PIB minero, el PIB manufacturero, el PIB de servicios y el tipo de cambio de Australia, empleando un modelo de Vectores Autoregresivos (VAR). Entre los resultados más importantes, encuentran que el PIB minero contribuye a las variaciones en servicios, o a su vez que la minería ‘Granger-causea’ al sector de servicios.

Sahoo et al. (2014) observan la relación entre exportaciones de minerales, producción industrial y crecimiento económico en India a través de series de tiempo anuales (1981-2010). Utilizando análisis de cointegración y un modelo de Vector de Corrección de Errores (VECM) encuentran que estas tres variables están cointegradas; asimismo la causalidad de Granger mediante el VECM mostró que hay una causalidad de largo plazo que va desde el crecimiento económico y la producción industrial hacia las exportaciones de minerales.

IV. Estimación y resultados

Considerando que actualmente no se cuenta con un análisis formal que evalúa el sector minero boliviano, se efectuó un modelo VAR con información desde 1990 - 2018 que permite observar la relación entre las variables endógenas como exportaciones mineras, producción y PIB minero con variables exógenas como precios, índice de producción industrial del Japón, índice de producción industrial de Corea del Sur, índice de producción industrial de China, índice de producción industrial de EE. UU., índice de manufactura electrónica y de computadoras de EE. UU.

Para la estimación se plantea un modelo VAR de orden n con variables endógenas, según la siguiente especificación:

$$Y_t = A_0 + \sum_{s=1}^n A_s Y_{t-s} + GW_t + \mu_t$$

donde Y_t es un vector columna $k \times 1$; n es el orden del modelo VAR, o número de retardos de cada variable en cada ecuación, y μ_t es un vector $k \times 1$ de innovaciones con $Var(\mu_t) = \Sigma$ constante y W_t es un vector de variables exógenas.

En un modelo VAR todas las variables son tratadas simétricamente, siendo explicadas por el pasado de todas ellas. El modelo tiene tantas ecuaciones como variables y los valores retardados de todas las ecuaciones aparecen como variables explicativas en todas las ecuaciones.

Las funciones de respuesta al impulso miden la reacción de cada una de las variables a un *shock* en una de las innovaciones estructurales. En un sistema de interrelaciones, todas las variables reaccionarán a dicho *shock*; además, tratándose de un modelo dinámico, puede haber reacciones contemporáneas pero también en todos los periodos siguientes. Por tanto, para cada innovación del modelo hay tantas funciones de respuesta al impulso como variables endógenas; cada una de dichas funciones depende del tiempo transcurrido desde que se produce el *shock*. Tenemos por tanto una matriz $K \times K$ de tales funciones de respuesta al impulso.

Las funciones de respuesta al impulso generan una gran cantidad de números, pues se calcula el impacto que en cada instante futuro tendría sobre cada variable del modelo, un impulso en una determinada innovación, y ello puede repetirse para las innovaciones en cada una de las ecuaciones. Por eso suelen representarse en varios gráficos, cada uno de los cuales incluye las respuestas a través del tiempo, de una determinada variable a un impulso en cada una de las innovaciones; de este modo se tiene tantos gráficos como variables en el modelo, cada uno de ellos conteniendo tantas curvas como variables.

Se estimaron modelos VAR para el zinc, estaño, plomo y plata; asimismo, se calcularon las funciones impulso respuesta ante *shocks* de variables que resultaron ser estadísticamente significativas (ver Apéndice). Las Tablas A.1 y A.2 muestran los resultados en el caso del zinc y estaño; en el primer caso las exportaciones dependen en gran medida de la producción y del índice industrial de Japón; por su parte, la producción de zinc depende de sus rezagos y del índice industrial de Japón y Corea del Sur. En el caso del estaño, las exportaciones se ven impactadas únicamente por los niveles de producción nacional, mientras que estas a su vez son afectadas por los índices industriales de EE. UU., principal demandante de este metal.

Las funciones impulso respuesta, en el caso de las exportaciones de zinc, mostraron que un *shock* en el índice industrial de Corea incrementa las exportaciones en dos trimestres en más de 0,2 desviaciones estándar; en contraste, un *shock* del índice industrial de Japón solo tiene un impacto en el primer trimestre en 0,5 desviaciones estándar. Para el impacto en producción, ambos indicadores industriales (Japón y Corea) implican un *shock* en producción de 0,3 desviaciones estándar. Por su parte, el estaño, al registrar efecto solo en producción, evidencia que el índice industrial de producción de equipos electrónicos en EE. UU. implica un mayor impacto un trimestre adelante, ya que un *shock* positivo de este indicador incrementa la producción en 0,2 desviaciones estándar (Gráfico A.1 y A.2).

Para el plomo y plata (Tablas A.3 y A.4) los resultados del VAR muestran que las exportaciones de plomo y plata reaccionan solamente a los niveles rezagados de producción, mientras que la producción de ambos se ve afectada significativamente por el índice industrial de Corea del Sur, contemporáneamente.

En cuanto a las funciones de impulso respuesta, se observó que un *shock* positivo en el índice industrial de Corea del Sur impacta a la producción de plomo en más de 0,5 desviaciones estándar (Gráfico A.3) mientras que este mismo *shock* implica un incremento en la producción de plata en 0,3 desviaciones estándar (Gráfico A.4). El *shock* resulta importante hasta el primer trimestre en el caso del plomo, y se amplía hasta el segundo trimestre para la plata.

V. Conclusiones

Desde la época colonial, el sector minero ha tenido una participación importante en la estructura productiva del país. Su aporte al crecimiento económico ha cobrado relevancia en diversos periodos a lo largo de la historia boliviana y, en la actualidad, es un sector que puede determinar el curso del crecimiento económico. La tasa de crecimiento promedio de este sector fue de 0,13% entre 1994 y 2005 y de 7,1% para el período 2006 – 2018. A pesar de que este promedio fue elevado, entre 2010-2015 el desarrollo del sector experimentó una etapa de menor dinamismo, donde la producción se contrajo en los años 2010, 2012 y 2015 (con tasas negativas de -5,0; -9,2% y -1,0%, respectivamente).

La exportación de minerales alcanzó en 2018 su mayor valor registrado, reflejando una importante recuperación desde la gestión 2015. Se encuentra concentrada en cinco productos: zinc, oro, plata, estaño y plomo, que representan en promedio un 95% del total

de minerales exportados en el periodo 2000-2018. Los principales mercados de destino en la exportación de los productos seleccionados para el análisis son el asiático, principalmente Japón, China y Corea del Sur, para el zinc, plata y plomo; mientras que en el caso del estaño los principales compradores son EE. UU., Países Bajos y España.

Las estimaciones del modelo VAR mostraron que para zinc, estaño, plomo y plata, las exportaciones de estos metales reaccionan principalmente a la dinámica de la producción, mientras que la producción de estos minerales reacciona al comportamiento/*shocks* de los índices de producción industrial de Japón, Corea del Sur, EE. UU. y China, dejando de lado un impacto de los precios internacionales. El *shock* en los índices industriales es más elevado entre el primer y segundo trimestre y perdura hasta dos años después con intensidad reducida.

Las funciones impulso respuesta, en el caso de las exportaciones de zinc, mostraron que un *shock* en el índice industrial de Corea incrementa las exportaciones en dos trimestres en más de 0,2 desviaciones estándar; en contraste, un *shock* del índice industrial de Japón solo tiene un impacto en el primer trimestre en 0,5 desviaciones estándar. En cuanto al impacto en producción, ambos indicadores industriales (Japón y Corea) implican un *shock* en producción de 0,3 desviaciones estándar.

El estaño, al registrar efectos solo en producción, evidencia que el índice industrial de producción de equipos electrónicos de EE. UU. muestra el mayor impacto un trimestre adelante, implicando que un *shock* positivo de este indicador incrementa la producción en 0,2 desviaciones estándar.

Para el plomo y plata, los resultados del VAR muestran que las exportaciones de plomo y plata reaccionan solamente a los niveles rezagados de producción, mientras que su producción se ve afectada significativamente por el índice industrial de Corea del Sur de manera contemporánea.

En cuanto a las funciones de impulso respuesta, se observó que un *shock* positivo en el índice industrial de Corea del Sur impacta a la producción de plomo en más de 0,5 desviaciones estándar, mientras que implica un incremento en la producción de plata en 0,3 desviaciones estándar. El *shock* resulta importante hasta el primer trimestre, en el caso del plomo, y se amplía hasta el segundo trimestre para la plata.

Referencias bibliográficas

- ARANGO, C. A. and A. PACHÓN (2004). "Minimum Wages in Colombia: Holding the Middle with a Bite on the Poor" Banco de la República Colombia, Borradores de Econ
- AROCA, P. (2001). "Impacts and development in local economies based on mining: The case of the Chilean II region" *Resources Policy*, 27 (2), pp. 119 - 134
- BAYONA, E. M. (2016). "Producción de carbón y crecimiento económico en la región minera del Caribe colombiano" *Revista de Economía del Caribe*, 17, pp. 1 - 38
- BEBBINGTON A., L. HINOJOSA, D. HUMPHREYS, M. L. BURNEO, X. WARNAARS (2008). "Contention and Ambiguity: Mining and the Possibilities of Development" *Development and Change*, 39 (6), pp. 887 - 914
- GACETA OFICIAL DE BOLIVIA (1997). *Ley N.º 1777, Código de Minería*, de 17 de marzo
- KOITSIWE K. and T. ADACHI (2015). "Australia Mining Boom and Dutch Disease: Analysis Using VAR Method" *Procedia Economics and Finance*, 30, pp. 401 - 408
- MINISTERIO DE MINERÍA Y METALURGIA (2017). *Resolución Ministerial No. 018/2017, Plan sectorial de desarrollo integral minero metalúrgico 2016-2020*, de 9 de febrero
- MINISTERIO DE MINERÍA Y METALURGIA (2018). "Dossier Estadísticas del sector minero metalúrgico 1980 – 2017" La Paz, Bolivia
- PEGG, S. (2006). "Mining and poverty reduction: Transforming rhetoric into reality", *Journal of Cleaner Production*, 14 (3 - 4), pp. 376 - 387
- SAHOO, A. K., D. SAHOO, N. C. SAHU (2014). "Mining export, industrial production and economic growth: A cointegration and causality analysis for India" *Resources Policy*, 42, pp. 27 - 34
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY - USGS (2017). *Mineral Commodity Summaries 2017*, United States of America

Apéndice

Tabla A.1: MODELO VAR PARA ZINC

ZINC			
VARIABLES	(1) Export	(2) Produccion	(3) Pib Minería
L.lxzinc	-0.6627*** (0.1268)	-0.1774* (0.0933)	-0.0837 (0.0703)
L2.lxzinc	-0.2351* (0.1277)	-0.0039 (0.0939)	-0.1036 (0.0708)
L.lzinc	0.8919*** (0.1958)	0.6164*** (0.1441)	-0.1176 (0.1086)
L2.lzinc	0.6764*** (0.2093)	0.3573** (0.1540)	0.3022*** (0.1160)
L.lpib_min	0.6294*** (0.2203)	0.2920* (0.1621)	0.8331*** (0.1221)
L2.lpib_min	-0.4959** (0.2149)	-0.3595** (0.1581)	-0.1707 (0.1191)
d2	0.3143*** (0.0767)	0.2913*** (0.0564)	0.2207*** (0.0425)
d3	-0.0079 (0.0461)	0.0143 (0.0339)	0.0258 (0.0255)
dlpzinc	0.0454 (0.0907)	0.0210 (0.0667)	-0.0108 (0.0503)
ljapon_ind	0.5231** (0.2099)	0.3468** (0.1545)	0.0190 (0.1164)
D.lcore_ind	0.1953 (0.1870)	0.3187** (0.1376)	0.1714* (0.1037)
Constant	-0.6482 (1.9019)	1.4021 (1.3994)	4.1478*** (1.0543)
Observations	106	106	106

Tabla A.2: MODELO VAR PARA ESTAÑO

ESTAÑO			
VARIABLES	(1) Export	(2) Produccion	(3) Pib Minería
L.lxestano	-0.1402 (0.0980)	-0.1283* (0.0746)	-0.0728 (0.0495)
L2.lxestano	-0.0966 (0.0975)	0.0380 (0.0743)	0.1096** (0.0493)
L.lestano	0.4495*** (0.1179)	0.4360*** (0.0899)	-0.1242** (0.0596)
L2.lestano	0.2016 (0.1261)	0.3817*** (0.0961)	0.0879 (0.0637)
L.lpib_min	0.0436 (0.1792)	0.4679*** (0.1365)	0.7084*** (0.0906)
L2.lpib_min	-0.1265 (0.1591)	-0.5504*** (0.1212)	-0.0575 (0.0804)
d1	-0.2673*** (0.0737)	-0.1036* (0.0562)	-0.0084 (0.0373)
d2	0.2587*** (0.0970)	0.0879 (0.0739)	0.2582*** (0.0490)
dlpestano	0.0781 (0.0913)	0.0002 (0.0695)	-0.0663 (0.0461)
lusa_ind	-0.5428 (0.4405)	-1.0833*** (0.3355)	0.0171 (0.2226)
lusa_ind_elec	0.1097 (0.0790)	0.2051*** (0.0602)	-0.0032 (0.0399)
Constant	7.9110*** (2.6400)	7.4450*** (2.0111)	4.2889*** (1.3341)
Observations	106	106	106

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Gráfico A.1: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA PARA EXPORTACIONES Y PRODUCCIÓN DE ZINC (COREA Y JAPÓN)

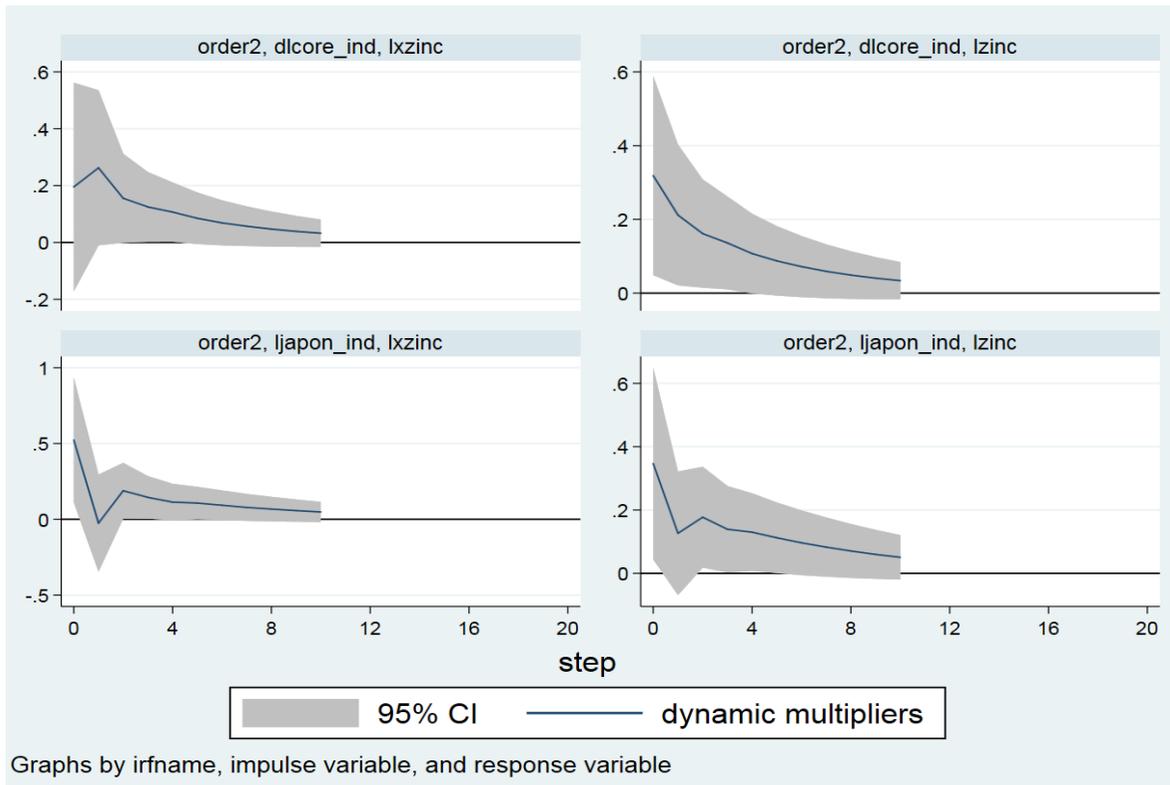


Gráfico A.2: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA PARA EXPORTACIONES Y PRODUCCIÓN DE ESTAÑO

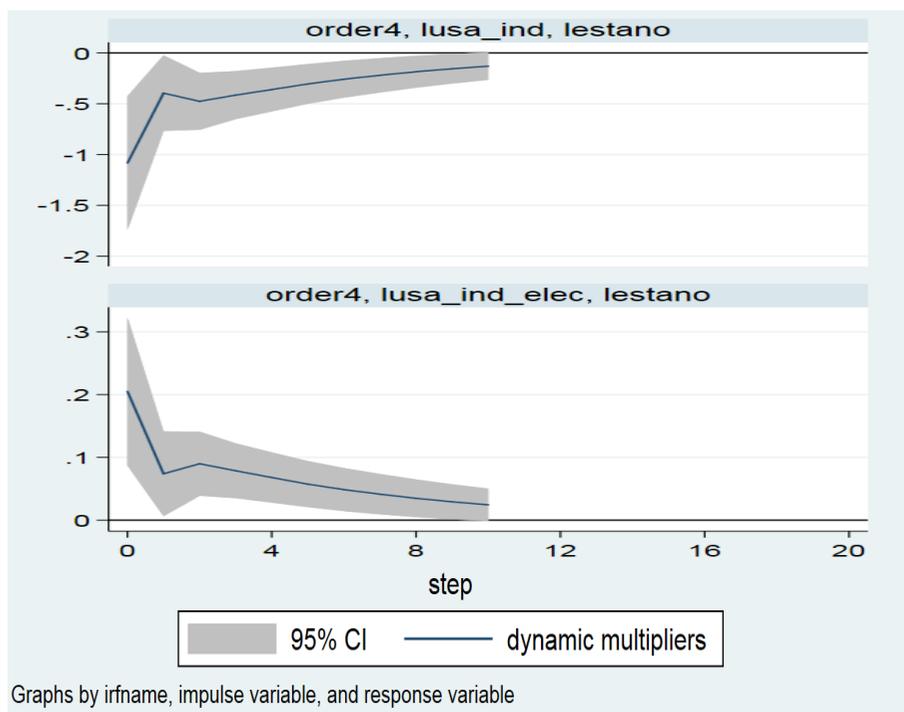


Tabla A.3: MODELO VAR PARA PLOMO

PLOMO			
VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	Export	Produccion	Pib Minería
L.lxplomo	-0.0653 (0.1223)	0.0317 (0.0700)	0.0351 (0.0309)
L.lplomo	1.0633*** (0.1544)	0.8743*** (0.0884)	0.0112 (0.0391)
L.lpib_min	-0.9823*** (0.2663)	-0.6477*** (0.1524)	0.5532*** (0.0673)
d1	0.6962*** (0.1429)	0.6566*** (0.0818)	0.2282*** (0.0361)
dlplomop	-0.1763 (0.1607)	-0.1022 (0.0919)	0.0119 (0.0406)
dlcorea	0.5435 (0.4317)	0.7126*** (0.2470)	0.1712 (0.1092)
D.lchina_ind	-0.0373 (0.2403)	0.0388 (0.1375)	0.0632 (0.0608)
Constant	12.2563*** (2.9173)	8.8265*** (1.6693)	5.1991*** (0.7378)
Observations	107	107	107

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla A.2: MODELO VAR PARA PLATA

PLATA			
VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	Export	Produccion	Pib Minería
L.lxplata	0.1023 (0.1253)	0.0303 (0.0976)	0.1343** (0.0618)
L2.lxplata	-0.1245 (0.1210)	-0.1613* (0.0942)	-0.2858*** (0.0596)
L3.lxplata	0.1835 (0.1120)	-0.0349 (0.0872)	0.0945* (0.0552)
L.lplata	0.1698 (0.1734)	0.4287*** (0.1350)	-0.2476*** (0.0855)
L2.lplata	0.6508*** (0.2040)	0.3031* (0.1588)	0.3947*** (0.1005)
L3.lplata	-0.2932* (0.1563)	0.1652 (0.1217)	-0.1574** (0.0771)
L.lpib_min	0.4835** (0.2132)	0.2719 (0.1660)	0.8639*** (0.1051)
L2.lpib_min	-0.7659*** (0.2590)	-0.2009 (0.2017)	-0.3801*** (0.1277)
L3.lpib_min	0.2070 (0.2097)	-0.2050 (0.1632)	0.2898*** (0.1033)
d1	0.3838*** (0.0687)	0.3843*** (0.0535)	0.2382*** (0.0339)
dlplata	-0.0311 (0.0880)	-0.0201 (0.0685)	-0.0100 (0.0434)
D.lcorea_ind	0.0106 (0.2149)	0.2860* (0.1673)	0.1383 (0.1059)
D.lchina_ind	-0.0329 (0.1114)	-0.0559 (0.0867)	0.0631 (0.0549)
D.ljapon_ind	-0.2303 (0.2869)	-0.2605 (0.2233)	-0.0946 (0.1414)
Constant	2.4006 (1.7727)	2.9256** (1.3801)	3.1359*** (0.8737)
Observations	105	105	105

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Gráfico A.3: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA PARA EXPORTACIONES Y PRODUCCIÓN DE PLOMO

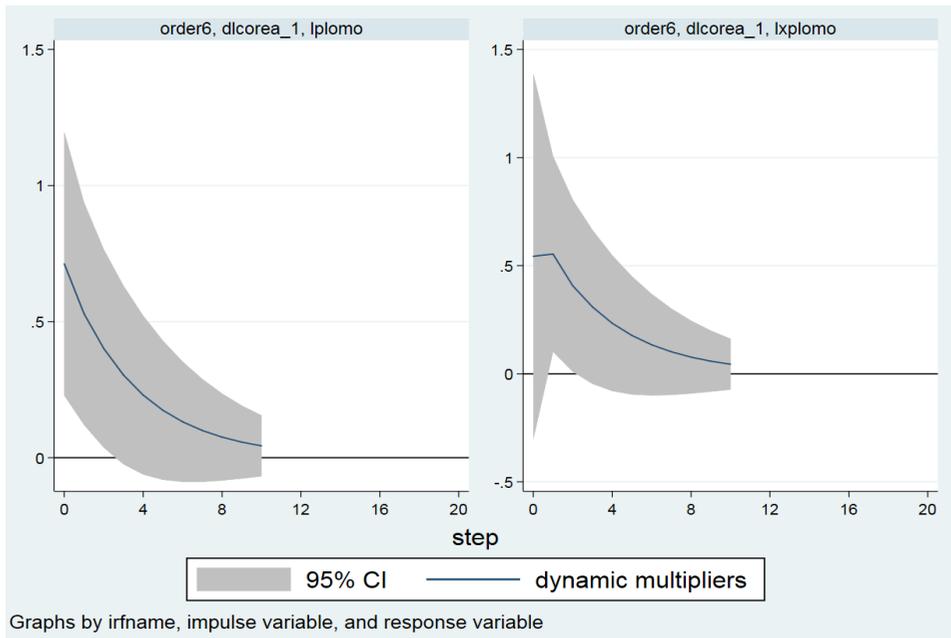


Gráfico A.4: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA PARA EXPORTACIONES Y PRODUCCIÓN DE PLATA

