



BANCO CENTRAL DE BOLIVIA

Sostenibilidad del aporte de los sectores extractivos al crecimiento económico en el mediano y largo plazo*

Joab D. Valdivia C.

Angélica C. Calle S.

Juan C. Carlo S.

Rolando E. Paz R.

Documento de trabajo N.º 02/2019

Revisado por: José Antonio Caballero P.

Noviembre de 2019

* El presente documento refleja un punto de vista académico de los autores y en ningún momento un punto de vista institucional del Banco Central de Bolivia donde los mismos desempeñan sus funciones.

Resumen

Bolivia siempre fue caracterizada como un país exportador de materias primas; esta particularidad se debe a la producción de gas natural y minerales. En la literatura, estos sectores se definen como extractivos no renovables. La presente investigación empleó un set de modelos para evidenciar la sostenibilidad de estos sectores en el crecimiento económico. En línea con Sachs y Warner (1995) y Ding y Field (2005), los resultados son laudables, es decir, existe un efecto negativo de las variables asociadas a recursos naturales extractivos. En la versión recursiva del modelo de Vectores Autorregresivos, se aprecia una mayor persistencia del efecto negativo de recursos naturales en el comportamiento del PIB desde 2012, año en el cual los términos de intercambio presentaron una desaceleración pronunciada. Finalmente, el sector industrial de Bolivia muestra efectos positivos en el comportamiento del crecimiento económico, siendo 0,10pp en 2010 como el máximo efecto y 0,04pp como el mínimo, a junio de 2019.

Clasificación JEL: O13, P28

Palabras Clave: *Renta minera, renta por gas natural, recursos naturales, control sintético, diferencias en diferencias, Vectores Autoregresivos (VAR) recursivos*

Sustainability of the contribution of the extractive sectors to economic growth in the medium and long term*

Abstract

Bolivia has always been characterized as an exporter of commodities; this feature is due to the production of natural gas and minerals. In the literature, these sectors are defined as non-renewable extractive sectors. This research employed a set of models to demonstrate the sustainability of these sectors in economic growth. In line with Sachs and Warner (1995) and Ding and Field (2005) the results are laudable, namely, there is a negative effect of variables associated with extractive natural resources. In the recursive version of the Vector Autoregressive model, it is seen greater persistence of the negative effect of natural resources on the behaviour of GDP since 2012, when the terms of trade decelerated sharply. Finally, Bolivia's industrial sector shows positive effects on the behaviour of economic growth with 0.10pp in 2010 as the maximum effect and 0.04pp as the minimum, as of June 2019.

JEL Classification: O13, P28

Keywords: *Mining rent, natural gas rent, natural resources, synthetic control, difference-in-differences, recursive Vector Autoregressive Regressions (VARs)*

* This paper reflects an academic point of view of the authors and at no time an institutional point of view of the Central Bank of Bolivia where the authors perform their functions.

I. Introducción

Los recursos naturales asociados a sectores extractivos, generalmente están expuestos a *shocks* de Términos de Intercambio (TI) lo cual generaría una expansión o contracción del crecimiento económico. Bolivia desde los años 90 fue caracterizada como una economía de exportación de gas natural o de minerales; el grado de correlación con la tasa de crecimiento es de 0,65 y 0,76 respectivamente. La evidencia estadística y el comportamiento de las variables sugieren que, desde 2014, existe una desaceleración de la actividad global en su conjunto. Este escenario se materializa debido a una caída de los términos de intercambio en 2012, variable pro-cíclica y adelantada al crecimiento económico.

Para evaluar la sostenibilidad del aporte de los sectores extractivos (recursos naturales) en el crecimiento económico, a mediano y largo plazo, se emplearon tres modelos, dos de los cuales fueron complementarios para cuantificar el efecto de los sectores extractivos: la Metodología de Control Sintético (MCS) y Diferencias en Diferencias (DID). En el primer modelo, se encontró 8 países óptimos que pueden ser empleados como grupo de control para la economía boliviana; con DID, tomando en cuenta 2012 como una fecha de intervención (caída de los TI), se constató una reducción de 0,02pp en el crecimiento económico de mediano plazo.

Finalmente, con modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) recursivos se evidencia mayor persistencia de efectos negativos de los sectores extractivos en el PIB. A partir del primer periodo, la reducción es de 0,05pp alcanzando a 0,14pp entre el 7mo y 8vo periodos consecutivos. Las variables adicionales de control en los modelos son el ratio Inversión-PIB, Apertura comercial y los TI. El impacto de las variables adicionales son positivas pero la magnitud difiere dependiendo de la muestra analizada.

El documento está dividido en 5 secciones: revisión de literatura; descripción de datos (hechos estilizados); modelos y resultados; conclusiones, y finalmente la bibliografía empleada en la investigación.

II. Revisión de literatura

Una de las primeras investigaciones que mostraron evidencia empírica de los efectos de los recursos naturales en el crecimiento económico fue la de Sachs y Warner (1995). Los resultados mostraron efectos negativos de los recursos naturales en la actividad económica.

Asimismo, en el documento se desarrolló un modelo de crecimiento endógeno dinámico de la enfermedad holandesa el cual expone dos proposiciones:

- 1) Las economías que experimentan un auge temporal de los recursos naturales, tendrán un crecimiento más bajo durante varios períodos, después del auge de las economías idénticas sin auge de los recursos.
- 2) El efecto del incremento de la dotación inicial de los recursos naturales en el primer periodo sobre el nivel del PIB, sin recursos naturales, depende de las intensidades de capital de dos sectores (manufacturero y el sector no transable).

Posteriormente, en 2001 los autores amplían la investigación sobre la maldición de los recursos naturales. Países con este tipo de riqueza tienden a crecer a un ritmo lento en comparación con economías sin esta característica. Una de las conclusiones más relevantes fue que las economías con dependencia de recursos naturales tienden a perder el crecimiento impulsado por las exportaciones de este tipo de productos.

Ding y Field (2005) confirman el postulado de la maldición de los recursos naturales (Sachs y Warner, 2001) y los efectos negativos que tienen este tipo de actividades en la sostenibilidad del crecimiento económico. En uno de los modelos planteados, el efecto de los recursos naturales lo controlan a través de variables como la apertura comercial, términos de intercambio y ratio inversión-PIB. Por su parte, Hailu y Kipgen (2017) a partir del análisis de actividades extractivas (petróleo, gas y minerales) muestran efectos negativos en la actividad económica por la disminución del ingreso de divisas. Las variables *proxy* que emplean para medir la dependencia es el ratio de los ingresos por exportaciones provenientes de actividades extractivas al total de ingresos por exportaciones. Los autores indican que el fomento a la diversificación económica es una fuente alternativa de divisas a través de exportaciones de productos manufacturados, lo cual tiene efectos sostenibles en la actividad real.

Por otro lado, dos de las metodologías empleadas para cuantificar la sostenibilidad del aporte de los sectores extractivos al crecimiento económico en el mediano plazo son el Método de Control Sintético (MCS) y Diferencias en Diferencias (DID). En el primer caso los creadores de la MCS fueron Abadie y Gardeazabal (2003), al estudiar el impacto negativo del terrorismo del país Vasco sobre el crecimiento económico. Esta técnica provee una simulación de datos (contrafactual) de la unidad de “tratamiento” en ausencia del terrorismo. El objeto de la metodología es encontrar ponderaciones óptimas a través de características (variables predictoras) antes del “tratamiento” de unidades de control (países) para crear

una unidad sintética (combinaciones de las unidades de control) de tal forma que simule la ausencia de ciertos eventos. Posteriormente, Abadie et al. (2010) y Abadie et al. (2015) aplicaron el MCS para estimar el efecto del programa de control del tabaco que California implementó en 1988, y los efectos de la reunificación de Alemania Oriental y Occidental en 1990, respectivamente; en ambas investigaciones, además, realizaron pruebas de placebo o pruebas de falsificación con el objetivo de evaluar el efecto estimado por el control sintético para la región afectada por la intervención.

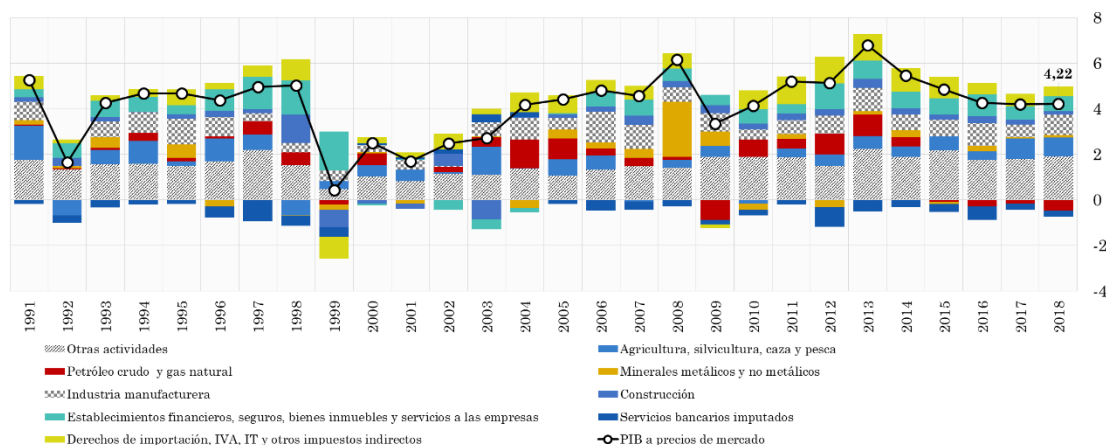
Finalmente, para el caso boliviano existen dos investigaciones que evalúan la política económica entre 2006 y 2016, Chumacero (2019) y Burgoa (2019). Empleando la MCS en ambos casos, en el primer documento emplea como variable predictora los términos de intercambio para crear el escenario contrafactual, variable caracterizada en países exportadores de materias primas por la alta correlación con el crecimiento económico; en la segunda investigación Burgoa (2019) utiliza como una variable predictora la diversificación de las exportaciones, particularidad esencial para medir el grado de apertura comercial de una país.

III. Descripción de datos (hechos estilizados)

La fuente de datos para el desarrollo de los modelos son los Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI, por sus siglas en inglés) proporcionados por el Banco Mundial (BM), los mismos que guardan relación con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE). El panorama en cuanto al aporte al crecimiento económico muestra que la actividad de Petróleo crudo y gas natural, desde 2015, tiene incidencia negativa al crecimiento económico (en 2018 el efecto mayor fue de -0,45pp); en cuanto a minerales metálicos y no metálicos, en los últimos 28 años, en promedio, incidió en 0,18pp, con el mayor aporte en 2008 (2,41pp) explicado por un incremento en los precios internacionales de los *commodities* (Gráfico 1). Un hecho estilizado es la volatilidad de los sectores descritos (sectores extractivos no renovables, hidrocarburos y minería). Ambos tienen la dispersión con respecto a su media, la más elevada entre sectores seleccionados 0,46pp y 0,51pp¹.

¹ Ver Apéndice.

Gráfico 1: PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ACTIVIDAD ECONÓMICA
(En porcentaje y puntos porcentuales, pp)



Fuente: INE

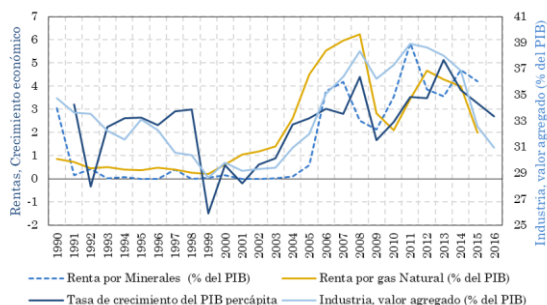
Nota: Otras Actividades comprende: Comercio, Transporte y Telecomunicaciones, Servicios de la administración pública y otros servicios.

Los dos sectores que reflejan el comportamiento de los recursos naturales (hidrocarburos y minería) son los que generan renta por gas natural y renta minera, indicadores identificados en la base del BM. Ambas variables tienen una relación positiva con el crecimiento económico (medido a través del PIB per cápita a Paridad de Poder Adquisitivo, PPA); el grado de correlación es 0,65 y 0,76 respectivamente. Por otro lado, el valor agregado de la industria con respecto al PIB tiene una correlación de 0,46, es decir, guarda una menor relación con el crecimiento económico a diferencia de los sectores extractivos no renovables (Gráfico 2).

Gráfico 2: RELACIÓN CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SECTORES EXTRACTIVOS

Crecimiento económico y renta de los sectores

(En porcentaje y puntos porcentuales, pp)



Correlaciones de Pearson

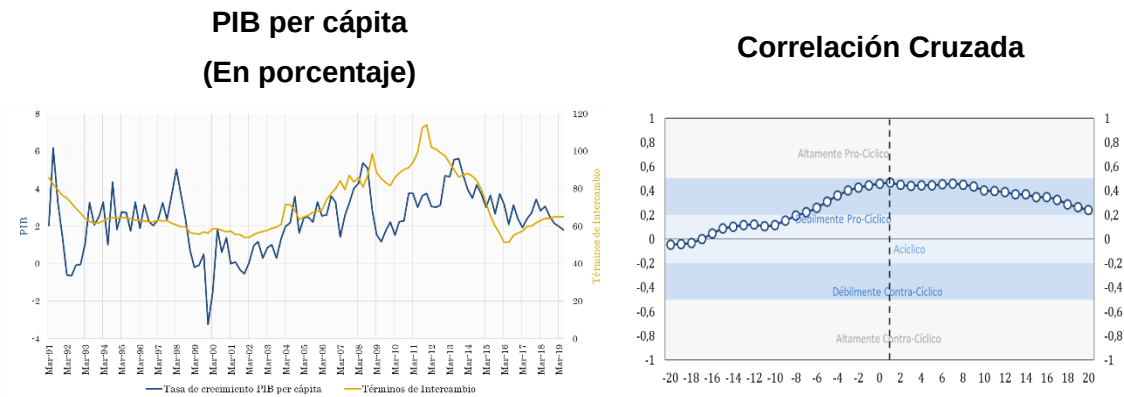
	PIB per cápita (PPA, base=2011)	Industria, valor agregado (% del PIB)	Renta por gas Natural (% del PIB)	Renta por Minerales (% del PIB)
PIB per cápita (PPA, base=2011)	1			
Industria, valor agregado (% del PIB)	0,4616*	1		
Renta por gas Natural (% del PIB)	0,6496*	0,6958*	1	
Renta por Minerales (% del PIB)	0,7640*	0,8220*	0,6894*	1

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los resultados visibles con (*) indican una correlación del 5% de significancia y 95% de confianza. El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba estadística que permite analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Mide el grado de asociación lineal entre dos variables X e Y. La prueba en sí no considera a una como independiente y a otra como dependiente, ya que no se trata de una prueba que evalúa causalidad.

Por otra parte, una característica de las economías en desarrollo dependientes de recursos naturales asociados a sectores extractivos no renovables, es la relación positiva entre los términos de intercambio y el crecimiento económico. Esta característica se debe a la concentración de exportaciones en *commodities*, lo cual genera una mayor volatilidad en crecimiento del producto (Hailu y Kipgen, 2015). Desde 2006, Bolivia tuvo un contexto internacional favorable con el *boom* de los precios de materias primas, principalmente petróleo y minerales; sin embargo, desde 2012 se advierte disminuciones sostenidas del índice de términos de intercambio (TI) y el crecimiento económico de Bolivia fue desacelerándose con énfasis en 2014 (caída del precio del petróleo). En suma, la relación estadística a partir de correlaciones cruzadas señala que los TI es una variable pro-cíclica y adelantada en un trimestre al crecimiento económico.

Gráfico 3: RELACIÓN CRECIMIENTO ECONÓMICO Y TÉRMINOS DE INTERCAMBIO



Fuente: Elaboración propia

Nota: La tasa de crecimiento del PIB per cápita (PPA 2011) fue construida a partir de la metodología de Denton (1971). La variable indicador fue la tasa de crecimiento anualizada del PIB real publicada por el INE.

Los umbrales de la correlación cruzada fueron extraídos en base a Argandoña (1997).

IV. Modelos y resultados

Modelo de mediano plazo - Metodología de Control Sintético y Diferencias en Diferencias

Empleando el MCS², se pudo construir una Bolivia sintética (resultado en ausencia del tratamiento, es decir, manteniendo las políticas económicas antes del 2006) que reproduce los valores del logaritmo natural PIB per cápita (medido a PPA) antes del gobierno de Evo Morales (pre-tratamiento o periodo antes de la intervención, 2006). En el presente documento se optó por 15 variables consideradas como aspectos relevantes (Z) para la economía boliviana disponibles en la base del WDI.

² Ver Apéndice para el detalle del MCS.

Cuadro 1: CARACTERÍSTICAS PRE-TRATAMIENTO (1990 – 2005)
(Medias predictores)

Variable	Bolivia	Sintética	Promedio
Acceso a electricidad (% de la población rural con acceso respecto al total de población rural)	21.35	29.18	80.27
Acceso a electricidad (% de la población urbana con acceso respecto al total de población urbana)	94.31	81.61	94.76
Industria, valor agregado (% del PIB)	31.34	33.05	32.16
Apertura comercial	50.27	50.94	66.03
Inflación	7.78	22.94	46.49
Inversión (% del PIB)	15.79	18.95	21.80
Índice neto de términos de intercambio	103.18	103.60	103.82
Gasto Gubernamental (% del PIB)	14.28	15.06	16.47
Renta por gas Natural (% del PIB)	1.01	0.12	0.28
Renta por Minerales (% del PIB)	0.32	0.69	0.39
Contribucion del trabajo familiar, total (% del empleo total)*	8.49	9.05	7.83
Fuente de agua mejorada (% de población con acceso)	76.05	74.81	89.11
Instalaciones de saneamiento mejoradas (% de la población con acceso)	35.41	38.17	79.46
Tasa de mortalidad infantil (por cada 1.000 nacidos vivos)	65.34	66.05	28.49
Empleadores, total (% del empleo total)*	2.63	2.85	4.14
Países		8	52
RMSPE		0.0388	0.3767

Fuente: Elaboración propia

Nota: Todas las variables están promediadas entre 1990-2005, periodo pre-tratamiento. La columna Bolivia denota los datos reales promedio para la unidad de tratamiento. “Sintética” es el valor creado a partir de los países donantes “óptimos” para la Bolivia sintética. El promedio es el promedio simple de todos los países considerados para construir el sintético a controlar (52 países de control). RMSPE es el error cuadrático medio en comparación con Bolivia.

*Estimaciones por la Organización Mundial del Trabajo. Los datos están incorporados en la base de Indicadores del Desarrollo Mundial (Banco Mundial).

Se tomó el promedio de todas las variables descritas en el Cuadro 1, en línea con la investigación de Billmeier y Nannicini (2013). Los autores también incorporan dicha variable tomando el promedio de la serie histórica pre-tratamiento para su estudio. Se consideró dos variables claves que deben considerarse para construir una Bolivia sintética, estas variables son: renta por gas natural y renta por minerales, variables importantes en la estructura económica boliviana porque reflejan el sector de extractivos. Estos últimos indicadores están expresados con respecto al PIB en porcentaje (predictores pre-tratamiento). Los resultados indican que las características pre-tratamiento de la Bolivia sintética (RMSPE³) son 9 veces más pequeñas que el promedio de los 52 países empleados como unidades de control.

³ El RMSPE mide el ajuste entre el comportamiento de la variable de resultado para un país (Bolivia) en particular y su contraparte sintética. El RMSPE pre-tratamiento para Bolivia se define como:

Las ponderaciones óptimas (W) de los 8 países donantes indican que la Bolivia sintética es construida a partir de Gabón, India, Nigeria, Rusia, Senegal, Sudáfrica, Tanzania y Zimbabwe; para el resto de las unidades de control las ponderaciones tienen un valor de cero.

Cuadro 2: PONDERACIONES ÓPTIMAS (W) PARA BOLIVIA SINTÉTICA

País	Ponderación	País	Ponderación
Australia	0	Mexico	0
Austria	0	Morocco	0
Barbados	0	Mozambique	0
Belgium	0	Netherlands	0
Brazil	0	Nigeria	0,11
Bulgaria	0	Norway	0
Chile	0	Peru	0
China	0	Philippines	0
Colombia	0	Poland	0
Czech Republic	0	Republic of Korea	0
Denmark	0	Romania	0
Ecuador	0	Russian Federation	0,018
Egypt	0	Saudi Arabia	0
France	0	Senegal	0,062
Gabon	0,069	South Africa	0,317
Germany	0	Spain	0
Greece	0	Switzerland	0
India	0,202	Tajikistan	0
Iran (Islamic Republic)	0	Thailand	0
Ireland	0	Trinidad and Tobago	0
Israel	0	Tunisia	0
Italy	0	U.R. of Tanzania: Mainland	0,102
Japan	0	Ukraine	0
Jordan	0	United Kingdom	0
Kazakhstan	0	United States	0
Kyrgyzstan	0	Zimbabwe	0,12

Fuente: Elaboración propia

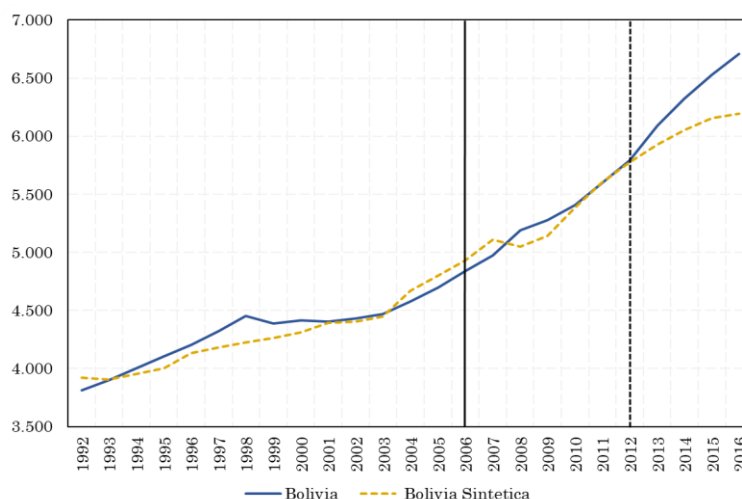
Nota: Las ponderaciones asignadas a los países donantes fueron estimadas a partir de la MCS.

La construcción de la Bolivia sintética tiene un comportamiento similar a los datos reales del PIB per cápita, incluso después de la intervención (2006) hasta el 2012, año en el cual existe una disminución paulatina de los términos de intercambio y una desaceleración de la economía boliviana. Para la corroboración de este suceso se empleó el test de Wald, el cual sugiere la existencia de quiebre estructural en esa gestión⁴. Los resultados sugieren que el control (contrafactual) debe coincidir estrechamente con el resultado de la unidad tratada

⁴ Ver Apéndice.

durante el pre-tratamiento (McClelland y Gault, 2017). La Bolivia sintética, incluso después de tratamiento, es muy similar a la Bolivia observada hasta 2012⁵.

**Gráfico 3: PIB PER CÁPITA (MEDIDO A PPA), BOLIVIA Y BOLIVIA SINTÉTICA
(En niveles)**



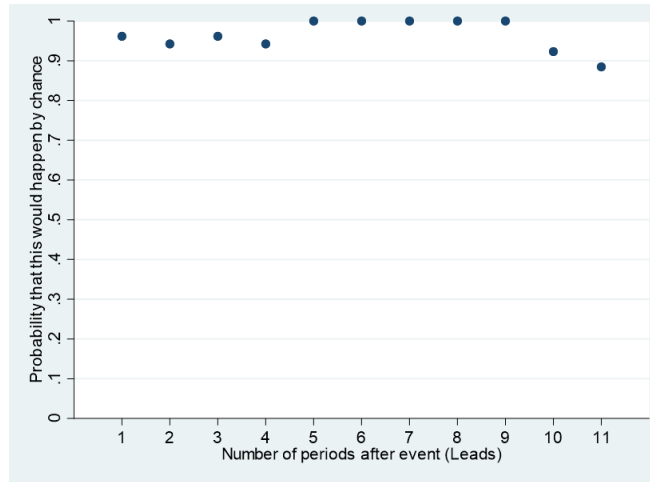
Fuente: Elaboración propia

Nota: La línea vertical representa el momento de la intervención o tratamiento (2006). Este procedimiento se puede observar en las investigaciones de Abadie y Gardeazabal (2003); Billmeier y Nannicini (2013), Abadie et al. (2015). La línea vertical punteada indica la fecha del quiebre estructural en la serie estimada a partir del test de Wald.

Un recurso importante para validar los resultados obtenidos fue diseñado por Cavallo et al. (2013), quienes mencionan que para obtener la inferencia exacta de los resultados encontrados se debe calcular los promedios de los placebos, que son los promedios calculados con placebos de los países donantes que construyen la Bolivia sintética. A partir del momento del tratamiento (2006) en adelante, existe una probabilidad por encima del 80% de ocurrencia de la Bolivia sintética si no hubiera existido la intervención en 2006 (Gráfico 4).

⁵ Un resultado similar es para el caso de la reunificación de Alemania Oriental y Occidental (Abadie et al., 2015) después de 1990 (momento del tratamiento) se tiene una brecha significativa de Alemania Occidental y su contraparte sintética gráfico 6 del documento citado.

Gráfico 4: P-VALUES EFECTOS BRUTOS



Fuente: Elaboración propia

Nota: Elaboración de los autores

Finalmente, para la evaluación de la sostenibilidad de los sectores extractivos se recurrió a una metodología de diferencia en diferencias (DID) empleando como controles los países óptimos encontrados por el MCS, y la fecha de intervención es 2012, año donde los TI, la renta por gas natural y minerales fueron deteriorándose. En consecuencia, gracias al MSC y al test de Wald el modelo planteado (DID) tiene coherencia al escoger los controles y el periodo de tratamiento. El método de DID, al comparar grupos de tratamiento y de control, dados los cambios de un resultado en un periodo de intervención, logra estimar los efectos post-tratamiento.

$$DID = E(Y_1^T - Y_0^T | T_1 = 1) - E(Y_1^C - Y_0^C | T_1 = 0)$$

donde Y_t^T y Y_t^C , representan el resultado del país tratado y los países empleados como controles respectivamente, siendo $t = 0$ el periodo pre-tratamiento y $t = 1$, un periodo post-tratamiento. La especificación del modelo para la evaluación de los efectos de los sectores extractivos será:

$$Y_{i,t} = \alpha + \sum_{\tau=1}^T \beta_{\tau} (t = \tau) + \sum_{\tau=1}^I \gamma_{\tau} (t = \tau) + \delta D_{i,t} + \sum_{\tau=1}^N \lambda_{\tau} X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

donde δ es el coeficiente asociado a las diferencias $D_{i,t}$ del pre y post tratamiento entre los grupos de tratamiento y control; $X_{i,t}$, representa las variables con las que se controló los cambios estimados en el método de DID.

Se realizó dos modelos: i) donde la renta por gas natural, renta por minerales y el valor agregado de la industria fueron las variables seleccionadas para control, y ii) las únicas dos variables que se emplearon como control, son la renta de los recursos naturales y el valor agregado de la industria⁶.

Cuadro 3: RESULTADOS, EFECTOS DE LOS SECTORES EXTRACTIVOS EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

VARIABLES	Sectores extractivos	Recursos Naturales
Tratamiento	0,438*** (0,112)	0,414*** (0,140)
Tratado	-0,294*** (0,104)	-0,0766 (0,072)
DD	-0,599** (0,288)	-0,235 (0,169)
Renta por gas Natural (% del PIB)	0,252*** (0,032)	
Renta por Minerales (% del PIB)	-0,0455 (0,028)	
Industria, valor agregado (% del PIB)	0,0436*** (0,003)	0,0726*** (0,004)
Renta total de recursos naturales (% del PIB)		-0,0234*** (0,004)
Constant	6,840*** (0,123)	6,247*** (0,105)
Observations	205	219
R-squared	0,521	0,452

Robust standard errors in parentheses

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

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del primer modelo muestran efectos positivos de la renta por gas natural; por el contrario, el efecto de la renta por minerales es negativo: 0,25pp y -0,04pp, respectivamente. El resultado de una mayor adversidad para la economía boliviana es el cambio en el contexto externo, caída de los términos de intercambio, (año de la intervención, 2012), es decir Bolivia perdió, en promedio, un crecimiento de 0,6pp. Finalmente, el segundo modelo muestra resultados en línea con Sachs y Warner (2001) y Ding y Field (2005)⁷: los recursos naturales asociados a sectores extractivos presentan efectos negativos de 0,02pp, en promedio, en el crecimiento económico, en este caso la pérdida de crecimiento por la intervención (cambio de tendencia de los TI) es de 0,2pp.

⁶ Como variable dependiente $Y_{i,t}$, es el logaritmo del PIB per cápita (medido a PPA).

⁷ La variable *proxy* de recursos naturales, es la renta de los sectores asociados de esta característica idiosincrática de la economía boliviana.

Modelo de largo plazo – Vectores Autorregresivos

En este apartado se evaluó los efectos de los recursos naturales en el largo plazo. La especificación del modelo tiene características del modelo planteado por Ding y Field (2005) a través de un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR)⁸. En su versión recursiva se evidencia los efectos a través del tiempo que tuvieron los recursos naturales en el crecimiento económico. Tanto el impacto en el primer periodo como la persistencia de *shocks* asociados a este tipo de variables son distintos en todo el periodo analizado.

Sea un modelo VAR con 5 variables endógenas especificadas como funciones lineales de sus propios rezagos y de rezagos de otras variables $K - 1$. El sistema es descrito por:

$$y_t = v + A y_{t-1} + B x_{t-1} + u_t, \quad t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

donde $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{5t})'$, es un vector de variables endógenas ($K \times 1$); A es la matriz de coeficientes ($K \times K$); $v = (v_1, \dots, v_7)$, es un vector fijo ($K \times 1$) que denota los interceptos, permitiendo la posibilidad de una media distinta de cero $E(y_t)$; x_t es la variable exógena al modelo, de la cual, el crecimiento económico, no influye en dicha variable; finalmente, $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{7t})'$ es el vector de innovaciones (*shocks*) de ruido blanco ($K \times 1$), este tiene las propiedades de: $E(u_t) = 0$, $E(u_t u_t') = \Sigma_u$ y $E(u_t u_s') = 0$, donde $s \neq t$. Se asume que la matriz de covarianzas (Σ_u) es no singular.

$$y_t = \begin{bmatrix} PIB_t^{per-cápita} \\ IND_t / PIB_t \\ Apertura_t / PIB_t \\ INV_t / PIB_t \\ RN_t \end{bmatrix}; x_t = [TI]$$

Los datos para la estimación del modelo fueron obtenidos de los indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial y fueron trimestralizados con la metodología de Denton (1971)⁹.

Por parte de las variables endógenas, se tiene como $PIB_t^{per-cápita}$ la tasa de crecimiento per

⁸ Las variables empleadas para el desarrollo del modelo están en primeras diferencias y cumplen el criterio de estacionariedad, por tal motivo se corrobora esta premisa con el test de Dickey-Fuller, lo cual indica que no poseen raíz unitaria (Ver Apéndice).

⁹ Las variables indicadores que fueron usadas para la transformación de frecuencia son las mismas publicadas en frecuencia trimestral por INE. En términos de tasa de crecimiento, conllevan un grado de relación relevante (ver Apéndice para comprobar el comportamiento de las mismas).

cápita; IND_t/PIB_t el ratio del valor agregado de la industria respecto al PIB; $Apertura_t/PIB_t$ el grado de la apertura comercial de Bolivia medida como la suma de las exportaciones e importaciones con respecto al PIB; INV_t/PIB_t es el ratio de la formación bruta de capital fijo respecto al PIB; y RN_t es la renta total de los recursos naturales con respecto al PIB. Y el bloque exógeno del modelo son los términos de intercambio, variable que no es influenciada por ningún indicador de la economía boliviana.

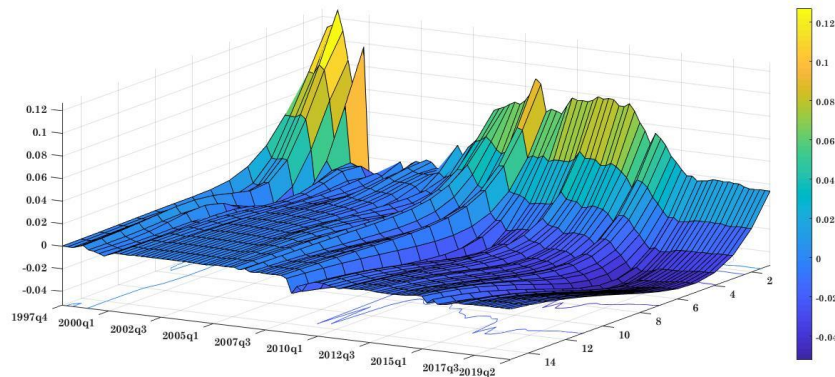
La muestra comprende desde junio de 1992 hasta 2019. Se realizaron 87 modelos en total, la primera ventana del modelo comprende hasta 1997, y se amplió la muestra trimestralmente a junio de 2019. Este procedimiento tuvo el propósito de evaluar los cambios de los *shocks*¹⁰.

La mayor respuesta del crecimiento económico frente a *shocks* en la industria se dio en septiembre de 1998 cuando se produjo un impacto de 0,13pp, fecha en la cual el Índice Herfindahl-Hirschman (IHH) mostraba un valor de 867¹¹, lo que indicaba que existía una diversificación dentro de las 16 sub-actividades incorporadas en la industria boliviana. Con el tiempo el impacto tuvo resultados menores hasta llegar a marzo de 2008, cuando se produjo el segundo efecto mayor dentro toda la muestra analizada (0,9pp), pero los efectos fueron reduciéndose hasta llegar a un mínimo de 0,01pp en junio de 2019. Estos resultados podrían ser vinculados al comportamiento del IHH debido a que la industria se fue concentrando desde 2008. Con respecto a la persistencia de este tipo de *shocks*, desde 2012, se observa que existe un desvanecimiento acelerado del efecto positivo en el crecimiento económico presentando incluso valores negativos desde el tercer periodo en todo el trayecto de las Funciones Impulso Respuesta (FIR).

¹⁰ Todos los modelos presenta la condición de estabilidad del sistema del modelo (Círculo unitario), ver Apéndice.

¹¹ Ver Apéndice para el desarrollo del Índice Herfindahl-Hirschman (IHH).

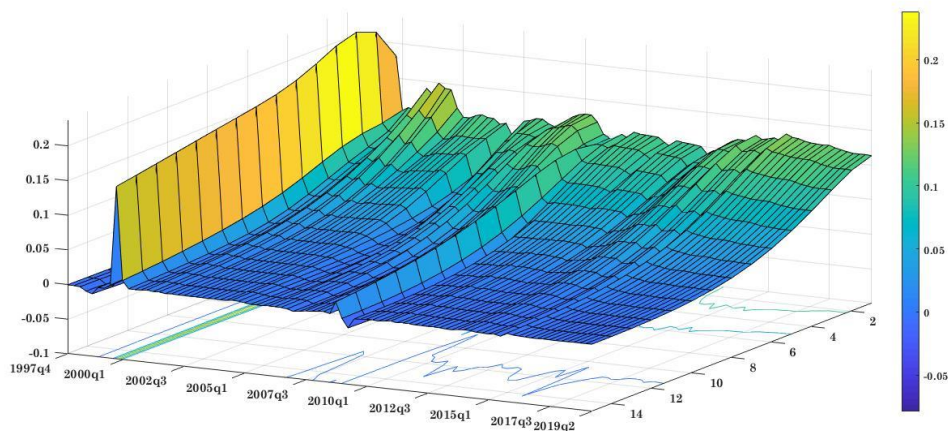
Gráfico 5: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA (FIR) DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE *SHOCKS* EN EL RATIO DE INDUSTRIA



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la mayor respuesta frente a *shocks* en el ratio Inversión-PIB fue de 0,18pp en 1999. El resultado es laudable debido a que en el mismo periodo el ratio alcanzó el 23,4%, el porcentaje más elevado en todo el periodo analizado¹². Con el pasar del tiempo, el efecto entre 2000 y 2019, en promedio, alcanzó 0,11pp. Esto podría explicarse por la disminución paulatina del ratio hasta llegar al 12% en 2004. El incremento que se dio a partir de la fecha fue paulatino y constante llegando al 19% pero no existió un salto en los datos observados como en 1999; la respuesta de 0,11pp a este tipo de *shock* en los últimos años se debe a una inversión de largo plazo que se realizó en el sector público.

Gráfico 6: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA (FIR) DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE *SHOCKS* EN EL RATIO DE INVERSIÓN

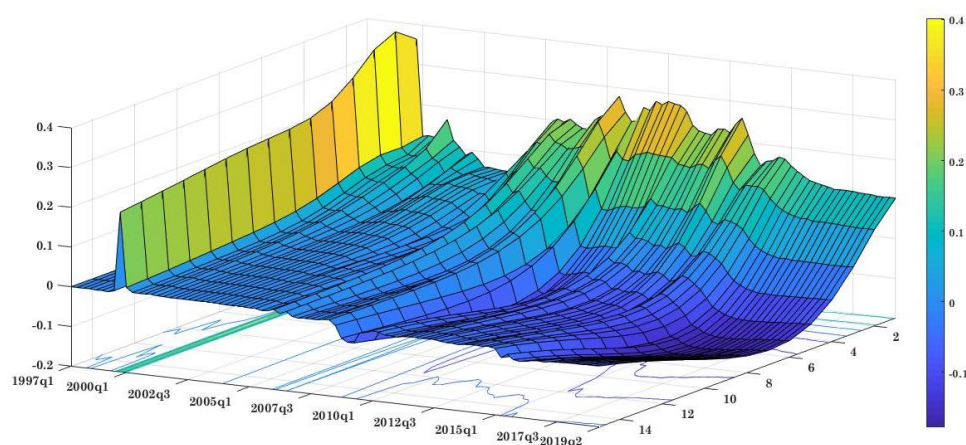


Fuente: Elaboración propia

¹² Ver Apéndice

Los *shocks* provenientes del grado de apertura de una economía en desarrollo con recursos naturales, que se dedica a la exportación de productos provenientes de sectores extractivos tienen efectos positivos en la actividad económica. Las investigaciones de Sachs y Warner (1995) y Ding y Field (2005), muestran un resultado positivo y de una magnitud por encima de 1pp. Para Bolivia, la respuesta en todo el periodo analizado tiene un comportamiento heterogéneo. Entre 1997 y 2005, el impacto en el primer período se mantiene por debajo de 0,15pp, exceptuando en 1999, el cual alcanzó alrededor de 0,35pp. A partir de 2006, el efecto positivo sostenido y creciente de la apertura comercial en el crecimiento económico llegó a 0,28pp en 2010. Este resultado se va desvaneciendo hasta llegar a 0,10pp en los últimos 3 años, tiempo en el cual la caída de los términos de intercambio es la más pronunciada.

Gráfico 7: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA (FIR) DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE *SHOCKS* DE APERTURA COMERCIAL

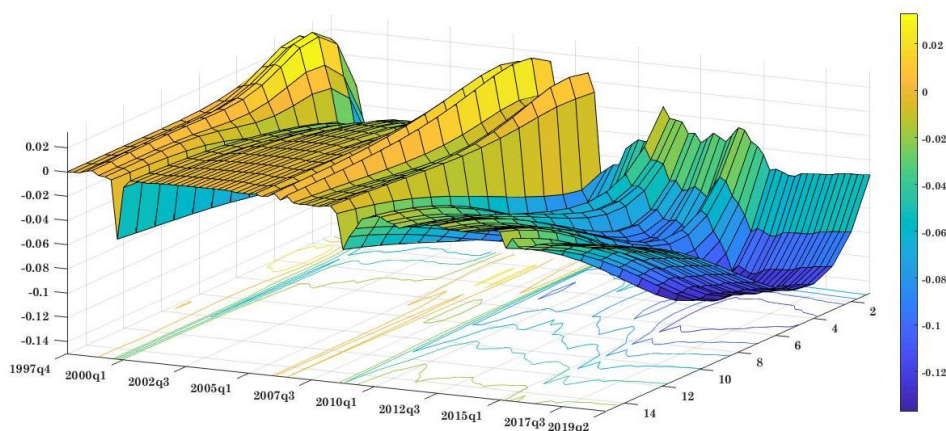


Fuente: Elaboración propia

Los efectos de la dotación de los recursos naturales (sectores extractivos) en la actividad real son negativos. Sin embargo, desde septiembre 2008, el impacto difiere de manera significativa en el primer periodo de respuesta y persistencia. Realizando un análisis antes de 2008, las FIR, en el primer periodo, muestran un escenario más adverso: en 1999 se contraería el crecimiento 0,10pp, pero la persistencia de este efecto se difuminó en el 4to a 5to periodo consecutivos (converge con mayor rapidez a su estado estacionario). El comportamiento de las FIR, desde 2008, en el primer periodo, muestra que la respuesta es menos negativa (0,07pp, 2008) pero la persistencia es mayor ya que para junio de 2015 el efecto llega a -0,14pp entre el cuarto y quinto periodo. Finalmente el impacto adverso de los recursos naturales en toda la muestra (a junio de 2019) es de -0,05pp en el desempeño de la economía, llegando a ubicarse en -0,12pp a en el quinto periodo¹³.

¹³ Los efectos en el primer periodo se aprecian en el gráfico de vista frontal (ver Apéndice).

**Gráfico 7: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA (FIR) DEL CRECIMIENTO
ECONÓMICO ANTE SHOCKS DE RENTA TOTAL DE RECURSOS NATURALES**



Fuente: Elaboración propia

V. Conclusiones

El propósito de esta investigación fue evaluar la sostenibilidad en el mediano y largo plazo de los sectores extractivos, generalmente conocidos como los recursos naturales. La evidencia empírica indica que los efectos de los recursos naturales en el crecimiento económico son negativos (Sachs y Warner 1995, 2001; Hailu y Kipgen, 2015). Estos resultados se deben a una dependencia del contexto externo, en la demanda y el precio de *commodities*. Bolivia, desde el siglo pasado, fue caracterizado por ser un país en desarrollo, por lo cual depende del ingreso de divisas por la exportación de gas natural y minerales (sectores extractivos no renovables por naturaleza). Las variables *proxy* en la modelación fueron la renta de los sectores en porcentaje respecto al PIB.

Los resultados en el mediano plazo se dieron a través de dos modelos: la Metodología de Control Sintético propuesta por Abadie y Gardeazabal (2003) para encontrar los países óptimos que fueron usados como el “grupo de control” en la metodología, y Diferencias en Diferencias, para cuantificar el efecto de los recursos naturales en el crecimiento económico. El primer resultado indica que el crecimiento económico se reduce a consecuencia de un cambio de tendencia en los TI en 0,6pp desde 2012 y que la renta por minerales deteriora la dinámica del producto en 0,05pp; en el segundo modelo, la renta total de los recursos naturales (gas y minerales) afecta en 0,02pp al PIB y el efecto negativo de los TI es de 0,2pp. Estos resultados están en línea con la literatura investigada.

En tanto, la modelación en el largo plazo se hizo con un modelo de Vectores Autorregresivos recursivos con una variable exógena. Las FIR indican que en el primer periodo de impacto, los *shocks* de los recursos naturales en el crecimiento económico, entre 1997 y 2008, eran más adversos. En 1999, el efecto negativo llegó a 0,10pp, sin embargo, no existe una persistencia de este resultado. En 2019, la FIR es menos contractiva (-0,05pp) pero la persistencia negativa llega hasta el octavo periodo como un máximo de -0,14pp; esta conducta es laudable debido a la caída pronunciada de los TI.

Como se pudo comprobar en el mediano y largo plazo, los efectos de los recursos naturales (sectores extractivos), gas natural y minería, son negativos. Este corolario no es desconocido para Bolivia, país caracterizado por la exportación de materias primas. El efecto en el mediano plazo y largo plazo en los últimos años es de 0,02pp a 0,05pp, respectivamente. En el último caso, la persistencia es de 8 trimestres agravando la disminución del PIB. La única manera de contrarrestar este efecto es con la diversificación en la industria boliviana; en el modelo VAR el impacto positivo es de 0,04pp a junio de 2019.

Referencias bibliográficas

- ABADIE, A., A. DIAMOND, J. HAINMUELLER (2010). "Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program" *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), pp. 493 - 505
- ABADIE, A., A. DIAMOND, J. HAINMUELLER (2015). "Comparative Politics and the Synthetic Control Method" *American Journal of Political Science*, 59 (2), pp. 495 – 510
- ABADIE, A. and J. GARDEAZABAL (2003). "The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country" *The American Economic Review*, 93(1), pp. 113 - 132.
- ARGANDOÑA A., C. GAMEZ, F. MOCHÓN (1997). *Macroeconomía avanzada II: Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico*, McGraw-Hill Interamericana de España S.A.U.
- BILLMEIER, A. and T. NANNICINI (2013). "Assessing Economic Liberalization Episodes: A Synthetic Control Approach" *The Review of Economics and Statistics*, 95 (3), pp. 983 - 1001
- BURGOA, R. A. (2019). "Efectividad del modelo económico boliviano: Un análisis de control sintético" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas, Documento de trabajo IISEC-UCB N° 04/19, septiembre
- CAVALLO, E., S. GALIANI, I. NOY, J. PANTANO (2013). "Catastrophic Natural Disasters and Economic Growth" *The Review of Economics and Statistics*, 95 (5), pp. 1549 – 1561
- CHEKOURI, S. M., A. CHIBI, M. BENBOUZIANE (2017). "Algeria and the natural resource curse: oil abundance and economic growth" *Middle East Development Journal*, 9 (2), pp. 233 - 255
- CHUMACERO, R. A. (2019). "Skills versus Luck: Bolivia and its recent Bonanza" *Latin American Economic Review*, 28 (7), pp. 1 – 27
- DENTON, F. T. (1971). "Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization" *Journal of the American Statistical Association*, 66 (333), pp. 99 – 102
- DING, N. and B. C. FIELD (2005). "Natural Resource Abundance and Economic Growth" *Land Economics*, 81 (4), pp. 496 - 502
- FERMAN, B., C. PINTO, V. POSSEBOM (2017). "Cherry Picking with Synthetic Controls" Munich Personal RePEc Archive, Paper No. 80970, August

- FEENSTRA, R. C., R. INKLAAR, M. P. TIMMER (2015). "The Next Generation of the Penn World Table" *American Economic Review*, 105 (10), pp. 3150 – 3182
- GRIER, K. and N. MAYNARD (2016). "The economic consequences of Hugo Chavez: A synthetic control analysis" *Journal of Economic Behavior & Organization*, 125, pp. 1 - 21
- HAILU, D. and C. KIPGEN (2017). "The Extractives Dependence Index (EDI)" *Resources Policy*, 51, pp. 251 - 264
- IIMI, A. (2006). "Did Botswana Escape from the Resource Curse?" International Monetary Fund, Working Paper WP/06/138, June
- McCLELLAND, R. and S. GAULT (2017). "The Synthetic Control Method as a Tool to Understand State Policy" Urban Institute, Research Report, March
- ROSADO-ANASTACIO, J. A. (2018). "Usando el método de control sintético para analizar la efectividad del Protocolo de Kioto para reducir las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en España" *Revista de Economía del Rosario*, 21 (2), pp. 341 - 379
- SACHS, J. D. and A. M. WARNER (1995). "Natural Resource Abundance and Economic Growth" National Bureau of Economic Research, Working Paper 5398, December
- SACHS J. D. and A. M. WARNER (2001). "The curse of natural resources" *European Economic Review*, 45 (4-6), pp. 827 – 838

Apéndice

Cuadro A.1: PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ACTIVIDAD ECONÓMICA
(En porcentaje y puntos porcentuales, pp)

PERIODO	Agricultura, silvicultura, caza y pesca	Petróleo crudo y gas natural	Minerales metálicos y no metálicos	Industria manufacturera	Construcción	Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios a las empresas	Otras actividades	Servicios bancarios imputados	Derechos de importación, IVA, IT y otros impuestos indirectos	PIB a precios de mercado
1991	1,51	0,03	0,20	0,82	0,18	0,36	1,75	(0,17)	0,58	5,27
1992	(0,68)	0,04	0,09	0,01	0,35	0,64	1,34	(0,33)	0,18	1,65
1993	0,63	0,10	0,48	0,68	0,19	0,70	1,56	(0,33)	0,25	4,27
1994	1,01	0,34	0,00	0,90	0,04	0,65	1,59	(0,21)	0,35	4,67
1995	0,22	0,14	0,59	1,14	0,20	0,40	1,49	(0,17)	0,69	4,68
1996	1,00	0,09	(0,29)	0,83	0,30	0,92	1,70	(0,48)	0,30	4,36
1997	0,69	0,57	0,01	0,35	0,18	1,41	2,18	(0,93)	0,49	4,95
1998	(0,67)	0,56	(0,02)	0,41	1,25	1,50	1,51	(0,45)	0,93	5,03
1999	0,35	(0,20)	(0,24)	0,48	(0,76)	1,71	0,47	(0,42)	(0,95)	0,43
2000	0,49	0,52	0,07	0,30	(0,16)	(0,10)	1,03	0,08	0,28	2,51
2001	0,49	(0,00)	(0,14)	0,44	(0,25)	0,03	0,82	0,08	0,22	1,68
2002	0,06	0,23	0,00	0,04	0,52	(0,43)	1,16	0,21	0,70	2,49
2003	1,24	0,43	0,03	0,62	(0,86)	(0,44)	1,09	0,35	0,25	2,71
2004	0,04	1,26	(0,36)	0,92	0,06	(0,18)	1,36	0,21	0,87	4,17
2005	0,72	0,90	0,40	0,50	0,17	0,04	1,07	(0,17)	0,79	4,42
2006	0,62	0,31	0,27	1,34	0,22	0,60	1,33	(0,46)	0,57	4,80
2007	(0,07)	0,36	0,41	1,04	0,40	0,71	1,48	(0,36)	0,61	4,56
2008	0,36	0,14	2,41	0,63	0,28	0,53	1,40	(0,29)	0,68	6,15
2009	0,49	(0,89)	0,62	0,81	0,34	0,47	1,88	(0,18)	(0,19)	3,36
2010	(0,16)	0,77	(0,27)	0,44	0,25	0,64	1,88	(0,24)	0,81	4,13
2011	0,39	0,43	0,21	0,62	0,28	0,41	1,86	(0,21)	1,23	5,20
2012	0,51	0,90	(0,30)	0,79	0,29	1,13	1,49	(0,87)	1,19	5,12
2013	0,58	0,93	0,16	1,01	0,39	0,81	2,23	(0,50)	1,19	6,80
2014	0,46	0,41	0,32	0,66	0,30	0,71	1,88	(0,32)	1,04	5,46
2015	0,61	(0,10)	(0,07)	0,74	0,21	0,72	2,17	(0,35)	0,93	4,86
2016	0,37	(0,29)	0,24	1,00	0,31	0,95	1,76	(0,58)	0,51	4,26
2017	0,89	(0,15)	0,08	0,54	0,20	0,60	1,80	(0,30)	0,53	4,20
2018	0,84	(0,45)	0,09	0,90	0,14	0,66	1,91	(0,30)	0,43	4,22
Promedio	0,46	0,26	0,18	0,68	0,18	0,58	1,54	(0,28)	0,55	4,16
Volatilidad	0,45	0,46	0,51	0,31	0,38	0,52	0,42	0,29	0,45	1,39

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Nota: Otras Actividades comprende: Comercio, Transporte y Telecomunicaciones, Servicios de la administración pública y otros servicios.

Metodología de Control Sintético

A través de datos de panel balanceados obtenemos el comportamiento de las unidades para el estudio en un mismo periodo de tiempo, $t = 1 \dots T$. Se definirá T_0 como el número de periodos pre-tratamiento y T_1 como los periodos post-tratamiento ($T = T_0 + T_1$). La variable sujeta al estudio será el PIB per cápita (medido a PPA)¹⁴, por lo tanto se definirá como $Y_{i,t}^T$, el resultado expuesto al tratamiento y $Y_{i,t}^N$ será el resultado en ausencia del tratamiento (Bolivia sintética). Por lo tanto, se necesita estimar el efecto tratamiento para la unidad $i = Bolivia$ en el tiempo $t = 2006$.

¹⁴ Esto se debe a los indicadores del BM que tiene un solo año base (2011) medidos a PPA.

$$\alpha_{i,t} = Y_{i,t}^T - Y_{i,t}^N$$

Abadie y Gardeazabal (2003), Abadie et al. (2010) y Abadie et al. (2015) proponen hacer uso de las características observadas de los países de un grupo denominado ‘donantes’ con el propósito de encontrar ponderaciones óptimas, tal que $w_j \geq 0$, en un vector $W = (w_2, \dots, w_{J+1})'$, para $j = 2, \dots, J+1$ y $w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$, de modo que el promedio ponderado de los países seleccionados del grupo de donantes se asemeja al país tratado (Bolivia) con respecto al PIB per cápita (medido a PPA) en el periodo de pre-tratamiento controlado por los aspectos relevantes (Z). El valor de la variable de resultado para cada control sintético indexado por W es:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{i,t} = Y_{i,t}^T \quad \forall \quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Z_{i,t} = Z_{i,t}^T$$

Entonces $\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{i,t}$ para $t \geq T_0$ es una estimación para el PIB per cápita (medido a PPA) no observadas de $Y_{i,t}^N$ con lo cual podemos estimar el efecto tratamiento.

$$\hat{\alpha}_{1,t} = Y_{i,t}^T - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{i,t} \quad \forall \quad t \geq T_0$$

El procedimiento para elegir los pesos óptimos W es caracterizado como:

$$\min_W (X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)$$

donde X_1 denota un vector de $k \times 1$ características previas al tratamiento del país tratado, y X_0 denota una matriz ($k \times j$) de las mismas variables para los países j en las unidades de control (Abadie et al., 2015, 2010; Abadie y Gardeazabal, 2003). La matriz definida simétrica y positiva V pondera la importancia relativa de las diversas características incluidas en X . Obviamente, los pesos óptimos X dependen de la matriz de ponderación V . Para las estimaciones se sigue lo propuesto por Abadie et al. (2010) al elegir V usando un método basado en la regresión y pesos iguales¹⁵.

Tratamiento de la base de datos

La base de datos para el ejercicio propuesto es una combinación entre los indicadores de desarrollo mundial publicados en 2017 (Banco Mundial, WDI) y la base de Penn World Table

¹⁵ Estimación restringida.

9.1 (PWT). La periodicidad del estudio comprende 1990 – 2016. Se observó que existe una mayor cantidad de países en la base de WDI que la de PWT¹⁶, por lo cual la muestra total de los países combinando ambas bases alcanzó los 176 países (identificadores).

Para el correcto funcionamiento del algoritmo de Abadie y Gardeazabal (2003), se requiere que exista al menos una observación de las variables predictoras en el periodo pre-tratamiento (1990 – 2005). Por parte de la variable dependiente (*outcome*, logaritmo de PIB per cápita a PPA) es necesario que en toda la muestra, desde el inicio (1990) hasta el final (2016) exista observaciones. A partir de los predictores seleccionados que existen en la base de PWT se observó que algunos países no cuentan con las variables de capital humano (ejemplo Aruba, Albania, Antigua y Barbuda, entre otros) o que no cuentan con la relación empleo/población, industria (valor agregado), inversión extranjera directa, entre otros, en la base de WDI. De este modo, dichos países se van descartando de la base de datos; de lo contrario, el algoritmo no podrá estimar la Bolivia sintética.

Finalmente, se encontró en la base de WDI que las variables de renta por gas natural y minerales en muchos países presentan el valor de cero (0). En toda la muestra pre-tratamiento (ejemplo Armenia, Benin, Botswana, Camerún, entre otros), teniendo en cuenta este hecho, el algoritmo sí funciona pero sesga los resultados, entonces se optó por eliminar estos países de la muestra, quedando así lo 52 países como controles en el momento de la estimación de las ponderaciones óptimas.

TABLA A.1: TEST DE QUIEBRE ESTRUCTURAL DE WALD

```
Wald test for a structural break: Known break date

Sample:      1991 - 2016      Number of obs  =      26
Break date:  2012
Ho: No structural break

             chi2(2)      =   44.4285
             Prob > chi2   =   0.0000

Exogenous variables:      L.gdp_ppp
Coefficients included in test: L.gdp_ppp_cons
```

Pruebas placebo

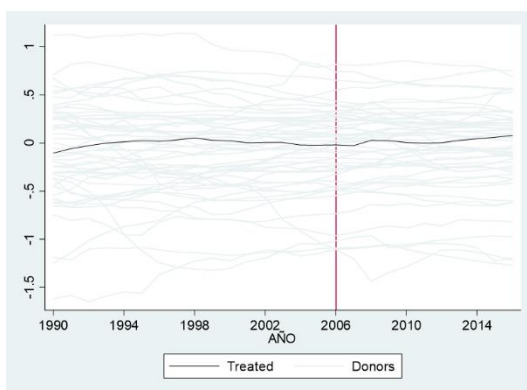
Respecto a la evaluación de la significancia estadística de los resultados encontrados, se emplearon las pruebas de placebo. Este procedimiento indica que la distribución estadística

¹⁶ Por ejemplo en la base de WDI están los países como Afganistán, Andorra, Polinesia Francesa, Gibraltar, Cuba, Puerto Rico, entre otros. Los mencionados no están presentes en PWT.

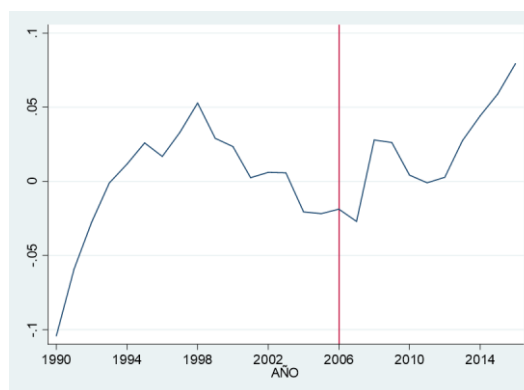
de una prueba se calcula bajo permutaciones¹⁷ aleatorias de las asignaciones de las unidades de la muestra a los grupos de intervención y de no intervención (Abadie et al., 2010). En el Gráfico A.1, se observa los 52 países que formaron parte de las unidades de control para encontrar los ponderadores óptimos para la Bolivia sintética y la brecha entre los datos observados y simulados por la MCS.

Gráfico A.1: PRUEBAS PLACEBO Y BRECHA ENTRE EL CONTRAFACTUAL Y OBSERVADO

Brecha del logaritmo del PIB per cápita prueba placebo de los 52 países seleccionados



Logaritmo del PIB per cápita (Brecha entre Bolivia y Bolivia sintética)

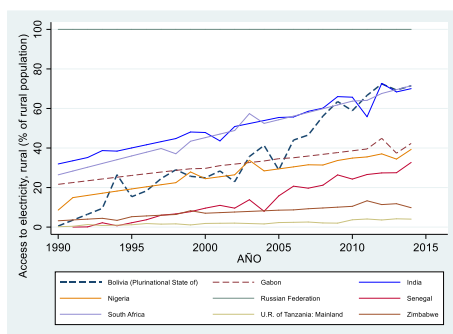


Fuente: Elaboración propia

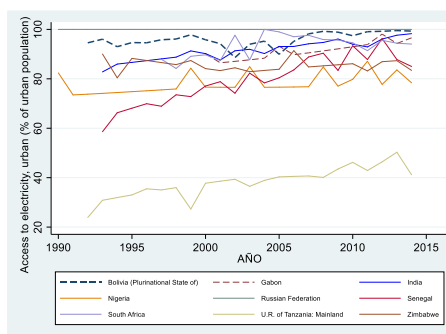
La línea azul indica la diferencia (brecha) entre el PIB per-cápita de la Bolivia observada y la sintética (en logaritmos). Las líneas grises (gráfico izquierdo) representan las pruebas de placebo, desviaciones de los 52 países respecto a Bolivia real.

Gráfico A.2: EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES PREDICTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BOLIVIA SINTÉTICA

Acceso a electricidad (Rural)



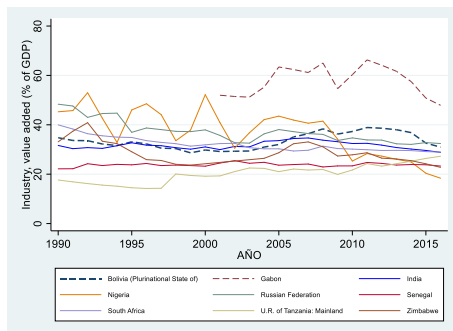
Acceso a electricidad (Urbana)



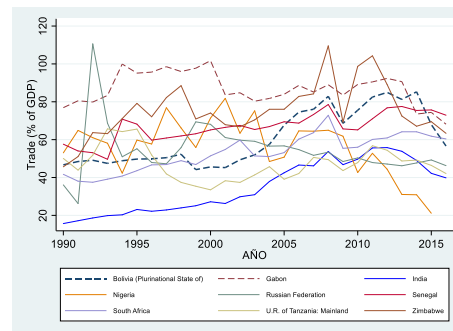
¹⁷ Diferentes combinaciones para un orden establecido de una muestra finita.

Gráfico A.2: EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES PREDICTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BOLIVIA SINTÉTICA (Cont.)

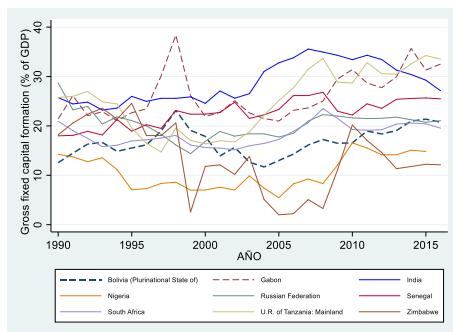
Industria, valor agregado



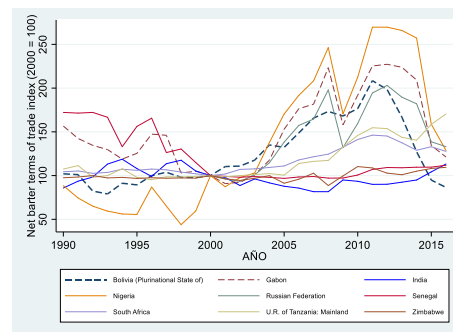
Apertura comercial



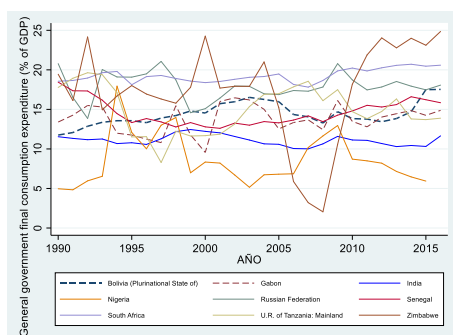
Ratio Inversión-PIB



Índice neto de términos de intercambio



Gasto de Gobierno



Renta de gas natural (% del PIB)

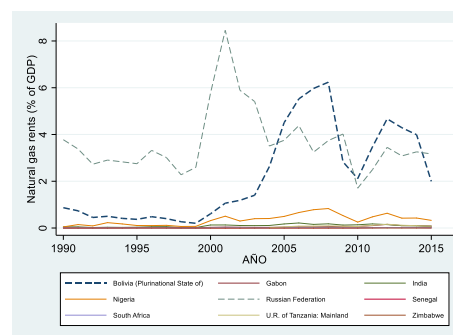
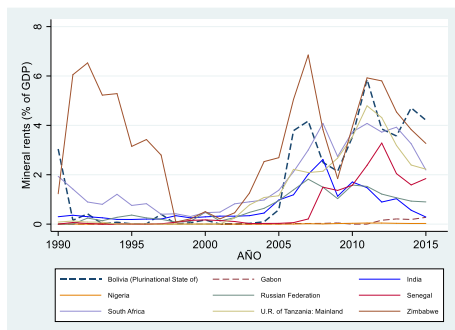
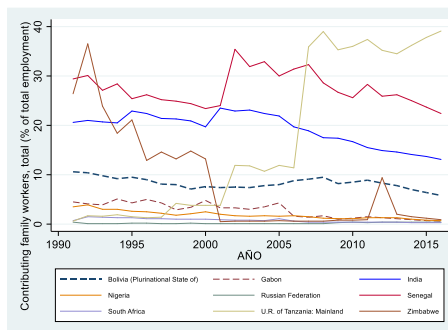


Gráfico A.2: EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES PREDICTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA BOLIVIA SINTÉTICA (Cont.)

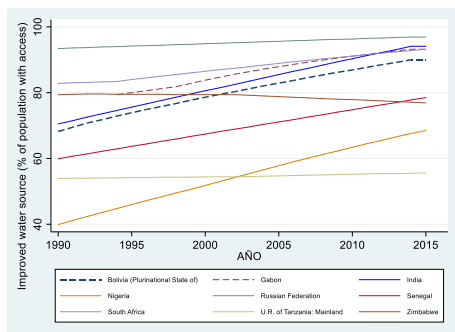
Renta de Minerales (% del PIB)



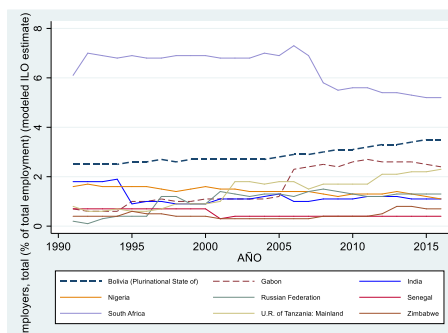
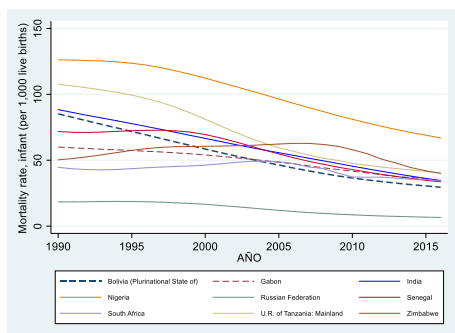
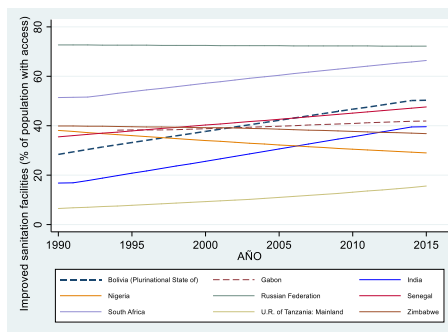
Contribucion del trabajo familiar, total
(% del empleo total)



Fuente de agua mejorada (% de población con acceso)

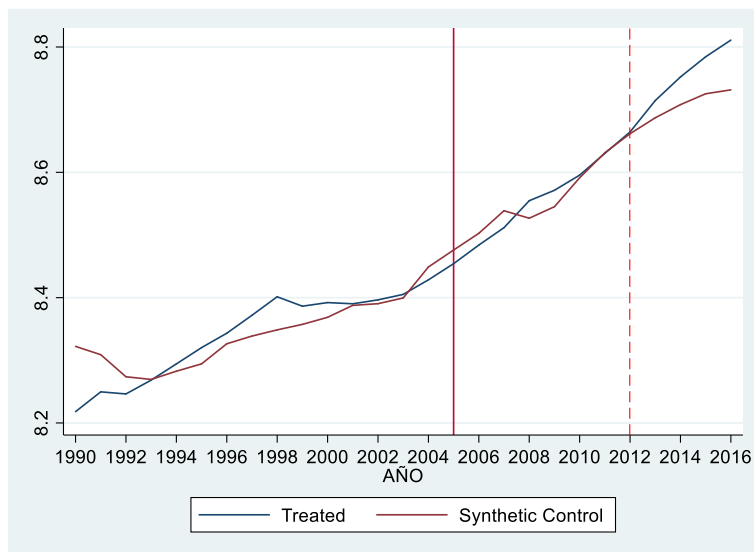


Instalaciones de saneamiento
mejoradas (% de la población con acceso)



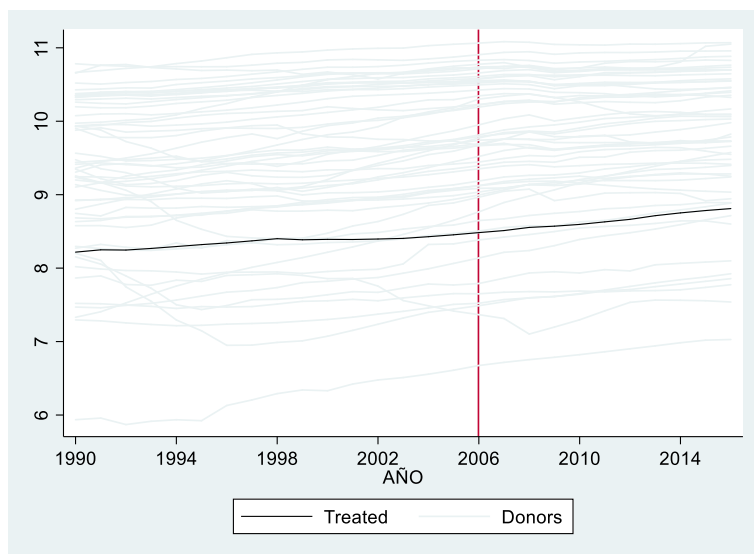
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.3: PIB PER CÁPITA (MEDIDO A PPA), BOLIVIA Y BOLIVIA SINTÉTICA
(En logaritmo)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.4: LOGARITMO DEL PIB PER CÁPITA UNIDAD TRATADA (BOLIVIA) Y DONANTES (52 PAÍSES)



Fuente: Elaboración propia

Cuadro A.2: DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRE-TRATAMIENTO (1990 – 2005)

Variable	Descripción	Bolivia	Synthetic	Promedio
Acceso a electricidad (Rural)	% de la población rural con acceso respecto al total de población rural.	21,35	29,18	80,27
Acceso a electricidad (Urbana)	% de la población urbana con acceso respecto al total de población urbana.	94,31	81,61	94,76
Industria, valor agregado (% del PIB)	El valor agregado es la salida neta de un sector después de sumar todas las salidas y restar entradas intermedias.	31,34	33,05	32,16
Apertura comercial	El comercio es la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios medidos como una parte del PIB.	50,27	50,94	66,03
Inflación	Medida por el índice de precios al consumidor refleja el cambio porcentual anual.	7,78	22,94	46,49
Inversión (% del PIB)	Ratio Formación Bruta de Capital Fijo respecto al PIB.	15,79	18,95	21,80
Índice neto de términos de intercambio	El índice neto de términos de intercambio se calcula como la relación porcentual de los índices de valor unitario de exportación con respecto a los índices de valor unitario de importación, medidos con relación al año base 2000.	103,18	103,60	103,82
Gasto Gubernamental (% del PIB)	Gastos de consumo final del gobierno general.	14,28	15,06	16,47
Renta por gas Natural (% del PIB)	La renta de gas natural son la diferencia entre el valor de la producción de gas natural a precios mundiales y los costos totales de producción.	1,01	0,12	0,28
Renta por Minerales (% del PIB)	La renta de los minerales son la diferencia entre el valor de producción de un stock de minerales a precios mundiales y sus costos totales de producción.	0,32	0,69	0,39
Contribucion del trabajo familiar, total (% del empleo total)*	Son aquellos trabajadores que tienen "trabajos por cuenta propia" en un establecimiento orientado al mercado operado por una persona relacionada que vive en el mismo hogar.	8,49	9,05	7,83
Fuente de agua mejorada (% de población con acceso)	Se refiere al porcentaje de la población que usa una fuente de agua potable mejorada.	76,05	74,81	89,11
Instalaciones de saneamiento mejoradas (% de la población con acceso)	Se refiere al porcentaje de la población que utiliza instalaciones mejoradas de saneamiento.	35,41	38,17	79,46
Tasa de mortalidad infantil (por cada 1.000 nacidos vivos)	Cantidad de bebés que mueren antes de cumplir un año de edad, por cada 1,000 nacimientos vivos en un año determinado	65,34	66,05	28,49
Empleadores, total (% del empleo total)*	Los empleadores son aquellos trabajadores que, trabajando por cuenta propia o con uno o algunos socios, tienen el tipo de trabajos definidos como "trabajos por cuenta propia", es decir, trabajos en los que la remuneración depende directamente de los beneficios derivados de los bienes y servicios producidos, y, en esta capacidad, han contratado, de manera continua, una o más personas para trabajar para ellos como empleados.	2,63	2,85	4,14
Países			8	52
RMSPE			0,0388	0,3767

Fuente: Banco Mundial

Nota: El índice de capital humano es de PWT 9,1, variable seleccionada en Abadie et al. (2015) y Chumacero R. (2019). Las otras variables seleccionadas pertenecen a la base de WDI.

*Estimaciones por la Organización Mundial del Trabajo. Los datos están incorporados en la base de Indicadores del Desarrollo Mundial (Banco Mundial).

(En diferencias)

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 113

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z (t)	-4.671	-3.506	-2.889	-2.579

```
. dfuller D_inv_gdp
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 112

	Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
		1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z (t)	-4.556	-3.506	-2.889	-2.579

```
. dfuller D_wdi_ind
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 112

		Interpolated Dickey-Fuller		
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-6.229	-3.506	-2.889	-2.579

MacKinnon approximate p-value for $Z(t) = 0.0000$

(En diferencias)

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 112

MacKinnon approximate p-value for $Z(t) = 0.0002$

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 112

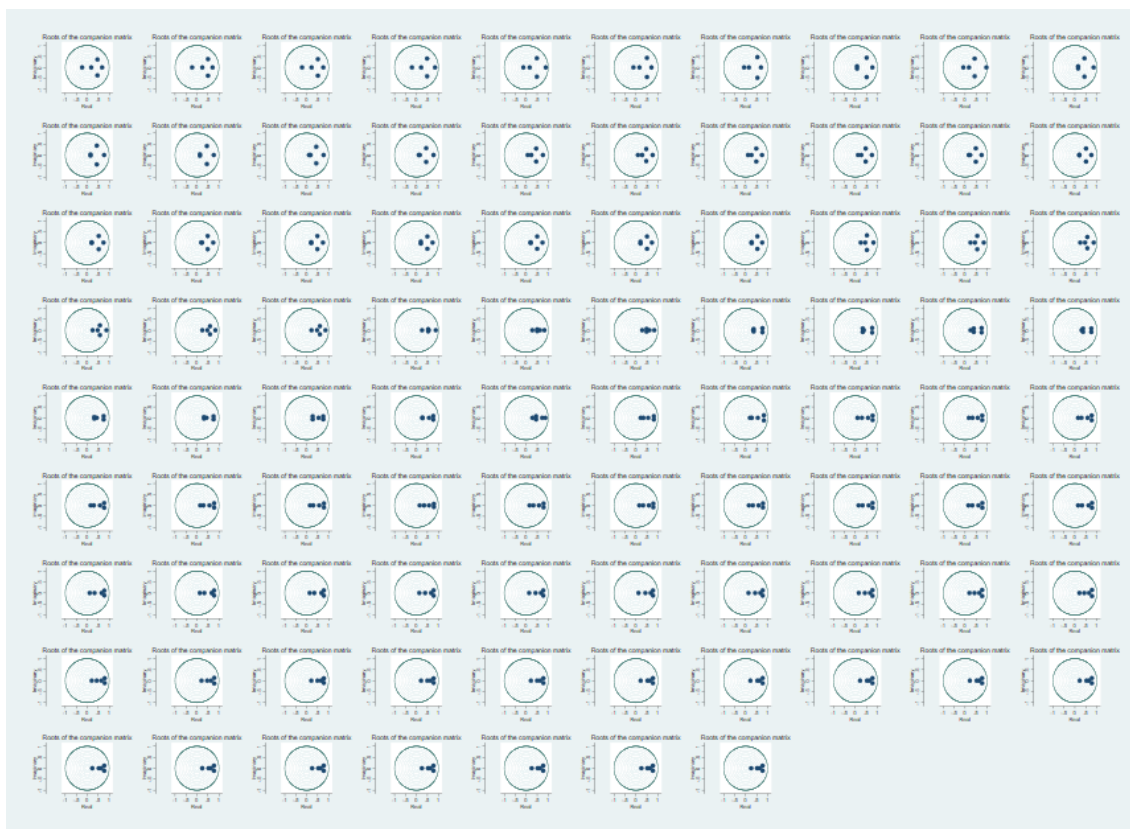
MacKinnon approximate p-value for $Z(t) = 0.0000$

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 112

MacKinnon approximate p-value for $Z(t) = 0.0088$

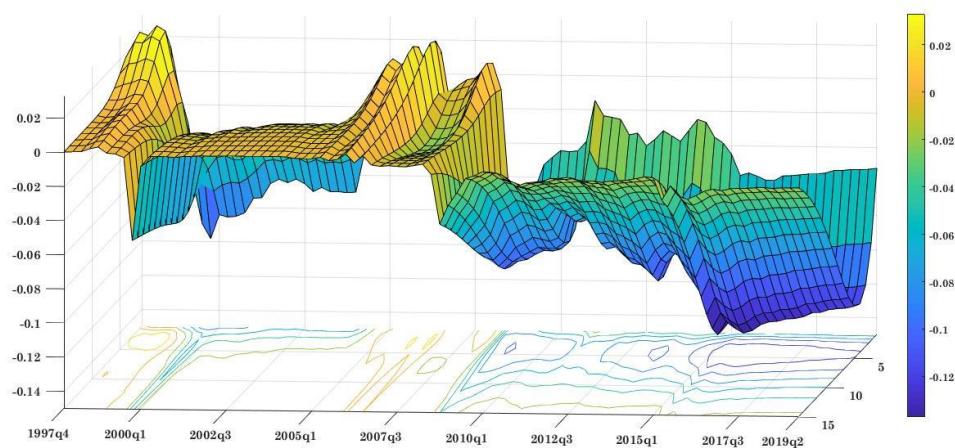
31

Gráfico A.5: CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LOS MODELOS VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR)



Fuente: Elaboración propia

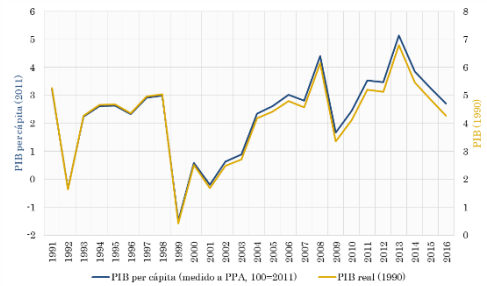
Gráfico A.6: FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA (FIR) DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTE *SHOCKS* DE RENTA TOTAL DE RECURSOS NATURALES (Vista Frontal)



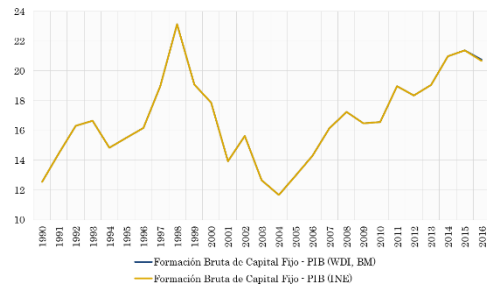
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A.7: COMPARACIÓN DE VARIABLE fuente Banco Mundial e INE

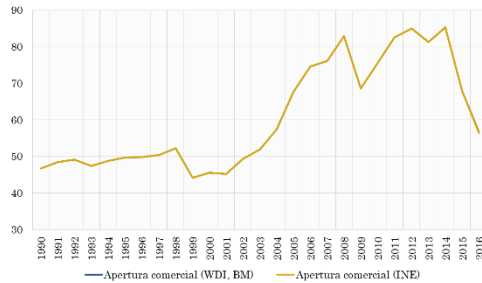
PIB
(En porcentaje)



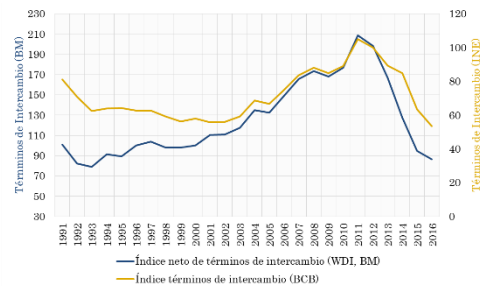
Inversión
(En porcentaje)



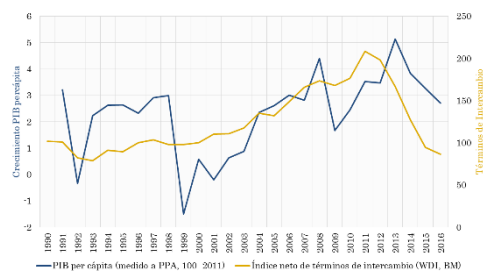
Apertura comercial
(En porcentaje, PIB)



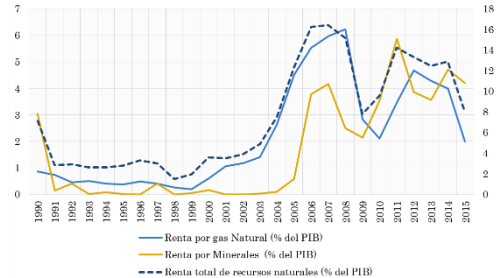
Términos de intercambio



Términos de intercambio y PIB

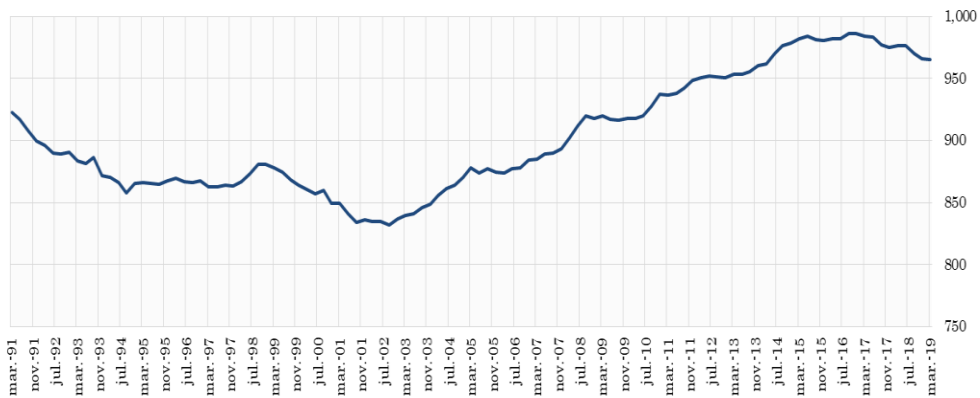


Renta de Sectores extractivos



Fuente: Elaboración propia, datos del Banco Mundial e INE

Gráfico A.8: ÍNDICE DE HERFINDAHL HIRSCHMANN (HHI)



Fuente: Elaboración propia

Nota: Índice de Herfindahl Hirschmann (HHI) utilizado: $H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{X} 100 \right)^2$

Escala: $1 \leq HHI \leq 1.500$: mercado no concentrado; $1.500 < HHI \leq 2.500$: mercado moderadamente concentrado; $2.500 < HHI \leq 10.000$: mercado altamente concentrado