

Recursos Naturales y Crecimiento Económico en Bolivia

Manuel Olave *

1. Introducción

A lo largo de su historia, la economía boliviana ha dependido principalmente de la exportación de los recursos naturales debido a una abundante dotación relativa en minerales e hidrocarburos que le dio ventajas comparativas considerables a nivel internacional, resultando en una asignación de importantes recursos humanos y financieros a estos sectores con el fin de aprovechar su potencial exportador.

La relación entre el crecimiento económico y los recursos naturales en Bolivia ha sido ampliamente estudiada, por ejemplo, en Díaz & Aliaga (2010); Chávez (2013); Machicado (2010); Lizárraga (2003); Morales (2008); Morales & Espejo (1994); Wanderley et al. (2010); Zambrana (2002). En todos estos casos se puede apreciar que los períodos en los que se registran precios elevados de las materias primas están asociados, regularmente, a una dinámica positiva de la actividad económica, debido a que favorecen incrementos en el valor de las exportaciones y brindan mayor disponibilidad de recursos públicos para expandir el gasto y la inversión. Por el contrario, reducciones importantes y sostenidas en los precios, están asociadas a presiones para la contracción de la demanda agregada, directamente a través de la reducción del valor de las exportaciones, e indirectamente a través de la inversión, el gasto público y el consumo privado. Identificar y cuantificar las relaciones entre estos precios y la

*Corresponding author: molave@upb.edu

The opinions expressed in this article are the authors' own and do not reflect the view of Universidad Privada Boliviana.

dinámica de la economía boliviana es una tarea compleja, pues estas relaciones han sido contingentes al comportamiento de otros determinantes del valor de las exportaciones de recursos naturales, a la dinámica de la demanda agregada, al desempeño económico de los socios comerciales y a las políticas públicas establecidas por los gobiernos de turno (Morales, 1991)

A pesar de tratarse de una temática bien documentada y de clara importancia para comprender la economía boliviana, en la literatura aún existen disensos sobre la magnitud y el sentido de la relación entre el crecimiento y las características económicas del sector exportador de recursos naturales, las cuales pueden ser capturadas de manera sintética por sus precios. Tomando como ejemplo la relación entre el crecimiento boliviano y el gas natural, cuyo precio está vinculado directamente al precio internacional del petróleo, en Grebe et al. (2012) y Medinaceli (2012) se afirma que en los últimos años existe una importante dependencia del crecimiento al valor de las exportaciones de gas, atribuyendo la mitad del crecimiento económico en la última década a la dinámica positiva del sector de hidrocarburos. En contraposición, la Memoria de la Economía Boliviana, elaborada por la Unidad de Análisis y Estudios Fiscales (MEFP, 2014), postula que fueron las políticas públicas el factor mediador entre el crecimiento económico y los precios del gas natural, y en última instancia, el principal determinante del sentido y la magnitud de relación entre el crecimiento económico y los precios del gas natural. Estos disensos dan cuenta de la dificultad en definir relaciones de causalidad precisas, que identifiquen interdependencias fundamentales entre el crecimiento, los precios de los recursos naturales y las políticas públicas, así como posibles mecanismos por los cuales shocks en los precios de recursos naturales se transmiten a la economía real, entre los que se debe considerar instrumentos fiscales como impuestos, regalías o la participación del Estado en las utilidades de las empresas explotadoras de estos recursos.

Consideramos, sin embargo, que una etapa previa importante para abordar correctamente la compleja relación entre el crecimiento y los precios de los recursos naturales, consiste en analizar la estabilidad de la relación en el mediano y largo plazo, independientemente de fluctuaciones coyunturales inducidas por políticas públicas o shocks transitorios en las economías de los socios comerciales. Una vez establecidos los vínculos a largo plazo se pueden indagar los mecanismos causales directos e indirectos que expliquen la estabilidad de estas relaciones.

Para analizar la estabilidad de los vínculos entre el crecimiento y los precios de recursos naturales se requiere una perspectiva histórica amplia. En ese sentido, consideramos que muchos estudios sobre esta temática privilegian enfoques de periodicidad corta (anual, principalmente) y tienden a hacer énfasis en el análisis de los condicionantes de las relaciones entre el crecimiento y los precios de recursos naturales (por ejemplo, algunas políticas públicas (Medinaceli, 2004) o aspectos institucionales (Díaz & Aliaga, 2010)), dejando de lado el análisis de la duración y permanencia de estas relaciones en periodos de tiempo más largos. Si estas relaciones son estables en el tiempo, los precios de los recursos naturales deberían constituirse en buenos predictores *estadísticos* del desempeño de la economía boliviana.

Así, en este documento pretendemos realizar una contribución a la comprensión de la estabilidad de la relación entre el crecimiento económico boliviano y las fluctuaciones de diferentes recursos naturales durante el periodo 1970-2014, independientemente de las políticas públicas y fluctuaciones coyunturales acaecidas en este periodo. Para esto, proponemos concentrar el análisis en los vínculos a largo plazo entre los componentes tendenciales de estas variables, excluyendo las fluctuaciones coyunturales, denominados ciclos en la teoría de filtros estadísticos (Estrella, 2007). La extracción de componentes tendenciales de la actividad económica mediante filtros fue empleada para la identificación de ciclos en las economías del Perú (Cáceres & Sáenz, 2002), Estados Unidos (Rebelo, 2005), República Dominicana (Ramírez de León, 2012) y el conjunto de países de la OCDE (Nilsson & Gyomai, 2007), entre otros. En Cuba & Gonzáles (2011) y Valdivia & Yujra (2009), se identifican ciclos de la actividad económica boliviana empleando el filtro de Christiano & Fitzgerald (abreviado CF, Christiano & Fitzgerald, 1999) y se argumenta la superioridad de esta metodología en relación a otras alternativas, como el filtro de Baxter & King (1995) y el filtro de Hodrick & Prescott (1997). En estos documentos se concluye que la metodología CF es más apropiada para analizar el caso boliviano, principalmente por el hecho que permite considerar pesos asimétricos para las observaciones y poder ajustarse al análisis de series no estacionarias. Por este motivo, nuestra estrategia metodológica se centra en la aplicación del filtro CF.

El documento está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta una descripción histórica de la relación entre la economía boliviana y diferentes recursos naturales importantes en diferentes tramos del periodo 1970-2014. En la sección 3 se describe la estrategia metodológica para la identificación de relaciones estables

entre el crecimiento económico y los precios de diferentes recursos naturales durante el periodo de análisis. En la sección 4 se analizan las relaciones identificadas y en la sección 5 se presentan algunas remarques y conclusiones.

2. Bolivia y sus recursos naturales: una breve revisión histórica

En esta sección se presenta una breve descripción histórica de las relaciones entre la economía boliviana y los recursos naturales, identificando períodos relevantes de análisis en base a la importancia de la exportación de los principales recursos naturales que produce el país.

El estaño fue un recurso natural de gran impacto en la economía nacional durante la primera mitad del siglo XX cobrando especial importancia durante las décadas de 1920 y 1930, donde llegó a representar el 80 % de las exportaciones, y en el período 1970-1985, 37 % de las exportaciones anuales (ver Tabla 1). A principios de la década de los 80, en los albores de la democracia, se produjo una importante caída del precio internacional de este mineral en la bolsa de Londres que fue en parte causante del colapso de COMIBOL, principal fuente de ingresos del tesoro general de la nación, y el consecuente déficit fiscal condujo a una de las más grandes tasas de inflación en la historia de la república, que llevaron al colapso del modelo nacionalista de capitalismo de estado iniciado en 1952.

Las reformas económicas del año 1985 dictadas por el nuevo gobierno para resolver la crisis, combinaron la estabilización macroeconómica con una apertura al comercio internacional dando lugar a una nueva dinámica económica, con una canasta de exportaciones más diversificada. A pesar de la pérdida de importancia gradual del estaño en la composición de las exportaciones, durante el periodo 1986-1999 la minería continuó representando una de las actividades económicas más importantes del país (42 % del total de las exportaciones anuales), pero estuvo compuesta por pequeños y medianos ingenios de carácter privado dedicados a la producción de zinc, la plata y el oro (Morales & Espejo, 1994). En este período, las exportaciones no tradicionales se diversificaron y llegaron a representar, en promedio, 41 % de las exportaciones anuales, impulsadas por altos volúmenes de exportación de soya, madera y manufacturas

de madera, definiendo un nuevo dinamismo económico interno y nuevas perspectivas para la proyección del país hacia el resto del mundo.

Un importante cambio cualitativo en la composición de las exportaciones tuvo lugar durante el periodo 2000-2013, como consecuencia de masivas inversiones en el sector hidrocarburífero durante la década de los 90 que permitieron el incremento de las reservas probadas de gas natural, que aunadas a la finalización de la construcción del gasoducto entre Bolivia y Brasil el año 1999 y la firma del convenio de exportación de gas al Brasil, marcaron el inicio de un periodo en el que el gas natural cobra una importancia particular para la realidad económica boliviana.

El año 2005 el nuevo gobierno nacionalizó los yacimientos de gas natural, sin expropiarlos, y renegoció favorablemente el pago de regalías de las empresas extranjeras al estado. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) pasaría a ser el socio de toda la actividad petrolera en el país y con este nuevo régimen el gas natural continuaba representando en promedio, el 42 % de las exportaciones anuales.

Cuadro 1: Composición de las exportaciones, en promedio

Recurso	Periodo		
	1970-1985	1986-1999	2000-2014
Gas natural	19 %	17 %	42 %
Estaño	37 %	10 %	4 %
Zinc		14 %	10 %
Minerales Plata	15 %	52 %	9 %
Oro		7 %	4 %
Otros		6 %	3 %
No Tradicionales	29 %	41 %	28 %

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CEPAL

Considerando la realidad de las exportaciones descritas en la Tabla 1 y la disponibilidad de datos, el análisis de las relaciones entre la actividad económica nacional y los recursos naturales se efectúan para los siguientes tres periodos: Primero, el período del estaño en el que por disponibilidad de datos confiables solo se incluye el lapso

1970 -1985; segundo, el periodo comprendido entre 1986 y 1999, caracterizado por una economía más diversificada y una predominancia de productos no tradicionales en las exportaciones y el tercero, comprendido entre el 2000 y el 2013, caracterizado por una importancia particular del gas natural. A continuación presentamos una breve revisión de las características de la economía nacional en cada uno de estos tres periodos.

2.1. Primer período: estaño 1900 - 1985

La minería ha sido una actividad económica importante en el país desde que el Kollasuyo proveía de oro al Imperio Incaico, el Alto Perú plata para la Corona española y posteriormente exportaba éste mismo mineral para financiar la naciente república. Luego de más de dos siglos de predominancia de actividad argentífera en la minería nacional, el año 1900 inició una etapa denominada la gran minería privada del estaño. El descubrimiento de los yacimientos de estaño ?La Salvadora por Simón I. Patiño inició el posicionamiento del país como uno de los principales productores de este mineral en el mundo. La industria minera se desarrolló como un oligopolio compuesto por los denominados Barones del Estaño: Simón Patiño, Carlos Víctor Aramayo y Mauricio Hoschild que concentraron tanto el poder económico como político en el país. La minería del estaño se caracterizó por la implementación de tecnología de punta y la integración vertical (fundición) en el extranjero .

A pesar del gran desarrollo del sector estañífero durante esta etapa, la economía boliviana de enclave no generaba retornos para el resto de economía, ya que la mayoría de las utilidades eran enviadas fuera del país por los propietarios y los impuestos alcanzaban sólo el 3% del valor de la producción. El sistema oligopolístico privado de la minería fue interrumpido en Abril del 1952, por el triunfo de la revolución nacional liderada por el Movimiento Nacionalista Revolucionario que tenía entre sus objetivos principales la nacionalización de las minas y la creación de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL). Estas fueron medidas trascendentales para la economía boliviana al redefinir los derechos de propiedad de las minas a favor del Estado y revertir todos los bienes e instalaciones de las empresas privadas en beneficio de la entonces nueva Corporación. Desde entonces y hasta la segunda mitad de la década de los 80, la explotación de estaño estuvo controlada por la gran minería estatal, liderada por la COMIBOL. En el periodo 1952-1985, la COMIBOL llegó a participar

del 70 % de la producción total de estaño y en la década de los 70 se benefició de los altos precios internacionales de las materias primas.

Desde la Revolución del 1952 hasta el año 1985, el fuerte vínculo entre la economía boliviana y la dinámica de extracción y exportación de estaño se hace evidente al constatar que las exportaciones representaron en promedio el 25 % de la actividad económica y que más del 60 % de estas exportaciones correspondían a ventas de este mineral (Morales & Espejo, 1994). Esto hizo de las ventas de estaño la fuente más importante para la acumulación de divisas; asimismo, la fuerte actividad minera representaba contribuciones importantes a los recursos fiscales, indirectamente a través de los impuestos y directamente a través de la contribución de la COMIBOL y la Empresa Nacional de Fundiciones. De hecho, es importante tener en cuenta que los ingresos directos de la nacionalización fueron una de las fuentes más importante para la inversión en hidrocarburos realizada en esa época (Lizárraga, 2003).

El cese de la importancia del estaño para la economía nacional fue el resultado de un cúmulo de factores. Entre 1952 y 1961 el Estado realizó importantes inversiones en construcciones, obras sociales y una diversidad de servicios para los obreros de la COMIBOL (Lizárraga, 2003). Estas prestaciones se combinaron con una deficiente administración, bajos gastos de capital y reposición de inversiones, un acervo de maquinaria obsoleta y vetas en descenso de producción. Estos aspectos negativos mermaron la competitividad de la producción estañífera y la productividad laboral disminuyó drásticamente debido a que se efectuaban grandes contrataciones respondiendo a intereses políticos, y es así que Lizárraga (op. Cit.) reporta que sólo 40 % de la mano de obra realizaba operaciones dentro de las minas.

Los altos costos de producción de la COMIBOL se combinaron con una importante disminución de sus ingresos a razón de una fuerte caída en el nivel internacional del precio del estaño. La caída del precio tuvo dos detonantes principales; el primero por el lado de la oferta, vinculado a un importante incremento de producción y exportación de estaño a nivel mundial a inicios de la década de los 80. Este incremento estuvo impulsado por la dinámica de nuevos países exportadores de estaño como Brasil y China, además del incumplimiento de las cuotas de exportación establecidas por el Consejo Internacional del Estaño (CIE). Como segundo detonante, la demanda internacional por estaño se contrajo debido al surgimiento de sustitutos (plástico y aluminio), a los avances tecnológicos y al desarrollo de sectores no intensivos en el

uso de metales. La expansión de la oferta y la contracción de la demanda condujeron al valor histórico más bajo del precio internacional del estaño el año 1986.

Esta combinación de factores negativos a nivel interno y externo propiciaron el fracaso de la COMIBOL; su costo de producción se tornó insostenible, llegando a cuadruplicar a los ingresos que percibía por concepto de exportaciones. Esta situación interna junto a la crisis internacional del precio del estaño derivó en la quiebra técnica de la mayoría de las minas de COMIBOL. Así, se desató en Bolivia una de las crisis económicas más profundas de su historia, que forzó una reestructuración del sector minero.

El fuerte vínculo entre la producción de estaño y la economía boliviana se rompió en 1986 y el metal perdió protagonismo en la actividad económica nacional. A partir de este periodo se dio inicio a una nueva estructura económica y social a partir de la promulgación del Decreto Supremo 21060, que dio lugar a una economía más diversificada y al desarrollo de una minería privada, mediana e intensiva en capital y un nuevo sector de cooperativistas, que trabajaban principalmente en colas y desmontes de forma muy rudimentaria.

2.2. Segundo Período: apertura externa 1986 - 1999

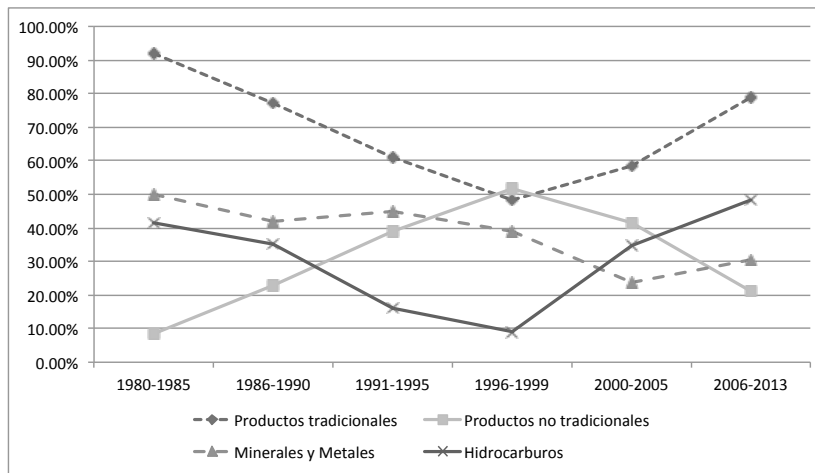
Como resultado del colapso económico y político del gobierno de Hernán Siles Suazo (1982-1985), el nuevo gobierno del MNR inicia en 1985 una Nueva Política Económica buscando la estabilización macroeconómica y la consolidación de un nuevo modelo económico basado en el libre mercado y orientado a la apertura externa. Esta estrategia de fuerte inserción en la dinámica económica internacional significó una readecuación a un contexto económico mundial globalizado y regionalizado (Zambrana, 2002), que exigía altos grados de productividad, competitividad y eficiencia. La expansión de la frontera de posibilidades de producción se tornó en un importante reto que el sistema económico interno tuvo que enfrentar con el fin de lograr general niveles de competitividad adecuados para un mercado internacional altamente dinámico e interconectado.

En el periodo anterior a 1985, caracterizado por la predominancia del estaño en las exportaciones, el modelo económico era inadecuado para lograr una expansión de la frontera de posibilidades de producción en un sentido que permitiera posicionar de

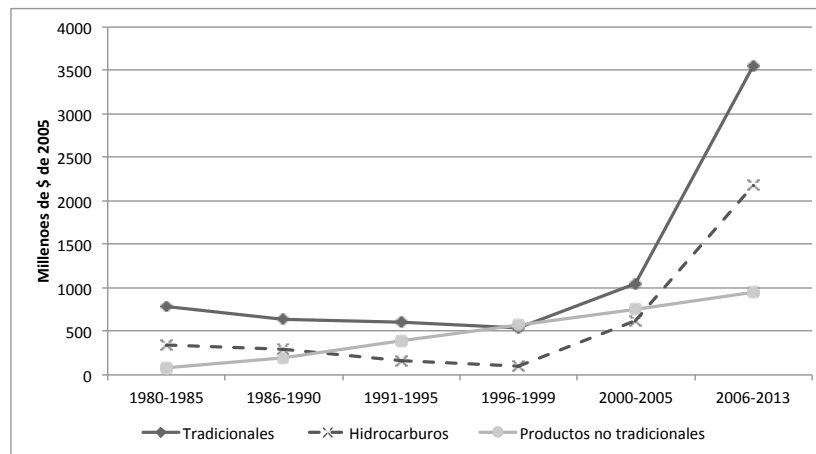
mejor manera otros productos nacionales en los exigentes y competitivos mercados internacionales.

Figura 1: Evolución de la composición de exportaciones

(a) Composición de las exportaciones en porcentaje



(b) Exportaciones en valor



Antes de la Nueva Política Económica, el aparato económico fue dinamizado por el crecimiento de la deuda pública y la exportación de bienes primarios, con claro protagonismo de la actividad estañífera. El fracaso del modelo económico anterior a 1985 y la puesta en marcha de la Nueva Política Económica desde el año siguiente marcaron un contexto favorable para el desarrollo de industria privada y la diversificación de

la balanza de pagos. Los cambios que trajo consigo este quiebre del modelo económico nacional fueron profundos y fundamentales. La liberalización de la economía consolidó la eliminación del rol económico protagónico del Estado, diversas empresas públicas cesaron actividades, se inició un importante proceso de privatización (capitalización), se liquidó la banca estatal y se capitalizaron cinco empresas estatales de importancia estratégica en el tejido económico nacional. La búsqueda de mecanismos de atracción de inversión privada nacional y extranjera se tornó en un fin explícito, fomentando así la liberalización de las exportaciones y las importaciones, dando lugar a nuevos mecanismos de apertura externa. Esta lógica económica se profundizó en la década de los 90, con la aplicación de reformas complementarias y la liberalización de la cuenta capital de la balanza de pagos, además de la firma de acuerdos comerciales y de promoción de inversiones, tanto de alcance multinacional como binacional (Zambrana, 2002). Durante este periodo se fomentó las importaciones de bienes de consumo final, además de la importación de bienes de capital.

Así, las conexiones entre la economía boliviana y el resto del mundo se tornaron más diversas, dinámicas y regidas por las condiciones de libre mercado internacional. Se eliminaron cupos de importación, licencias especiales y temporales, se estableció un régimen arancelario uniforme para todos los bienes, se crearon incentivos fiscales para la promoción de exportaciones y se promovió la creación de zonas francas para la descentralización aduanera.

Desde 1986 la economía se tornó mucho más diversificada. La minería y el gas natural nunca dejaron de ser componentes importantes de la actividad económica, pero adoptaron carácter privado; de hecho, el nuevo sector minero privado, compuesto por pequeños y medianos ingenios dedicados principalmente a la producción de oro, plata y zinc, fue uno de los sectores atractores de inversión privada más importantes en la década de los 90. Este influjo de inversiones dio lugar a una importante mejora tecnológica en el sector, especialmente en la minería mediana e intensiva en capital. Sin embargo, la importancia de estos productos tradicionales en las exportaciones fue disminuyendo gradualmente, pasando de 92 % entre 1980-1985 a 48 % entre 1996-1999 (ver Figura 1). Los productos de exportación tradicionales fueron reemplazados por productos no tradicionales como la soya, el cuero, la madera, el azúcar y la castaña que ganaron mercados en Perú, Bélgica, Estados Unidos, Argentina y el Reino Unido, entre otros, determinando un nuevo dinamismo en la economía nacional más diversificado y sin estar concentrado en un recurso natural específico durante este

periodo. Los productos no tradicionales pasaron de representar 8 % de las exportaciones en el periodo 1980-1985 a 52 % en el periodo 1996-1999. La dinámica positiva de las exportaciones de productos no tradicionales, en realidad, se ha mantenido inalterada desde 1999 hasta la fecha; el valor real de las exportaciones de estos productos ha mantenido un ritmo de crecimiento similar (ver Figura 1). Sin embargo, a partir de la puesta en marcha del gasoducto Bolivia-Brasil en 1999, la composición de las exportaciones registró un importante cambio cualitativo debido un incremento sin precedentes del valor real de las exportaciones de gas, que crecieron en 517 % entre los periodos 1996-1999 y 2000-2005. El panel a) de la Figura 1 muestra que esta situación marcó el inicio de un nuevo protagonismo de los productos tradicionales en las exportaciones.

2.3. Tercer período : gas natural 1999 - 2015

El gas natural ha tenido siempre una relación muy estrecha con la economía boliviana, por lo que consideramos importante presentar una breve revisión del camino que llevó a este recurso a ser el principal recurso de exportación hoy en día. El sector de los hidrocarburos, al igual que el de la minera, se caracterizó por un péndulo de control privado-estatal, que inició el año 1920 cuando la Standard Oil Company monopolizó la explotación del petróleo. Luego de la Guerra del Chaco, en 1936 se fundó la empresa Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) dando lugar a la primera nacionalización y otorgando la administración de este recurso a las autoridades públicas. En 1955, mediante la promulgación del Código de Petróleo o Davenport, se transfirieron áreas de reserva a compañías norteamericanas, favoreciendo la entrada de capitales privados a este sector. En 1969 se nacionalizó la Gulf Oil Company, para que tres años después se otorgaran contratos de operación conjunta a empresas privadas.

Desde 1968, se gestionaron acuerdos para la venta de gas natural a la Argentina, así como negociaciones para acceder a financiamiento para la construcción de un gasoducto hacia este país. La primera venta de gas a la Argentina tuvo lugar en 1972, marcando el inicio de una potencial vocación gasífera para Bolivia, relegando en orden de importancia a la exportación de petróleo (Morales & Espejo, 1994). Desde entonces, el sector de hidrocarburos ya se constituía en un sector estratégico para la economía y, por supuesto, no estuvo al margen de las reformas que promovieron

la liberalización y la atracción de capitales privados desde 1985; el sector fue reconfigurado inicialmente con dichas reformas, pero la reestructuración se profundizó a partir de la Nueva Ley de Hidrocarburos promulgada en 1996. Gracias a esta ley, la inversión en hidrocarburos pasó de representar 2.2 % del PIB en 1996 a 7.5 % en 1997 (Jemio, 2000). En el periodo 1997-2000, la inversión en YPF representó 6 veces la del periodo 1993-1996. En el periodo de capitalización de esta empresa, iniciado el año 1994, Bolivia llegó a ser el país con las mayores reservas de gas libre de América Latina y el tercero en reservas absolutas.

Durante este periodo de importantes inversiones en el sector de hidrocarburos, se construyó un gasoducto para la exportación de gas hacia el Brasil que comenzó a funcionar en 1999, marcando el inicio de una predominancia sin precedentes de este producto en las exportaciones bolivianas. Desde este año, el gas es el principal producto de exportación boliviano (36.2 % en promedio entre 2000-2013) y su aporte al PIB es el mayor de todos los productos exportados (5.4 % en promedio ese mismo periodo). Durante el periodo 2000-2013, la producción de gas boliviano creció a una tasa anual media de 26 %; el año 2000 alcanzó una tasa anual de crecimiento histórica de 104 %. Ese mismo año, el precio del gas registró un crecimiento anual medio de 13.5 %.

Como se mencionó anteriormente, el año 2005 tuvo lugar la nacionalización de YPF, marcando un hito importante en la historia de la economía nacional ya que la re-negociación de los contratos suscritos con las empresas petroleras extranjeras han tenido siempre gran importancia para el sector hidrocarburífero y para los ingresos del sector público y el Estado en general. En la actualidad, a partir de la Nueva Ley de Hidrocarburos del 2005, el Estado adquirió el derecho de recibir el 50 % del valor de la producción de hidrocarburos en el país destinando el 18 % del valor de la producción a distintos niveles de gobierno a través de regalías y el 32 % a instancias de gobierno y otros miembros del Estado (comunidades campesinas, pueblos originarios, universidades públicas, etc.). Durante este período de predominancia del gas natural, las exportaciones de hidrocarburos crecieron en promedio 37 % anualmente, lo que explica su predominancia en las exportaciones a pesar del crecimiento de otros sectores como la minería (12 %) y los productos no tradicionales (6 %) en el mismo periodo.

Esta situación generó una fuerte relación entre la dinámica del sector hidrocarburífero

y la política económica en Bolivia. En el periodo 2005-2013, el Impuesto Directo a Hidrocarburos (IDH) representó, en promedio, el 27 % de las recaudaciones fiscales por actividad económica interna. Si bien el gasto público creció a una tasa anual media de 3.7 % en el periodo 2000-2013, en ese mismo periodo los ingresos crecieron a una tasa de 7.4 %. Esto resultó en el registro de superávits fiscales en los períodos 2006-2013, los primeros resultados positivos de esta balanza en los últimos 40 años. Así, estos importantes recursos fiscales permitieron también llevar a cabo políticas sociales y transferencias condicionadas que resultaron en la expansión de la demanda agregada.

A partir de la breve revisión histórica que aquí se presenta, la importancia de diferentes recursos naturales para la actividad económica boliviana en el periodo 1970-2014 se hace evidente. En los periodos 1970-1986 y 2000-2014, los mecanismos que vinculan el crecimiento económico con la dinámica del estaño y del gas natural, respectivamente, son bastante claros. En el periodo 1986-1999, sin embargo, los argumentos presentados llevan a proponer la ausencia de un vínculo explícito y directo entre la economía nacional y la dinámica de algún recurso natural en particular. Si bien el oro, la plata y el zinc fueron componentes importantes de las exportaciones bolivianas de ese periodo, las fluctuaciones de los precios de estos minerales generaron también importantes impactos indirectos en el crecimiento nacional, ya que al tratarse de commodities de transacción constante y regular en mercados internacionales, representan también fluctuaciones más generales en el entorno internacional. Las fluctuaciones de precios de estos minerales se constituían entonces, en indicadores dinamismo económico de los socios comerciales, independientemente del hecho que sean o no compradores de los minerales bolivianos. La predominancia de una diversidad de productos no tradicionales en las exportaciones, refuerzan el argumento que aquí presentamos y llevan a concentrar la investigación en el análisis de la relación entre los recursos naturales y la economía nacional solo en dos periodos específicos: el primer periodo está comprendido entre 1970 y 1985, caracterizado por una clara importancia del estaño y el segundo periodo está comprendido entre 1999 y 2013, caracterizado por una importancia particular del gas natural.

3. Sobre la estrategia metodológica

Para identificar y analizar relaciones estables entre los precios de las materias primas y la actividad económica, se propone proceder en dos etapas. Primero, se separan los componentes tendenciales de los componentes cíclicos de estas variables, mediante la aplicación de filtros estadísticos. Los componentes tendenciales corresponden a las fluctuaciones estables en el mediano-largo plazo y los componentes cíclicos corresponden a las fluctuaciones coyunturales o de corto plazo; los componentes tendenciales de mediano-largo plazo pueden también ser interpretados como el componente potencial de la serie, en el sentido que capturan los valores que deberían manifestarse dada la dinámica regular de la serie y que se ven interrumpidos únicamente por shocks exógenos coyunturales. Posteriormente, se cuantifican las relaciones entre las tendencias de mediano-largo plazo a través de la estimación de modelos de rezagos distribuidos.

La separación de los componentes cíclicos y tendenciales requiere una definición precisa de lo que se considera como corto plazo, es decir, la definición del ciclo propiamente dicho. Entre algunos de los ciclos más comúnmente aplicados en la literatura (ver e.g. Bernard et al. (2014); Jadevicius & Huston (2014)) se encuentran los ciclos de Juglar, en la que la duración de los ciclos está comprendida entre 7 y 11 años, los ciclos de Kitchin con una duración comprendida entre 2 y 5 años y los ciclos de Kondratieff que tienen una duración comprendida entre 15 y 25 años. En este estudio proponemos tomar en cuenta los ciclos de Kitchin, llamados también de corto plazo, buscando que el componente tendencial complementario al componente cíclico represente dinámicas que pueden ser consideradas estables en un periodo de tiempo mayor a 5 años. De esta manera, se pretende aislar efectos de políticas gubernamentales coyunturales e incluso, trascender de esquemas políticos cambiantes. Mayores detalles sobre aspectos técnicos de la identificación de ciclos de Kitchin son presentados en el anexo A.

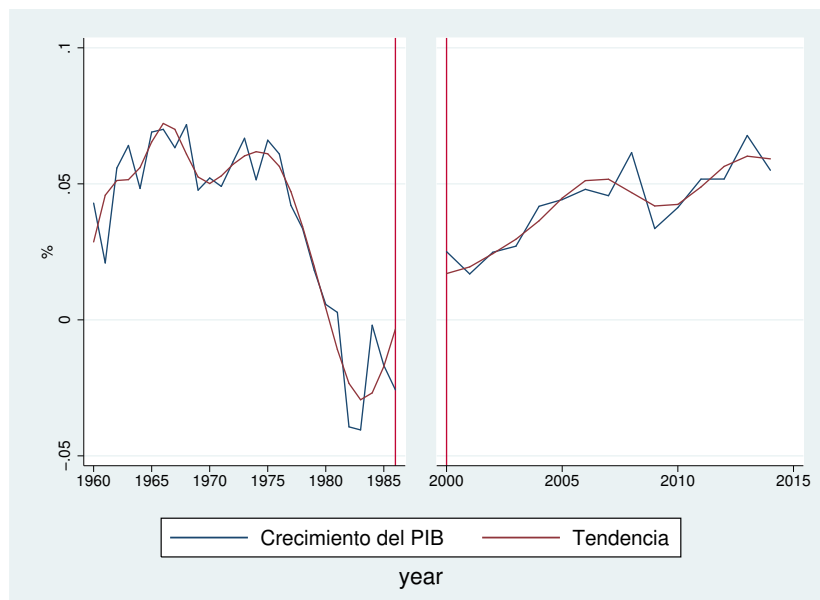
Una vez identificados los componentes tendenciales, se propone cuantificar la relación entre éstos a través de modelos de rezagos distribuidos, en los que se asume *causalidad estadística* que va de la dinámica de precios de los recursos naturales hacia la dinámica del crecimiento económico (ver e.g. Haugh & Box (1976)). Se presentan mayores detalles sobre las características técnicas de los modelos propuestos en el anexo B.

4. Análisis de las relaciones entre los componentes tendenciales del crecimiento económico y de los precios de recursos naturales

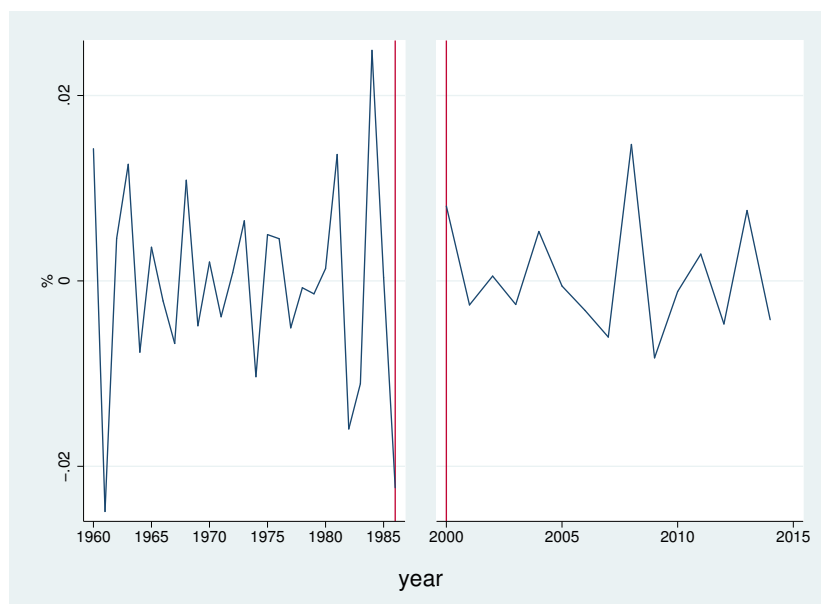
El componente tendencial del crecimiento del PIB en los dos periodos de interés se presenta en la Figura 2 en contraste con el crecimiento anual registrado. Se comprueba, por ejemplo, que en el periodo 1980-1985, Bolivia presentaba una tendencia estable de crecimiento negativo (ver e.g. Machicado (2010)). Solo a partir de 1986 el crecimiento tendencial retomó valores positivos. Asimismo, se comprueba que el crecimiento tendencial en el periodo 2000-2013 fue positivo y presentó una evolución ascendente.

Figura 2: Descomposición del crecimiento del PIB

(a) Crecimiento económico efectivo y tendencial



(b) Ciclo de Kitchin



A partir de la información generada, es posible analizar el componente cíclico del

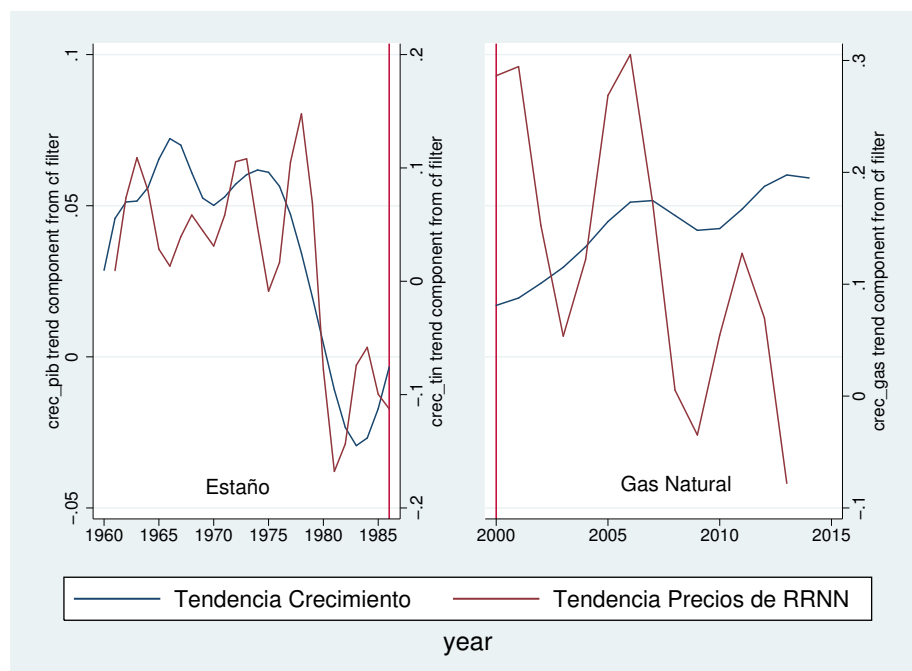
crecimiento del PIB para identificar la parte del crecimiento registrado en un año en particular que sobresale de la tendencia regular definida implícitamente por el ciclo de Kitchin. Por ejemplo, el crecimiento más bajo en todo el periodo de estudio tuvo lugar el año 1983 (-4 %), de los cuales 2.9 puntos porcentuales pueden ser considerados regulares, en el sentido que corresponden al componente tendencial de ese año; la parte restante (1.1 puntos porcentuales) corresponde un decrecimiento por debajo de la tendencia de ese periodo. Asimismo, el crecimiento más alto en los últimos 10 años es 6.78 %, correspondiente al año 2013. El crecimiento potencial de ese año fue de 6.02 puntos porcentuales, indicando que los 0.62 puntos de crecimiento restantes corresponden a un crecimiento excepcional, por encima de la tendencia.

Los dos periodos analizados tienen, por supuesto, características económicas muy diferentes; el periodo 1970-1985 está marcado por una de las crisis económicas, políticas y sociales más profundas de la historia boliviana, por lo que, de manera general, se trata de un periodo en el que el desempeño del aparato económico tiene características negativas en comparación al desempeño económico en el periodo 1999-2013. Tomando en cuenta la mediana del crecimiento económico en el periodo 1970-1986 (4.82 %), se encuentra que el desempeño de la economía efectivamente registrado se sitúa por debajo de la mediana de su crecimiento potencial (5.12 %). Por los efectos de la crisis del año 1985, el crecimiento efectivo del periodo del estaño se caracteriza por presentar una alta volatilidad (la desviación estándar es 3.3 %). En contraste, durante el periodo del gas se encuentra una diferencia mucho menor entre la mediana del crecimiento potencial (4.47 %) y la mediana del crecimiento efectivo (4.42 %), definiendo un periodo más estable desde una perspectiva económica. Esta estabilidad se traduce en una menor volatilidad de la tasa de crecimiento (desviación estándar de 1.39 %).

De la misma manera, se identifican los componentes tendenciales del crecimiento de los precios de los recursos naturales y se los presenta en contraste con la tendencia del crecimiento del PIB en la Figura 3, mostrando únicamente las tendencias relevantes para los periodos de interés correspondientes. A partir de un análisis gráfico preliminar, se puede observar que las tendencias de los crecimientos de precios guardan una estrecha relación estadística con la tendencia del crecimiento del PIB. Se observa que los puntos de inflexión de la tendencia del crecimiento de los precios, tanto hacia el alza como hacia la baja, son contemporáneos y/o anticipados en relación a los puntos de inflexión en la tendencia del crecimiento económico. Consideremos, por ejemplo,

la crisis del periodo 1980-1985; la tendencia de crecimiento del precio del estaño llegó a su punto más bajo el año 1981 (-16.78 %) debido a la crisis de este mineral en el contexto internacional. A partir de este periodo, los precios de este mineral continuaron cayendo, pero a un ritmo menor. La tendencia de crecimiento de la economía alcanzó su nivel más bajo el año 1983 (-2.94 %); la tendencia de crecimiento negativo se mantuvo durante 3 periodos más, pero al igual que la de los precios del estaño, la velocidad de decrecimiento fue menor. Tomando como otro ejemplo un periodo más recientes de la historia económica boliviana, el año de crecimiento más bajo en la era del gas tuvo lugar el año 2009 (0.8 puntos porcentuales por debajo de un crecimiento tendencial de 4.2 %). En ese mismo periodo, se registró también el decrecimiento más pronunciado del precio de gas natural (-23 %), como consecuencia de una fuerte disminución del precio internacional del petróleo el año 2008, al cual está indexado el precio de exportación del gas boliviano. Según Baffes et al., 2015, el precio medio del WTI Dubai & Brent Oil cayó en más de 70 % entre Junio y Diciembre de 2008.

Figura 3: Tendencias de crecimiento y de variación de precios de recursos naturales



La relación entre los componentes tendenciales es evidencia a favor de la existencia de una causalidad estadística de las tendencias de crecimiento de los precios hacia

la tendencia de crecimiento económico. Consideramos que en los periodos 1970-1986 (estaño) y 2000-2014 (gas), el hecho de sugerir causalidad estadística no se fundamenta únicamente en la concordancia y/o precedencia temporal de los puntos de inflexión, sino también en la fuerza de los mecanismos que relacionan directamente los precios de los recursos naturales con las variables reales en la economía boliviana y que fueron descritos anteriormente. En ese sentido, las relaciones en este periodo podrían ser interpretadas como verdaderas relaciones de causalidad en el sentido teórico.

4.1. Cuantificación de las relaciones

Para la correcta estimación de las dos versiones propuestas de las ecuaciones de tipo 7 (ver anexo B) se incluyeron como variables explicadas el nivel de la tendencia del crecimiento económico en ambos periodos¹. Asimismo, se tomaron en cuenta como variables explicativas la primera diferencia de la tendencia del crecimiento de los precios del estaño² y la tendencia de crecimiento de los precios del gas en nivel³. En el periodo 1970-1986, la tendencia del crecimiento del estaño ha influido significativamente en la tendencia del crecimiento económico. La relación entre ambos crecimientos tendenciales es positiva, demostrando la influencia de los precios de esta materia prima para la economía boliviana.

De acuerdo a la tabla 2, el 83 % de la varianza de esta tendencia se reproduce por una combinación lineal de transformaciones estacionarias contemporáneas y rezagadas de hasta tres periodos de la tendencia de crecimiento del estaño. El crecimiento económico tendencial de este periodo puede ser reproducido por el crecimiento tendencial del estaño con un error cuadrático medio de 0.014 puntos porcentuales. Por ejemplo, tomando en cuenta únicamente la tendencia del crecimiento del estaño de hasta tres

¹Las pruebas de estacionariedad arrojan los siguientes resultados: para el periodo 1970-1985, el estadístico de Dickey-Fuller toma el valor de -3.377 (p-valor: 0.07) y para el periodo 2000-2014, este estadístico toma el valor de -14.15 (p-valor: 0.00).

²El estadístico de Dickey-Fuller para la prueba de estacionariedad en primera diferencia toma el valor de -2.99(0.03).

³El estadístico de Dickey-Fuller toma el valor de -1.48 (p-valor: 0.08).

Cuadro 2: Resultados de la modelación

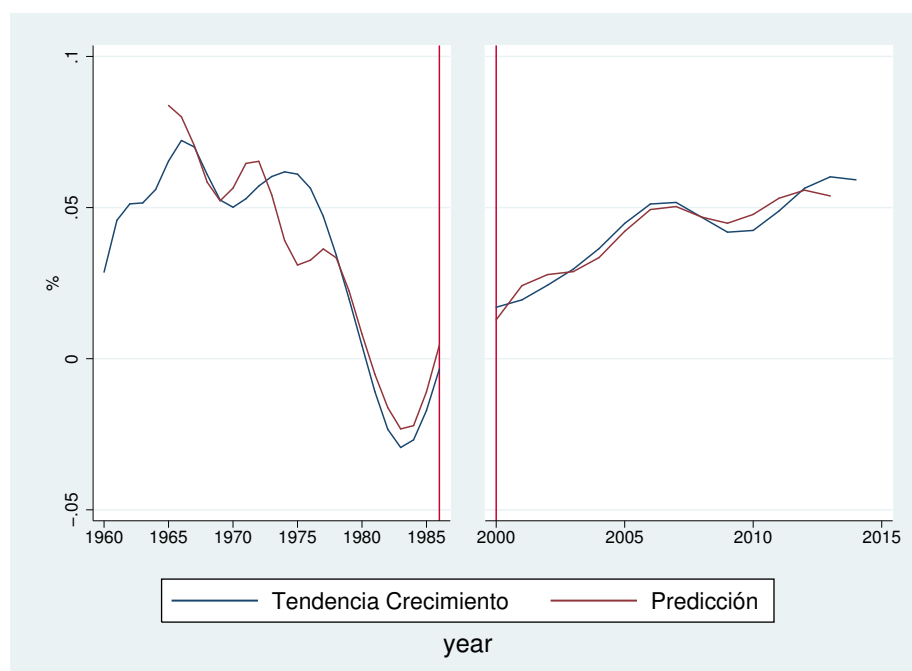
Variable	Modelo Estaño		Modelo Gas	
	Parámetros			
Constante	7.838	***	-8.894	***
Tendencia Determinística	-0.004	***	0.004	***
Estaño (Lag=0)	-0.055			
Estaño (Lag=1)	0.659	**		
Estaño (Lag=2)	-0.562	**		
Estaño (Lag=3)	0.636	*		
Gas (Lag=0)			0.087	**
Gas (Lag=1)			-0.033	
Gas (Lag=2)			0.064	**
R^2	0.83		0.79	
MSE	0.014		0.004	

periodos anteriores es posible anticipar un crecimiento tendencial del PIB de -2.32 % el año 1983, valor cercano al verdadero decrecimiento tendencial de 2.94 %.

De manera similar, se demuestra que el crecimiento tendencial del precio del gas tiene una influencia significativa sobre la tendencia del crecimiento económico en el periodo 1999-2014. Tomando en cuenta la tendencia de crecimiento del precio de este recurso contemporánea y rezagada hasta en dos periodos, es posible reproducir el 79 % de la variabilidad del crecimiento económico tendencial. De manera general, la tendencia del crecimiento puede ser reproducida únicamente tomando en cuenta la tendencia del crecimiento del precio del gas con un error cuadrático medio de 0.004 puntos porcentuales.

Se encuentra que el crecimiento económico tendencial reproducido por la tendencia de los precios del gas es superior a la tendencia efectiva del crecimiento en el periodo 2009-2011. Este resultado puede deberse a la evolución poco favorable de otros aspectos determinantes del crecimiento económico como el desempeño negativo de los principales socios comerciales debido a la crisis internacional. De manera contrastante, se encuentra que el crecimiento económico efectivo en los periodos 2012 y 2013 es superior al crecimiento tendencial reproducido a partir de la dinámica de los

Figura 4: Tendencias de crecimiento efectiva y estimada



precios del gas. Esta diferencia solo puede deberse a una evolución favorable de otros determinantes del crecimiento económico, que en este caso, puede estar asociada a importantes esfuerzos públicos en inversión.

Cuadro 3: Crecimiento tendencial efectivo y reproducido por la dinámica de precios de los recursos naturales

Periodo	Tendencia Efectiva	Tendencia Reproducida		Diferencia
		Estaño	Gas	
1970	5.01 %	5.64 %		0.63 %
1971	5.29 %	6.46 %		1.17 %
1972	5.71 %	6.53 %		0.82 %
1973	6.03 %	5.42 %		-0.60 %
1974	6.18 %	3.91 %		-2.27 %
1975	6.11 %	3.10 %		-3.01 %

1976	5.64 %	3.26 %	-2.38 %
1977	4.71 %	3.63 %	-1.08 %
1978	3.43 %	3.34 %	-0.09 %
1979	1.97 %	2.24 %	0.27 %
1980	0.43 %	0.81 %	0.38 %
1981	-1.09 %	-0.51 %	0.57 %
1982	-2.34 %	-1.62 %	0.72 %
1983	-2.94 %	-2.32 %	0.61 %
1984	-2.69 %	-2.21 %	0.47 %
1985	-1.71 %	-1.10 %	0.62 %
1986	-0.34 %	0.45 %	0.79 %
<hr/>			
2000	1.70 %	1.29 %	-0.42 %
2001	1.95 %	2.42 %	0.47 %
2002	2.43 %	2.78 %	0.35 %
2003	2.96 %	2.88 %	-0.08 %
2004	3.64 %	3.34 %	-0.30 %
2005	4.48 %	4.21 %	-0.26 %
2006	5.12 %	4.93 %	-0.18 %
2007	5.17 %	5.03 %	-0.14 %
2008	4.68 %	4.68 %	0.01 %
2009	4.19 %	4.48 %	0.30 %
2010	4.24 %	4.77 %	0.53 %
2011	4.88 %	5.31 %	0.42 %
2012	5.64 %	5.58 %	-0.07 %
2013	6.02 %	5.38 %	-0.63 %

Fuente: Elaboración Propia

5. Conclusiones

La reflexión que presentamos en este documento aborda una temática bien documentada en el país: la relación entre el crecimiento económico y el comportamiento

del sector explotador de recursos naturales. Existe vasta literatura que da cuenta de una estrecha relación histórica entre estas dos variables, pero, si bien esta afirmación puede parecer evidente para muchos analistas, existen también importantes reflexiones que matizan el carácter directo de esta relación, otorgando protagonismo a variables mediadoras, como las políticas públicas, como las verdaderas condicionantes y determinantes del vínculo entre el crecimiento y las características del sector explotador de recursos naturales. En ese sentido, existen aún importantes disensos en la literatura. Consideramos que antes de buscar analizar las complejas relaciones de causalidad entre estas dos variables, es importante analizar la estabilidad de esta relación, independientemente de shocks coyunturales inducidos por cambios en el entorno internacional o políticas públicas precisas. Consideramos que al comprobar la existencia de relaciones estables entre estas dos variables, se brinda un sustento objetivo para analizar posteriormente el rol de otras variables (políticas públicas, por ejemplo) como factores modificadores de esta relación.

En este documento se adopta un enfoque histórico que busca complementar la vasta literatura sobre esta temática que de manera general, que tiende a privilegiar análisis de periodicidad corta. Concentrándose en el periodo 1970-2014, se identificaron ciclos de 2-5 años (Kitchin o de corto plazo) para el crecimiento y los precios del estaño y del gas natural, mediante la aplicación de filtros de Christiano & Fitzgerald. Así, se lograron identificar los componentes de tendencias de estas variables para analizar las relaciones que presentan. Se identifican dos periodos de vínculo estable en el mediano-largo plazo entre recursos naturales y desempeño económico. El primero, comprendido entre 1970 y 1985 y el segundo comprendido entre 1999 y 2014. En el primer periodo, el recurso predominante en las exportaciones fue el sector estañífero, constituyéndose en el principal generador de divisas y el principal sustento financiero de la empresa estatal más grande del periodo, COMIBOL, y consecuentemente un importante generador de ingresos fiscales. El segundo periodo se caracteriza por una predominancia del gas natural en las exportaciones, iniciada por el funcionamiento del gasoducto a Brasil desde 1999. Desde entonces, el crecimiento de este sector en términos de valor y volumen, combinada con la nacionalización de la empresa productora, YPF, otorgó a este sector un rol protagónico en la generación de ingresos fiscales y divisas.

Estimando dos modelos de rezagos distribuidos en los dos periodos mencionados, se encontró que existen relaciones de mediano-largo plazo significativas entre el cre-

cimiento y los precios de ambos recursos naturales. En el periodo 1970-1985, se determina que el 83% de la varianza de la tendencia del crecimiento económico se puede reproducir a partir de una combinación lineal de transformaciones estacionarias contemporáneas y rezagadas hasta tres periodos de la tendencia del crecimiento del precio del estaño. En el periodo 1999-2013, es posible reproducir el 79% de la varianza de la tendencia del crecimiento económico a partir de una combinación lineal de transformaciones estacionarias contemporáneas y rezagadas hasta en dos periodos de la tendencia del crecimiento del precio del gas. Es importante resaltar que en el periodo intermedio 1986-1998, justificamos que no es posible atribuir las variaciones del crecimiento a las características de un recurso natural específico debido al alto grado relativo de diversificación de la economía nacional.

Al haber demostrado la existencia de relaciones estables en el mediano-largo plazo entre el crecimiento y los precios de los principales recursos naturales de exportación, independientemente de fluctuaciones coyunturales, consideramos presentar bases sólidas para afirmar que, efectivamente, la relación las tendencias de estas variables es estrecha y estable en el mediano/largo plazo. Al mismo tiempo, presentamos evidencia para afirmar que estas fluctuaciones coyunturales, inducidas por ejemplo, por políticas públicas específicas, generan brechas importantes entre estas tendencias en el corto plazo. Al haber identificado los periodos precisos en los cuales se generan estas brechas, así como su magnitud, este documento genera información útil para la comprensión de la economía boliviana, desde una perspectiva complementaria a la literatura existente.

Referencias

- Antelo E. (2010). *Ciclos Económicos Reales en Bolivia*. Working Paper 1/2010. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas, Bolivia.
- Baxter M., King R. (1995). *Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series*. NBER Working Paper Series 5022.
- Bernard L., Gevorkyan A., Palley T., Semmler W., (2014). Time Scales and Mechanisms of Economic Cycles: A Review of Theories of Long Waves. *Review of Keynesian Economics* 1: 87-107.

- Cáceres E., Sáenz P. (2002). Comportamiento cíclico de la economía peruana: 1980-1998. *Revista de Estudios Económicos* 8:183-201.
- Chávez G. (2013). *Ingresos fiscales por explotación de hidrocarburos en Bolivia*. Working Paper 199 (Resumen de Políticas). Inter-American Development Bank.
- Christiano L., Fitzgerald T. (1999). The Band Pass Filter. *International Economic Review* 44:435-465.
- Cuba P., Gonzáles L. (2011). *Ciclos económicos en Bolivia: Fluctuaciones sectoriales y regionales*. Working Paper. University of Maryland.
- Díaz C., Aliaga J. (2010). Análisis de la relación entre calidad institucional, recursos naturales y crecimiento económico. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 14: 7-40.
- Estrella A. (2007). *Extracting Business Cycle Fluctuations: What Do Time Series Filters Really Do?*. Staff Report 289, Federal Reserve Bank of New York.
- Jadevicius A., Huston S. (2014). A Family of Cycles: Major and Auxiliary Business Cycles. *Journal of Property Investment & Finance* 32(3): 306 - 323.
- Grebe H., Medinaceli M., Fernández R., Hurtado C. (2012). *Los ciclos recientes en la economía boliviana: Una interpretación del desempeño económico e institucional (1989-2009)*. Programa de Investigaciones Estratégicas en Bolivia.
- Haugh L., Box G. (1976). Identification of dynamic regression (distributed lag) models connecting two times series. *Journal of the American Statistical Association*, 72: 121-130.
- Hodrick R., Prescott E. (1997). Postwar US business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1):1-16.
- Jemio L., (2000). *Impacto de las exportaciones del gas al Brasil sobre la economía boliviana*. Corporación Andina de Fomento, mimeo.
- Lizárraga G. (2003). El Drama de la Nacionalización de las Minas y sus efectos perniciosos. Caso Potosí. *Temas Sociales*, 24:258-270.
- Machicado F. (2010). *Historia Económica de la República de Bolivia 1952-2010*. Universidad Privada Boliviana.

- Medinaceli M. (2004). *¿Cómo aprovechar contextos externos favorables en el sector hidrocarburífero en Bolivia?*. Fundación Milenio, Bolivia.
- Medinaceli M. (2007). *La Nacionalización del Nuevo Milenio: Cuando el precio fue un aliado*. Fundemos, Bolivia
- Medinaceli M. (2012). *El sector hidrocarburos en Bolivia*. Policy Paper 03, Friedrich Ebert Stiftung (FES), Bolivia.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2014. *Memoria de la Economía Boliviana 2014*. Soipa, Bolivia.
- Mercardo A., Leitón J., Chacón M. (2005). El crecimiento económico en Bolivia (1952-2003). *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, Edición especial, Julio:9-42.
- Morales J. (1991). *Reformas Estructurales y Crecimiento Económico en Bolivia*, Working Paper 04/91. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. Universidad Católica Boliviana.
- Morales J., Espejo J. (1994). *La minería y los hidrocarburos en Bolivia*. Universidad Católica Boliviana.
- Morales J., Evia J. (1995). *Minería y crecimiento económico en Bolivia*. Working Paper 03/01. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. Universidad Católica Boliviana.
- Morales J. (2008). *Distribución directa a las personas de la renta hidrocarburífera: Impactos macroeconómicos*. Working Paper 07/08. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. Universidad Católica Boliviana.
- Nilsson R., Gyomai G. (2007). *OECD System of Leading Indicators: Methodological Changes and Other Improvements*. OECD Working Paper Series.
- Peñaranda J. (1996). *Who is who? En la Minería Boliviana*. Working Paper 01/96. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. Universidad Católica Boliviana.
- Ramírez de León A. (2012). *Modelos de estimación de la brecha de producto: aplicación al PIB de la República Dominicana*. Working Paper (Serie de Documentos de Trabajo 6). Banco Central de la República Dominicana.

- Rebelo S. (2005). Business Cycles. *Annals of Economics and Finance* 6(2): 229-250.
- Sargent T. (1987). *Macroeconomic Theory*. Boston Economic Press.
- Subieta J. (1996). *En la Minería Boliviana*. Universidad Católica Boliviana.
- Valdivia D., Yujra P. (2009). *Identificación de Ciclos Económicos en Bolivia 1970-2008*. MPRA Paper 35884, University Library of Munich, Germany.
- Vargas J. (2010). Análisis del crecimiento y ciclos económicos: Una aplicación general para Bolivia. *Revista de Análisis Económico*, 13:9-47.
- Wanderley F., Mokrani L., Guimarães A. (2010). Las políticas hidrocarbúricas en Bolivia: La difícil articulación entre las dimensiones técnico-económica y político-simbólica. *Umbrales*, 20:71-100.
- Zambrana H. (2002). *La apertura externa en Bolivia*. Working Paper 2/2002. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas, Bolivia.

A. Identificando ciclos de Kitchin: el filtro CF

De acuerdo a la metodología CF, los componentes cíclico y tendencial se combinan aditivamente para dar lugar a la dinámica de la serie. Formalmente, cada valor de una serie x_t puede ser descompuesto en dos elementos:

$$x_t = \tau_t + c_t \quad \forall t = 1 \dots T \quad (1)$$

donde T es el número de observaciones de la serie, τ_t es valor del componente tendencial en el periodo t , c_t es el valor del componente cíclico en el periodo t . De manera general, el componente cíclico c_t se activa para representar x_t cuando esta serie toma valores que corresponden a desviaciones regulares de la tendencia que tienen una duración comprendida entre p_l y p_u , con $2 \leq p_l < p_u < \infty$. De manera general, esta duración está asociada a una banda de frecuencia delimitada por $a \equiv \frac{2\pi}{p_u}$ y $b \equiv \frac{2\pi}{p_l}$; en el caso de los ciclos de Kitchin, la banda de frecuencias está delimitada por $a = \frac{2\pi}{5} = 0,4\pi$ y $b = \frac{2\pi}{2} = \pi$.

La metodología CF se concentra en la estimación del componente cíclico, a partir del cual es posible estimar el componente tendencial por simple diferencia:

$$\hat{\tau}_t = x_t + \hat{c}_t \quad \forall t = 1 \dots T \quad (2)$$

El componente cíclico c_t es combinación lineal de los valores de la serie, construida a partir de una transformación $B(L)$ ([Christiano & Fitzgerald, 1999](#); [Sargent, 1987](#)):

$$c_t = B(L)x_t \quad \text{donde} \quad B(L) \equiv \sum_{j=-\infty}^{\infty} B_j L^j \quad (3)$$

donde L es el operador de rezagos y B_j son los pesos de las observaciones de la serie en el filtro. A partir de la metodología CF es posible construir una aproximación de c_t , denotada \tilde{c}_t , que es óptima en el sentido que permite minimizar el error cuadrático medio. En otros términos, el filtro CF es la solución del siguiente programa de optimización:

$$\min E((c_t - \tilde{c}_t)^2 | x) \quad (4)$$

donde la esperanza matemática está calculada sobre todos valores observados de la serie. Las variables de control para la solución de este programa de optimización son los pesos de las observaciones de la serie requeridos para la construcción del estimador del componente cíclico \tilde{c}_t , que notaremos $\tilde{B}(L)$:

$$\tilde{c}_t = \tilde{B}(L)x_t = \left(\sum_{j=-f}^f B_{f,j} L^j \right) x_t = \sum_{j=-f}^f x_{f,j} \quad (5)$$

donde $f = T - t$.

Entre otros resultados, [Christiano & Fitzgerald \(1999\)](#) demostraron que cuando el filtro, en la forma en la que lo que proponemos en este documento, es aplicado a una serie de tiempo que tiene una raíz unitaria (como es el caso de todas las series de crecimiento en el presente estudio, sin dividirlos en sub-periodos), los valores de $B(f, j)$ que resuelven el programa de optimización 4 están dados por:

$$\hat{B}_{f,j} = B_j - \frac{(B_0 + 2 \sum_{j=1}^f B_j)}{1 + 2f} \quad (6)$$

donde $B_j \equiv \frac{\sin(jb) - \sin(ja)}{\pi_j}$ y $B_0 \equiv \frac{(b-a)}{\pi}$

B. Identificación de relaciones de largo-mediano plazo entre los componentes tendenciales

Sean $\tau_{PIB,t}$ y $\tau_{i,t}$ el valor de los componentes tendenciales del crecimiento del PIB y del crecimiento de los precios de la materia prima i en el momento t , donde $i = \text{Estaño, Gas}$. Sean también $\tau_{PIB,t}^* \equiv f_t(\tau_{PIB,t})$ y $\tau_{i,t}^* \equiv g_{t,i}(\tau_{i,t})$ transformaciones de estos componentes tendenciales que son estacionarias⁴. En el contexto del

⁴Si los componentes tendenciales son estacionarios en nivel, las transformaciones devuelven simplemente el mismo valor del compoene tendencial. Se asume que las transformaciones pueden ser

presente estudio, el modelo de rezagos distribuidos genérico que relaciona el componente tendencial del crecimiento económico con el del precio del recurso i toma la siguiente forma:

$$\tau_{PIB,t}^* = \gamma' z_t + \sum_{s=0}^q \beta_s \tau_{i,t-s}^* \epsilon_t \quad \forall t = 1 \dots T \quad (7)$$

donde:

- z_t es un vector de elementos diferentes al componente tendencial del crecimiento del precio del recurso i , como por ejemplo una constante o una tendencia determinística. El vector de parámetros γ captura la magnitud de la relación entre los elementos de z_t y $\tau_{PIB,t}^*$
- Los coeficientes β_s cuantifican la relación estadística entre los valores correspondientes de $\tau_{i,t-s}^*$ y $\tau_{PIB,t}^*$. Es importante notar que en la forma genérica del modelo se incluye la posibilidad de relaciones contemporáneas entre los componentes tendenciales.
- Los elementos ϵ_t son residuos estocásticos para los que asume las propiedades estadísticas usuales y que definen la estacionariedad de la serie de residuos: $E(\epsilon_t) = 0, \forall t; V(\epsilon_t) = \sigma < \infty; Cov(\epsilon_t, \epsilon_s) = 0, \forall t \neq s$
- q es el rezago del modelo y que en este caso está determinado comparando el valor del R^2 ajustado para modelos con rezagos sucesivos.

En este modelo genérico, la fuerza de relación estadística entre la tendencia del crecimiento del precio del recurso i y la tendencia del crecimiento del PIB puede ser juzgada a partir del coeficiente de bondad de ajuste R^2 o del Error Cuadrático Medio, ECM definido como: $ECM = E(\tau_{PIB,t} - \hat{\tau}_{PIB,t})^2$, donde $\hat{\tau}_{PIB,t}$ es la predicción del componente tendencial del crecimiento del PIB reproducido por el modelo 7, luego de su estimación por mínimos cuadrados:

$$\hat{\tau}_{PIB,t} = f_t^{-1} \left(\tilde{\gamma}' z_t + \sum_{s=0}^q \hat{\beta}_s \tau_{i,t-s}^* \right) \quad \forall t = 1 \dots T \quad (8)$$

diferentes entre un periodo de tiempo y otro para abrir la posibilidad de analizar una misma serie de manera independiente, por partes.

Para capturar la relación entre las tendencias del crecimiento del PIB y las de los precios del estaño y del gas, se propone la estimación de dos variantes del modelo 7. La primera variante toma en cuenta el periodo comprendido entre 1970 y 1986 para cuantificar la relación entre el crecimiento económico y el estaño. La segunda variante toma en cuenta el periodo 1999-2013 para cuantificar la relación entre el crecimiento económico y el gas natural.