



# Yura: Relaciones internacionales

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio

Revista electrónica ISSN: 1390-938x

N° 11: Julio - septiembre 2017

Política pública para el sector hidroeléctrico: análisis prospectivo al año 2030 pp. 179-210

Valle Galarza, Juan Carlos; Jiménez Culqui, Cristhian Fernando

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Sangolquí, Ecuador

Av. Gral. Rumiñahui s/n

Dirección electrónica: [juanka1985jp@yahoo.es](mailto:juanka1985jp@yahoo.es)

*Política pública para el sector hidroeléctrico: análisis prospectivo al año 2030*

*Valle Galarza, Juan Carlos; Jiménez Culqui, Cristhian Fernando  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*

*juanka1985jp@yahoo.es*

Resumen

179

En la presente investigación se hace un análisis de las políticas públicas desarrolladas para el sector hidroeléctrico por el Gobierno ecuatoriano en el periodo 2007-2017 a través de la revisión de los principales indicadores energéticos. Adicionalmente se realiza una evaluación al año 2017 de los principales proyectos hidroeléctricos en las siguientes variables: potencia nominal, monto de la inversión, financiamiento, avance del proyecto y cobertura de la demanda. Todo esto contribuye para realizar un análisis prospectivo del sector hidroeléctrico en el Ecuador al año 2030 que permita tener una visión de futuro y horizontes de largo plazo para coordinar de una manera eficiente los planes y políticas públicas del sector energético. Las herramientas utilizadas fueron la correlación entre la demanda de energía y el producto interno bruto (PIB), para estimar la demanda al año 2030, la misma que será de 30.063,1 gigavatios por hora (GWh), así como el método de los escenarios de la prospectiva estratégica, que permitió que se respondiera la interrogante de investigación y se determinara que la generación a 2030 será suficiente para satisfacer la demanda de energía requerida por la población ecuatoriana y permitirá exportar alrededor de 2.000 GWh anuales, planteándonos las estrategias y los planes de acción a seguir por las autoridades de turno para fortalecer el sector hidroeléctrico y llegar al escenario propuesto.

Palabras clave

Política pública, indicadores energéticos, energía renovable, sector hidroeléctrico, prospectiva, Micmac, estrategias.

### Abstract

In the present investigation an analysis of the public policies developed by the Ecuadorian government for the hydroelectric sector in the period 2007-2017 is made through the revision of the main energy indicators. Additionally, an evaluation of the main hydroelectric projects is made to the 2017 in the following variables: nominal power, investment, financing, progress of the project and coverage of demand. This contributes to realize a prospective analysis of the hydroelectric area in Ecuador by the year 2030 that allows to have a future vision and horizons of long term to coordinate of an efficient way the public plans and policies of the energy sector. The tools used were the correlation between energy demand and gross domestic product GDP, to estimate the demand for the year 2030. It will be 30,063.1 GWh. In addition, it was used the strategic prospective method of sceneries that allowed us to answer the research question and determine that the generation by 2030 will be enough to satisfy the energy demand required by the Ecuadorian population and will allow us to export around 2,000 GWh per year. In that way, we were be able to recommend strategies and action plans to be followed by the authorities to strengthen the hydroelectric sector and reach the proposed scenario.

### keywords

Public policy, energy indicators, renewable energy, hydroelectric sector, prospective, Micmac, strategies.

La constante evolución del mundo va creando día tras día necesidades tecnológicas en la humanidad, las cuales requieren de alguna fuente de energía para su funcionamiento y su operación. El sector eléctrico ha tenido que crecer de manera acelerada en los últimos años para satisfacer los requerimientos de demanda de la población. Gran parte de esa energía se obtiene con la generación térmica a través de combustibles fósiles que deterioran el medio ambiente, por lo que la tendencia mundial es la de buscar y potenciar energías renovables, como la hidroeléctrica, que no atenten contra los recursos naturales y que reduzcan la emisión de CO<sub>2</sub> al ambiente. La energía es uno de los pilares fundamentales para el crecimiento de la industria y de las actividades productivas.

En el Ecuador, como en muchos países de Latinoamérica, la principal fuente de generación eléctrica es la hidráulica, por la cantidad de recursos hídricos con la que cuenta el país, por lo que el Gobierno de Rafael Correa, desde el inicio de su gestión en el año 2007, dio prioridad dentro de sus políticas públicas al fortalecimiento y la expansión de toda la infraestructura energética, dentro de la cual está la generación hidroeléctrica, que antes formaba parte de un cuello de botella para la economía ecuatoriana. La central hidroeléctrica Paute Molino, con una potencia nominal de generación de 1.100 megavatios-hora (MWh), era la central con mayor capacidad de generación con la que contaba el país hasta el año 2016 y cubría alrededor del 35% de la demanda eléctrica del país, produciendo anualmente 4.900 gigavatios-hora (GWh). Cuando existían épocas de estiaje, la central reducía su generación, haciendo inevitable la racionalización y afectando al sector industrial del país y, por ende, a la economía.

Para evitar estos problemas, “los gobiernos deben plantear visiones de futuro bien estructuradas y horizontes de largo plazo que sirvan de orientación a los planes nacionales de desarrollo y contribuyan a la coordinación estratégica de las políticas públicas” (Vásquez, Becerra, & Castaño, 2014, p. 13). Según Krat & Furlong (2012), “una política pública es un

curso de acción (o inacción) que el Estado toma en respuesta a problemas sociales” (Mauricio Olavarría Gambi, 2007, p. 16). Uno de los grandes problemas sociales en Ecuador para el año 2006 era la crisis que atravesaba el sector eléctrico al no haber podido asegurar el abastecimiento energético debido a problemas en la generación, la transmisión y la distribución. Es así que, para ese año, el Ecuador producía 15.115,85 GWh y se importaban 1.570,56 GWh desde Colombia (Agencia de Control y Regulación Electricidad, 2017), de los cuales el 53% correspondía a generación hidroeléctrica, el 46% a generación térmica y el 1% a generación renovable no convencional (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016, p. 30). A partir del año 2007, el Estado inició el cambio de la matriz energética a través de políticas destinadas a incrementar la capacidad de generación que garanticen el abastecimiento con el uso de energías renovables. De acuerdo con el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos:

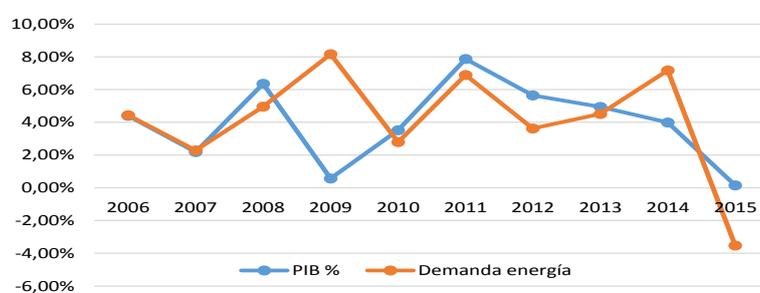
Estas políticas se fundamentaron desde el primer Plan Nacional de Desarrollo (2007-2010), donde se origina el proyecto político de transformación que propuso el Gobierno, marcando un cambio de visión a largo plazo para el desarrollo del país y promoción del Buen Vivir. Proyecto que se consolida con los planes siguientes (2009-2013) y (2013-2017), los mismos que apuntalan los objetivos nacionales, especialmente para el desarrollo energético sostenible, conservación del medio ambiente, equidad y justicia social, entre otros; concretando así desafíos derivados del nuevo marco constitucional (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016, p. 28).

Dentro de las decisiones relevantes tomadas por el Estado ecuatoriano estuvo la de emprender la construcción simultánea de ocho proyectos de generación hidroeléctrica, que son: Coca Codo Sinclair (1.500 MW), Sopladora (487 MW), Minas San Francisco (270 MW), Toachi Pilatón (254 MW), Delsitanisagua (180 MW), Manduriacu (65 MW), Quijos (50 MW)

y Mazar Dudas (21 MW), buscando alcanzar una potencia de generación al año de 16.200 GWh (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016, p. 30). Por tanto, es importante hacer un análisis de las políticas públicas, comparar los resultados de los principales indicadores energéticos al año 2016, tomando como base el año 2007, cuando se inició la gestión del anterior Gobierno, y hacer una evaluación del estado de los proyectos hidroeléctricos al año 2017. Las investigaciones anteriores no determinan el estado actual del sector hidroeléctrico (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2016; Guerrero, 2014; Vela, 2013).

Existen diversos estudios en los que se determina una correlación entre la demanda de energía y el producto interno bruto (PIB), los mismos que utilizan distintas metodologías y han sido aplicados en distintos países de Latinoamérica y el resto del mundo (Galindo, 2014; Pérez, 2014; Barreto & Campo, 2012). Se atribuye a Kraft & Kraft (1978) el “estudio pionero para determinar la relación causalidad existente entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico” (Vargas, 2014, p. 8). En este sentido, y de acuerdo al Plan Maestro de Electrificación (PME), se “muestra la correlación entre el crecimiento del PIB y el crecimiento de la demanda de energía eléctrica que hace posible el crecimiento del valor agregado por ser el insumo básico para los hogares, la agricultura, la industria y el comercio” (Vela, 2013, p. 31), tal como se ve en la figura 1.

**Figura 1** Crecimiento del PIB y la demanda de energía eléctrica



*Nota:* Valores tomados en porcentaje del crecimiento del PIB y de la demanda de energía eléctrica en el periodo 2006-2015. Adaptado de Ministerio Coordinador Sectores Estratégicos (2016, p. 68) y Banco Mundial (2016).

El alcance de la presente investigación no pretende verificar dicha correlación, sino estimar la demanda de energía que se tendrá para el año 2030 de acuerdo a las estimaciones que se tiene del PIB provenientes del Banco Central del Ecuador.

“La prospectiva, sea cual sea, constituye una anticipación (preactiva y proactiva) para iluminar las acciones presentes con la luz de los futuros posibles y deseables” (Godet, 2000, p. 6). Según Porter (1985), un escenario “es un modelo de futuro posible, dotado de coherencia interna” (Leney, Coles, Grollman, & Vilu, 2004, p. 17). La escuela francesa, fundada en la década de los años 60 por Gaston Berger, Bertrand de Jouvenel y Michel Godet, señala que existe una “relación conceptual y práctica entre la estrategia y la prospectiva. Esta última permite conjeturar sobre los escenarios futuros y, al hacerlo, proporciona un valioso insumo para definir las líneas estratégicas (plan estratégico) que permiten transitar hacia los escenarios futuros” (Zapata Villegas, 2006, p. 56). Esta es la razón por la que se seleccionó el método de los escenarios de la prospectiva para proyectar futuros posibles y responder la siguiente interrogante: la generación hidroeléctrica en el Ecuador, ¿ayudará a satisfacer la demanda de energía requerida para 2030, permitiendo vender electricidad a los países vecinos?, interrogante que será respondida con la metodología propuesta y con el análisis de datos recogidos de fuentes estadísticas, datos oficiales, fuentes bibliográficas, instrumentos investigativos y el análisis de la información recolectada.

### **Objetivo general**

- Identificar y evaluar la política pública en el sector hidroeléctrico en el Ecuador.

### **Objetivos específicos**

- Conocer los antecedentes y hacer un diagnóstico de la situación del sector hidroeléctrico previo al inicio de la gestión del Gobierno de la revolución ciudadana.

- Realizar un análisis comparativo de los indicadores eléctricos en el periodo 2007-2016 y construir el escenario apuesta del sector hidroeléctrico para el año 2030.
- Plantear estrategias y planes de acción para mejorar el sector hidroeléctrico.

### **Método**

Para la estimación de los futuros posibles del sector hidroeléctrico en el Ecuador, se utilizará el método de los escenarios. “El método de escenarios tiende a construir representaciones de los futuros posibles, así como el camino que conduce a su consecución (Godet, 2000, p. 36). El método parte de un diagnóstico del presente con elementos del pasado a través de indicadores que denotan los problemas, logros, oportunidades y amenazas. De acuerdo a Godet (2000), consta de tres fases: construir la base, balizar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre y elaborar los escenarios. La primera fase “consiste en construir un conjunto de representaciones del estado actual del sistema constituido por la empresa y su entorno. La base es la expresión de un sistema de elementos dinámicos ligados unos a los otros” (Godet, 2000, p. 37). En la segunda fase:

Se puede utilizar aquí el análisis morfológico para descomponer el sistema estudiado en dimensiones esenciales y estudiar las combinaciones posibles de estas diferentes dimensiones, combinaciones que constituyen otras tantas imágenes posibles de futuro. Con la ayuda de los métodos de expertos, se podrá reducir la incertidumbre estimando probabilidades subjetivas de que sucedan estas diferentes combinaciones o de los diferentes acontecimientos clave para el futuro. (Godet, 2000, p. 37)

La tercera fase “trata entonces de describir el camino que conduce de la situación actual a las imágenes” (Godet, 2000, p. 39). En esta fase es en la que se dará respuesta a la interrogante planteada en la presente investigación y se plantean las estrategias y las

decisiones que se deberán tomar para fortalecer y mejorar continuamente el sector hidroeléctrico en el Ecuador.

### **Metodología**

Bernal suele referirse a la metodología como “ese conjunto de aspectos operativos indispensables en la realización de un estudio” (Bernal, 2010, p. 59). Para el tema planteado inicialmente se analizan los principales indicadores que se tienen del sector eléctrico para el año 2016, con base en el año 2007, obteniendo información que permita evaluar las principales políticas públicas diseñadas e implementadas por el Gobierno en el sector eléctrico. Esta información ha sido recogida de la base de datos histórica disponible en las páginas web del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos y de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Luego de ello se lleva a cabo un análisis del estado actual de los proyectos de generación hidroeléctrica en sus principales variables, como potencia nominal, monto de la inversión, financiamiento, avance del proyecto y cobertura de la demanda, así como un análisis de aquellos proyectos que tienen estudios de ingeniería y que se estima construir en el futuro, a fin de estimar la potencia nominal de generación que dispondría el Ecuador en el sistema nacional interconectado. Para la estimación de la demanda de energía para el año 2030, se utilizará la correlación existente entre dicha variable y las previsiones de crecimiento del PIB para la siguiente década. Esta información ha sido recogida de la página web del Banco Central del Ecuador. Para el desarrollo del método planteado se siguieron estos pasos: 1. Enlistar las principales variables que afectan a la generación hidroeléctrica de acuerdo a los siguientes factores: político, económico, tecnológico, ambiental, social-cultural, organizacional y legal. 2. Priorizar dichas variables de acuerdo a la calificación y la ponderación de expertos del área hidroeléctrica y la planificación de los sectores estratégicos, dentro de los cuales participarán las siguientes entidades: Empresa Eléctrica Quito, Cenace, Elsystem S.A., Elecaustro y Celec EP-Paute

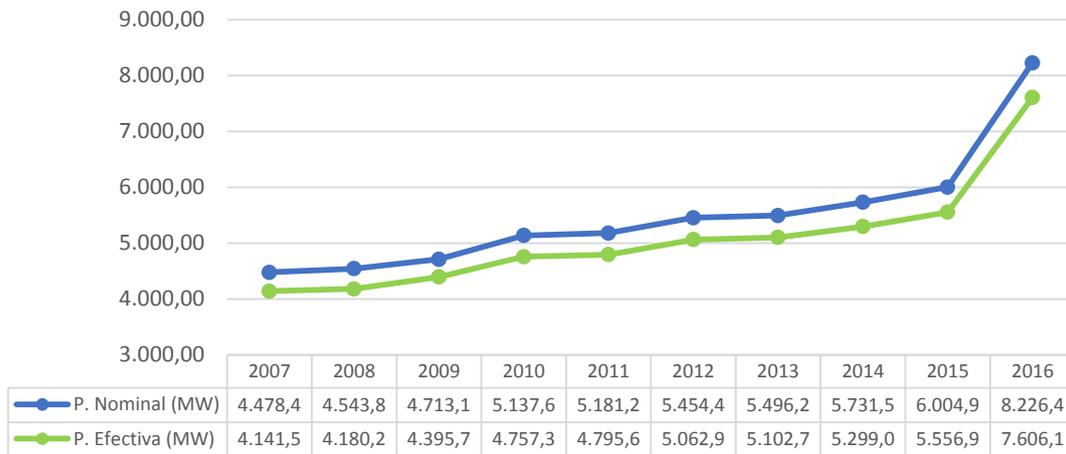
Molino. 3. Realizar el análisis estructural a través del *software* Micmac (Lipsor: disponible en: <http://en.lapropective.fr/news/9-download-free-avalailable-softwares.html>, recuperado el 24/05/2017), para obtener la matriz de impactos cruzados y establecer las influencias y dependencias. 4. Identificar las variables que se ubican en los cuadrantes I y II de la matriz de impactos y desarrollar el análisis morfológico de las mismas a través de las causas, evolución y consecuencias. 5. Construir el escenario apuesta a partir de la consolidación de cada una de las variables influyentes y desestabilizadoras del sistema y, con la ayuda del análisis de los indicadores energéticos, la demanda proyectada y la evaluación de los proyectos hidroeléctricos, responder la interrogante de la investigación planteando las estrategias que permitan consolidar y fortalecer el sector hidroeléctrico en el Ecuador.

## **Resultados**

### **Indicadores energéticos**

De acuerdo al objetivo 11 del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, la meta 11.2 propone “aumentar la capacidad instalada para generación eléctrica a 8.741 MW” (Sistema Nacional de Información, 2017). En la figura 2 se observa que el año 2016 cerró con una potencia nominal en bornes de generador de 8.226,4 MW, y esto se debe al inicio de las operaciones de las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair con 1.500 MW y Sopladora con 487 MW.

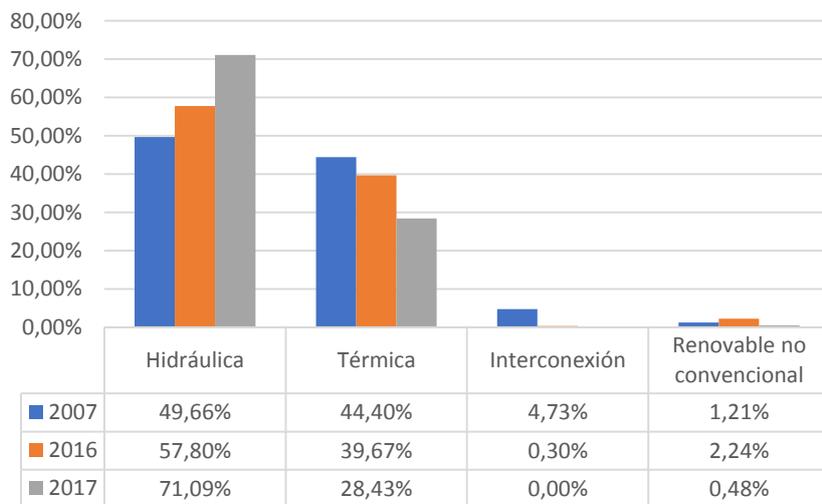
**Figura 2** Evolución histórica de la potencia nominal y efectiva



*Nota:* La potencia nominal es la potencia marcada en los datos de placa del generador, mientras que la potencia efectiva es el rendimiento real a la que operan las unidades generadoras en condiciones normales de operación. Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016, p. 105).

Una de las metas del Plan Estratégico Institucional 2014-2017 del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable es “alcanzar el 60% de participación de energía hidroeléctrica en la generación total” (Ministerio de Electricidad y Energía renovable, 2014, p. 56). Como se evidencia en la figura 3, la energía hidráulica a 2017 tiene ya una participación del 71,09% en la generación total del país, en cambio, la generación térmica decreció en porcentaje de participación de producción anual del 44,4% a 2007 a 39,67%. La energía proveniente de la importación de los países vecinos a través del sistema interconectado que existe con Colombia y Perú bajó del 4,73% en 2007 al 0,3% en 2016.

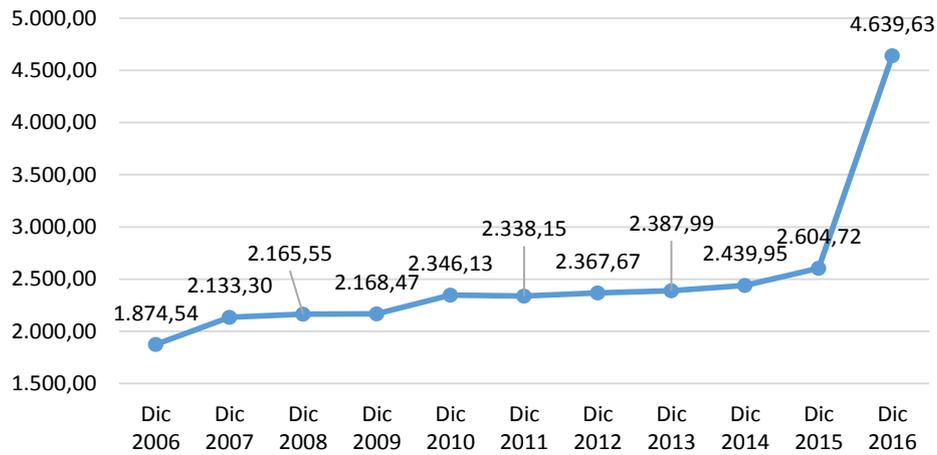
**Figura 3** Participación de fuentes en la generación eléctrica dentro del SINI por año



*Nota:* Los datos del año 2017 se obtuvieron hasta el mes de febrero. SIN (Sistema Nacional Interconectado). Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2017).

Adicionalmente, dentro del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 se desea “duplicar la capacidad instalada de energía renovables” (Sistema Nacional de Información, 2017). En la figura 4 se observa que el valor de potencia nominal instalada de las fuentes de energía renovable creció de 2.133,30 MW en 2007 a 4.639,63 MW para diciembre de 2016, es decir, hubo un incremento de 117,5%, habiendo duplicado la capacidad instalada.

**Figura 4** Capacidad instalada de energía renovable (MW)



*Nota:* La capacidad instalada se refiere a la potencia nominal, es decir, el dato que indica la placa del generador. Fuentes renovables son aquellas que se obtienen de recursos naturales que virtualmente son inagotables. En el Ecuador se tienen como centrales de energía renovable las siguientes: eólica, hidráulica, biomasa, solar y biogás. Adaptado de Sistema Nacional de Información (2017).

Dentro de los objetivos del Plan Estratégico Institucional 2014-2017 del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se busca “alcanzar el 96,88% en la cobertura del servicio de energía eléctrica nacional” (Ministerio de Electricidad y Energía renovable, 2014, p. 56). Como se evidencia en la figura 5, al año 2016 se tiene ya una cobertura a nivel nacional de 97,20%, lo que aumenta 3,85 puntos porcentuales de cobertura comparando con los datos del año 2007.

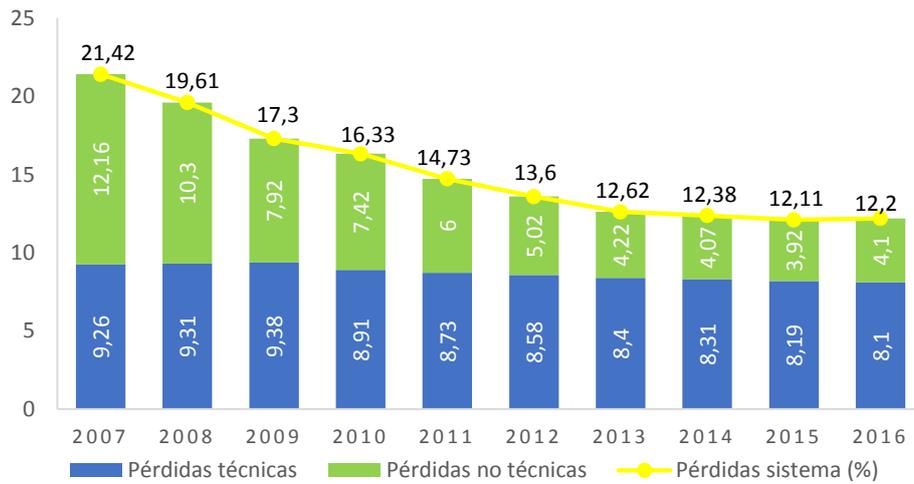
**Figura 5** Cobertura del servicio de energía



Nota: La figura corresponde al porcentaje de cobertura de energía a nivel nacional. Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2017).

La figura 6 muestra que, para el año 2016, las pérdidas en el sistema de distribución se redujeron casi en la mitad con respecto al año 2007. Las pérdidas no técnicas al año 2016 tienen una disminución de 8,06 puntos porcentuales respecto al año 2007. En las pérdidas totales existe una disminución de 9,22 puntos porcentuales y, de acuerdo con el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, cada punto porcentual representa un ahorro de alrededor de 20 millones de dólares, es decir, a 2016 se tiene un ahorro de 184,4 millones de dólares respecto a 2007.

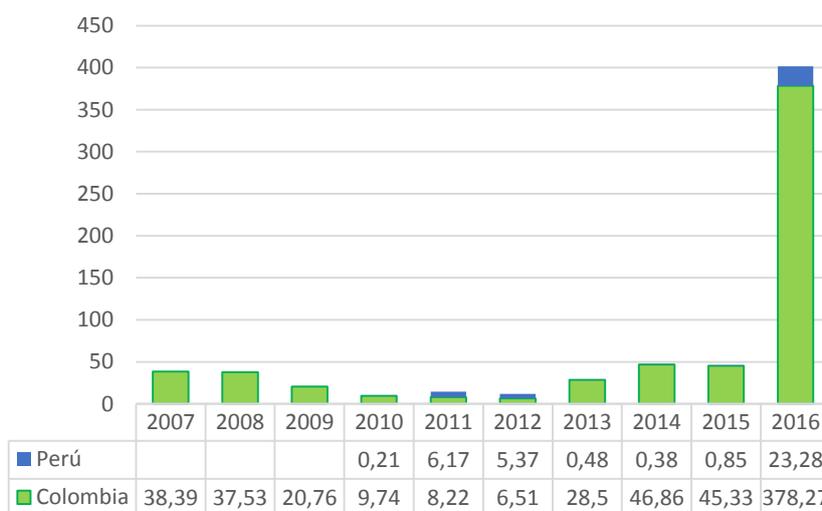
**Figura 6** Pérdidas de energía eléctrica en distribución (%)



*Nota:* Las pérdidas técnicas son aquellas que se producen por el propio paso de la corriente eléctrica en las redes eléctricas, mientras que las pérdidas no técnicas representan la energía suministrada pero no facturada ya sea por robo, por errores de facturación o por errores de medición. Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016, p. 142).

Para el año 2016 se observa en la figura 7 que el Ecuador exportó un total de 401,55 GWh, la cifra más alta del periodo analizado, y esto se debe al ingreso en operación de los proyectos hidroeléctricos Coca Codo Sinclair, Mandariacu y Sopladora. Se evidencia adicionalmente que a Colombia se exporta la mayor cantidad de energía, 378,3 GWh, y a Perú se exportaron 23,28 GWh. Desde al año 2003 se inició la interconexión con Colombia con la puesta en servicio de la línea de transmisión de 230 kilovoltios (kV) de Pomasqui-Jamondino.

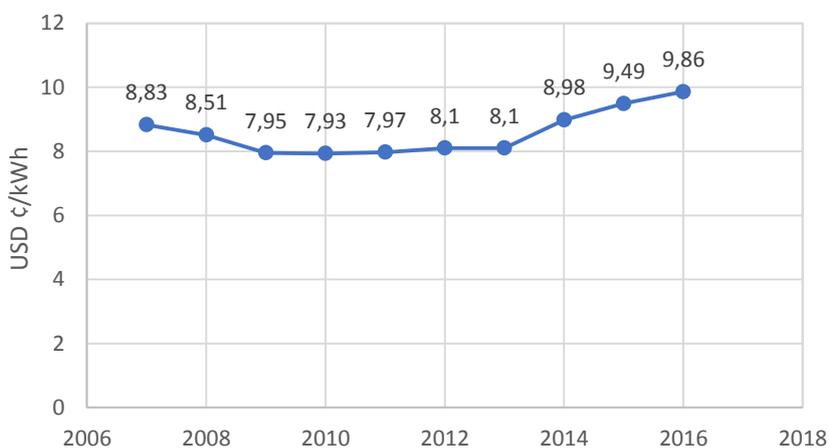
**Figura 7** Exportación de electricidad países vecinos (GWh)



Nota: Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016, p. 137).

Dentro del análisis, se evalúa finalmente el precio promedio del kilovatio-hora (kWh), que es la unidad de energía con la cual se factura el consumo de energía. En la figura 8 se observa un aumento del costo del kWh del año 2016 comparado con el año 2007.

**Figura 8** Precio promedio de la energía facturada por las empresas distribuidoras



Nota: El precio indicado corresponde a los centavos de dólar por cada kWh. Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016, p. 136).

La tabla 1 muestra un análisis comparativo de los principales indicadores energéticos entre el año 2007 y 2016. Hasta diciembre del año 2016 se tiene un cumplimiento de 71,42% de políticas públicas diseñadas por el Gobierno ecuatoriano en el periodo 2007-2016 para el

fortalecimiento del sector eléctrico. Aún queda por cumplirse 28,58% en lo que respecta a la participación del sector hidroeléctrico en la producción total de energía y la disminución de producción térmica. Estos dos indicadores deben ser analizados al final del año 2017.

**Tabla 1** Comparación metas cumplidas hasta el año 2017 respecto a los objetivos planteados

N°	Indicador/variable	2007 Valor	2016 Valor	Porcentaje variación	Meta al año 2017
1	Potencia nominal sistema del nacional (MW)	4.478,40	8.226,40	83,69%	95,19%
2	Participación generación hidroeléctrica (%)	49,66	57,80	16,39%	20,82%
3	Participación generación térmica (%)	44,40	39,57	-10,88%	-81,98%
4	Capacidad energía renovable (MW)	1.874,54	4.639,63	147,51%	100%
5	Cobertura servicio energía (%)	93,35	97,20	4,12%	2,21%
6	Pérdidas de energía en distribución (%)	21,42	12,20	-43,04%	-38,89%
7	Exportación energía (GWh)	38,39	401,55	945,98%	> 0

*Nota:* El cumplimiento de las políticas públicas fue analizado de acuerdo al porcentaje de variación entre los datos obtenidos de los principales indicadores energéticos de los años 2007 y 2016, con respecto a la meta planteada expresada en porcentaje. Los indicadores coloreados en verde indican el cumplimiento del objetivo o meta; el naranja, cercano a cumplirse, y el rojo, muy lejos del cumplimiento. Adaptado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2017), Sistema Nacional de Información (2017) y Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016).

### Proyectos hidroeléctricos en construcción-operación

De los ocho proyectos emprendidos y que debían inicialmente haber estado en operación en el año 2015, solo tres de ellos se encuentra en marcha, mientras que los otros cinco (Minas San Francisco, Delsitanisagua, Mazar-Dudas, Toachi Pilatón y Quijos) esperan entrar en operación a finales del año 2017. De los 14.763,29 GWh que aportarán estas centrales hidroeléctricas, el 70,86% está ya en funcionamiento, restando el 29,14%. Otro dato que se aprecia en la tabla 2 es que estos proyectos aportarán con 2.578 MW a la potencia nominal de generación. Del total de inversión, el 34,51% corresponde a financiamiento

proveniente del Estado, mientras que el 65,48% proviene del sector privado de diferentes instituciones, como la estatal china Sinohydro, el Eximbank de China y el Banco Nacional de Desarrollo del Brasil Bndes.

**Tabla 2** Estado de los proyectos de generación hidroeléctrica al mes de febrero de 2017

Proyecto	Potencia nominal (MW)	Monto de la inversión	Financiamiento		Avance proyecto febrero 2017	Energía media anual (GWh)	Fecha prevista de entrega
			Público	Privado			
Coca Codo Sinclair	1.500	\$ 2.245 M	\$ 562,3 M	\$ 1.682,7 M	100%	8.734	Operando
Minas San Francisco	275	\$ 556 M	\$ 228,52 M	\$ 327,48 M	93%	1.290	2017
Delsitanisagua	180	\$ 334,8 M	\$ 286 M	\$ 48,8 M	81,05%	1.411	2017
Manduriacu	65	\$ 183,27 M	\$ 93,07 M	\$ 90,2 M	100%	504,27	Operando
Mazar-Dudas	21	\$ 51,2 M	9,6 M	\$ 41,6 M	86,54%	125,4	2017
Toachi Pilatón	254,4	\$ 528 M	\$ 262,5 M	\$ 265,75 M	94,45%	1.120	2017
Quijos	50	\$ 115,89 M	\$ 20,39	\$ 95,5 M	46,72%	355	2017
Sopladora	487	\$ 755 M	\$ 184 M	\$ 571 M	100%	1.223,62	Operando
<b>TOTALES</b>	<b>2.578</b>	<b>\$ 4.769,16 M</b>	<b>\$ 1.646,13 M</b>	<b>\$ 3.123,03 M</b>		<b>14.763,29</b>	

*Nota:* M representa millones de dólares. MW representan la unidad de potencia megavatios. GWh es la unidad de generación promedio por hora. Adaptado de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (2017), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2016 (pp. 11-20), y Vela (2013, pp. 33-36).

### Proyectos hidroeléctricos planificados

En la tabla 3 se evidencia la cartera de proyectos hidroeléctricos con estudios preliminares de construcción en los próximos años, los mismos que aportarán en 4.489,4 MW la potencia nominal de generación con un monto de inversión de 5.458 millones de dólares.

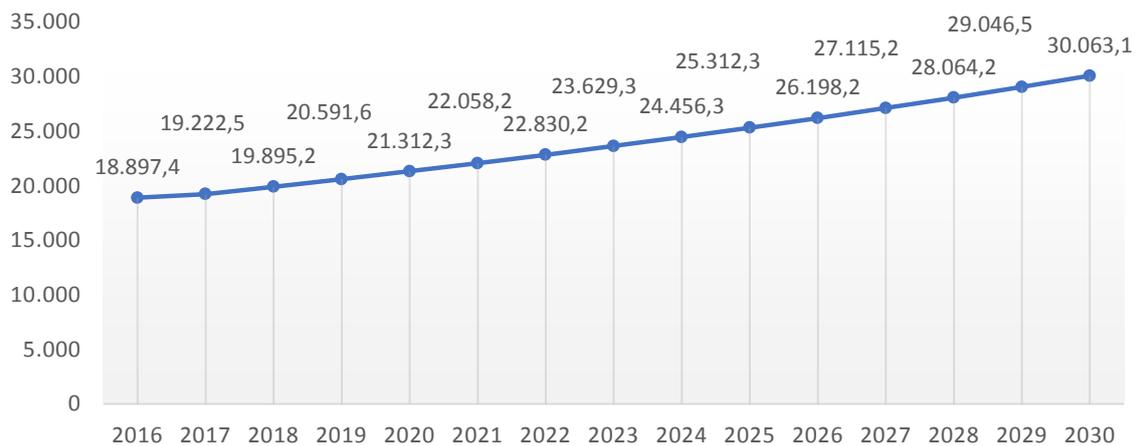
**Tabla 3** Proyectos de generación hidroeléctrica planificados

N°	Nombre del proyecto	Generación (MW)	Localización (provincia)	Tipo	Monto de inversión (MM USD)
1	Río Santiago	3.600	Morona Santiago	Hidroeléctrico	3.500
2	Cardenillo	595,6	Azuay	Hidroeléctrico	1.135
3	Chontal	194	Pichincha, Imbabura	Hidroeléctrico	595
4	Angamarca Sinde	32,1	Cotopaxi	Hidroeléctrico	52
5	La Merced de Jondachi	19	Napo	Hidroeléctrico	52
6	Infiernillo	19,6	Loja	Hidroeléctrico	40
7	Chinambí	9,9	Carchi	Hidroeléctrico	30
8	Sardinas	6,6	Napo	Hidroeléctrico	20
9	Caluma-Pasagua	4	Bolívar	Hidroeléctrico	12
10	Tigureurco	3,4	Bolívar	Hidroeléctrico	12
11	Huapamala	5,2	Loja	Hidroeléctrico	10
<b>TOTAL</b>		<b>4.489,4</b>			<b>5458</b>

*Nota:* Adaptado de Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2015. p. 102).

La previsión del Banco Central del Ecuador respecto al PIB es la de tener para el año 2018 un crecimiento del 3,28%. Se tomó como valor constante 3,5% para el periodo 2018 a 2030. La figura 9 nos arroja una demanda máxima de energía para el año 2030 de 30.063,1 GWh.

**Figura 9** Estimación de la demanda máxima de energía para el año 2030



*Nota:* Valor constante del PIB 3,5% de crecimiento a partir del año 2018. El valor de la demanda de energía del año 2016 fue tomado de Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2016, p. 67).

### Método de escenarios

En la tabla 4, se observan las variables ordenadas de mayor a menor de acuerdo a la ponderación que cada experto del sector hidroeléctrico calificó a cada parámetro y se seleccionaron las 10 variables con mayor valor en su calificación.

**Tabla 4** Priorización de variables

VARIABLES		EEQ	CENACE	Elsystec	Central Paute	Elecaastro	Suma	Ponderación
Ord.	Descripción							
1	Infraestructura de las centrales hidroeléctricas	5	5	5	5	5	25	1,875
2	Grado de cumplimiento de los proyectos hidroeléctricos	5	5	5	5	5	25	1,875
3	Épocas estiaje	5	5	5	5	5	25	1,875
4	Cambio de la tecnología automotriz a eléctrica	5	3	5	3	5	21	1,575
5	Cambio de matriz productiva	3	5	5	3	5	21	1,575
6	Desastres naturales	5	3	3	5	5	21	1,575
7	Grado de crecimiento usuarios	3	5	5	3	4	20	1,500
8	Estabilidad económica	5	3	3	5	3	19	1,425
9	Tarifa de generación hidroeléctrica	3	5	3	5	3	19	1,425
10	Personal capacitado	5	3	3	3	3	17	1,275
11	Cambio de políticas públicas del sector hidroeléctrico	3	3	3	3	3	15	1,125
12	Estabilidad política	3	3	3	3	1	13	0,975
13	Planes estratégicos de electrificación	3	3	5	1	1	13	0,975
14	Ley Eléctrica	3	3	3	1	3	13	0,975
15	Generación con energías renovables	3	3	1	3	1	11	0,825
16	Innovación tecnológica población	3	1	3	1	1	9	0,675
17	Grado de oposición por construcción de proyectos hidroeléctricos	1	3	1	3	1	9	0,675
18	Contratación pública	0	3	3	3	0	9	0,675
19	Planificación estratégica centrales hidroeléctricas	1	3	3	1	1	9	0,675
20	Estabilidad laboral	3	1	1	3	1	9	0,675
21	Corrupción	1	1	1	3	1	7	0,525
22	Normativas de los entes reguladores	1	1	3	1	1	7	0,525
23	Normativas ambientales	1	0	1	3	1	6	0,450
24	Subsidio energético a gente de bajos recursos	0	1	0	0	1	2	0,150
<b>Suma</b>							<b>320</b>	
<b>Promedio</b>							<b>13,33</b>	

*Nota:* La calificación de los expertos fue desarrollada con el siguiente criterio: 0 no influye, 1 poca influencia, 3 mediana influencia y 5 mayor influencia. Desarrollo propio.

La tabla 5 representa la matriz de impactos cruzados en la que se determinó la influencia que tienen las variables de las filas respecto a cada variable de las columnas.

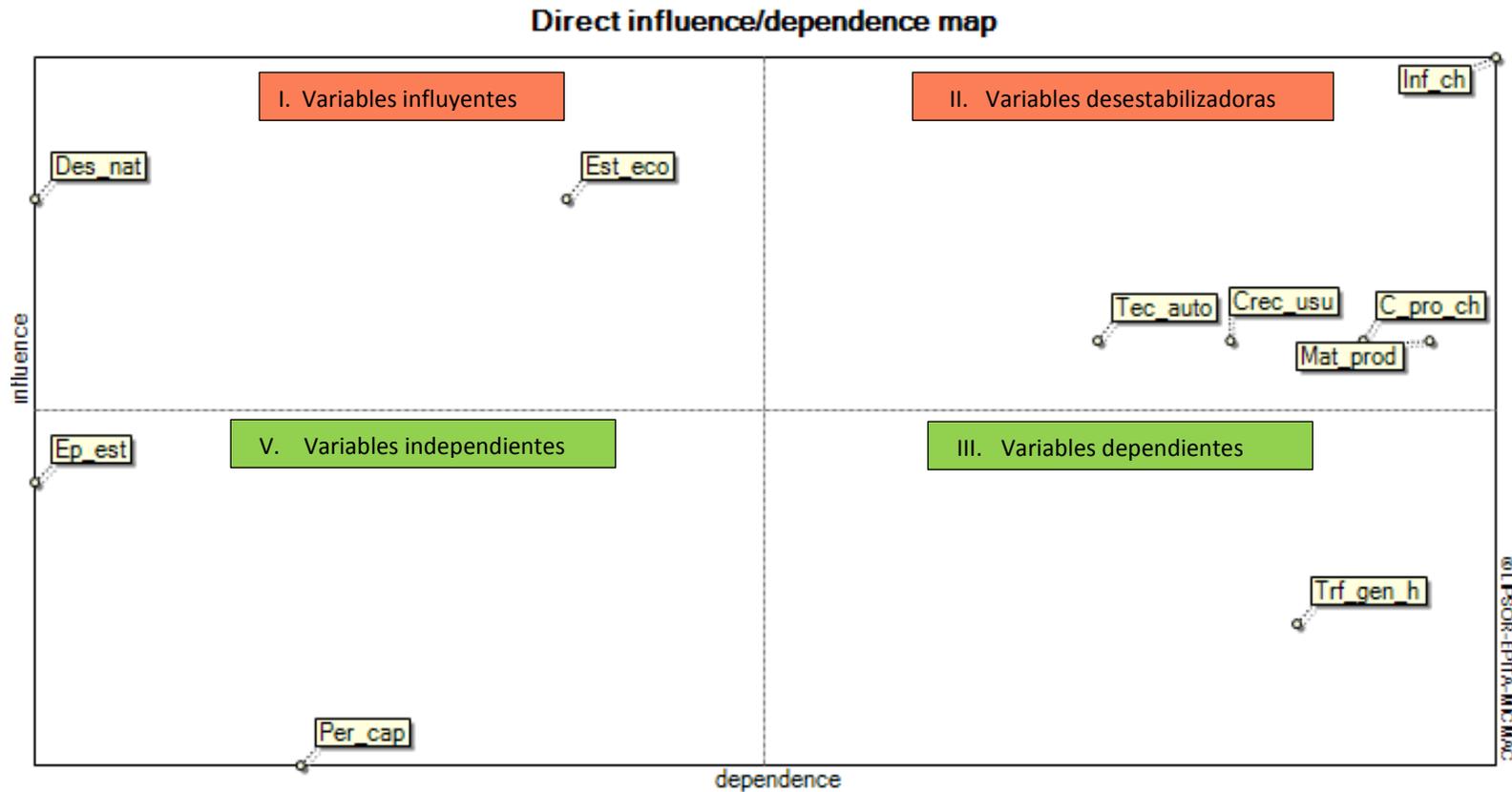
**Tabla 5** Matriz de impacto cruzados

	1. Inf_ch	2. C_pro_ch	3. Ep_est	4. Tec_auto	5. Mat_prod	6. Des_nat	7. Crec_usu	8. Est_eco	9. Trf_gen_h	10. Per_cap
1. Inf_ch	■	3	0	2	3	0	3	4	3	1
2. C_pro_ch	2	■	0	2	3	0	3	1	2	0
3. Ep_est	1	4	■	3	3	4	2	1	2	0
4. Tec_auto	2	2	0	■	2	0	3	1	3	0
5. Mat_prod	3	2	4	1	■	0	2	3	2	0
6. Des_nat	3	3	0	1	2	■	2	2	1	0
7. Crec_usu	3	3	0	2	2	0	■	0	3	0
8. Est_eco	3	3	0	2	3	0	4	■	1	2
9. Trf_gen_h	2	1	0	2	2	0	3	0	■	1
10. Per_cap	3	3	0	1	1	0	0	0	2	■

*Nota:* Para la calificación de la influencia se tomó el siguiente criterio: 0 no influye, 1 débil, 2 moderada influencia, 3 fuerte influencia y 4 potencial influencia. El nombre de las variables se redujo a un nombre corto para mayor facilidad. Las variables analizadas con las resultantes de la tabla 5 Desarrollo propio.

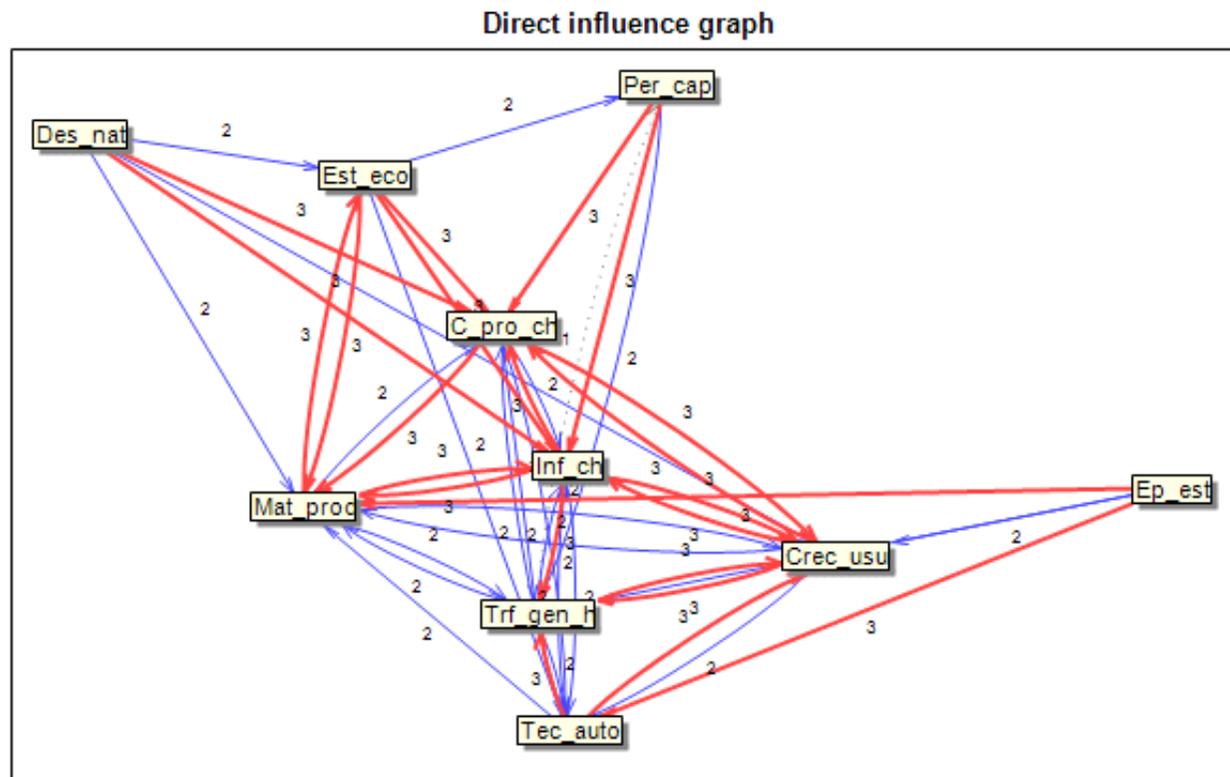
La figura 10 muestra los resultados obtenidos a través del ingreso de la matriz de impactos cruzados en el *software* Micmac. Se aprecia que existen dos variables en el cuadrante I: desastres naturales y estabilidad económica. Estas variables tienen alta influencia sobre las demás variables y poca dependencia de otras. Las variables ubicadas en el cuadrante desestabilizador son: infraestructura de las centrales hidroeléctricas, grado de cumplimiento de los proyectos hidroeléctricos, cambio de la matriz productiva, cambio de la tecnología automotriz de motores de combustión interna a motores eléctricos y grado de crecimiento de usuarios. Estas variables tienen una alta influencia y una alta dependencia de otras por lo que son desestabilizadoras del sistema de análisis.

Figura 10 Mapa de influencia y dependencia directa



Nota: El eje horizontal representa la dependencia mientras que el eje vertical es la influencia. Las variables que se ubican en los cuadrantes I y II son las que deben ser tomadas en cuenta para el planteamiento de las estrategias. Figura adaptada de los resultados que arroja el *software* Micmac.

Figura 11 Gráfico de influencia directa



- Weakest influences
- Weak influences
- Moderate influences
- Relatively strong influences
- Strongest influences

Nota: La línea de color rojo representa una influencia fuerte, la línea azul una influencia moderada y la línea punteada de color negro una influencia débil. Figura tomada de los resultados que arroja el software Micmac.

**Tabla 6** Análisis morfológico de las variables influyentes y desestabilizadoras de acuerdo al escenario más probable

Factor	Variable	Causas	Evolución	Consecuencias	Consolidación
TECNOLÓGICA	Infraestructura de centrales hidroeléctricas y grado de cumplimiento de proyectos hidroeléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Suficientes recursos del Estado para proyectos de modernización.</li> <li>—Recursos provenientes de alianzas público-privadas para ejecución de nuevos proyectos de centrales hidroeléctricas.</li> <li>—Adecuada planificación del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.</li> </ul>	Para el año 2030 existen los suficientes recursos del Estado para fortalecer la infraestructura del sector hidroeléctrico, así como para la ejecución de los proyectos de inversión hidroeléctrica con alianzas público-privadas gracias a la confianza que ha dado el Estado a la inversión extranjera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Fuerte y moderna infraestructura hidroeléctrica.</li> <li>—Se satisface la demanda de consumo interno y se exporta energía a países vecinos.</li> <li>—Calidad de servicio con pocas pérdidas de energía.</li> </ul>	La infraestructura y la modernización del sector hidroeléctrico en el país para el año 2030 es sólida, gracias a los recursos provenientes del Estado ecuatoriano así como de inversión extranjera que permite la oportuna ejecución de proyectos de generación hidroeléctrica, brindando un servicio de calidad y con pérdidas anuales menores al 5% y una exportación a los países vecinos de energía promedio de 2.000 GWh.
TECNOLÓGICA	Cambio matriz productiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Dejar la dependencia de ingresos petroleros.</li> <li>—Disponer de una matriz energética sólida.</li> <li>—Inversión del sector privado para modernizar y potenciar procesos de producción.</li> <li>—Fortalecimiento de la agroindustria.</li> </ul>	Durante los últimos 10 años, el Ecuador cambió su matriz productiva convirtiéndose en un país agroexportador y dejando la dependencia petrolera gracias a la modernización de los procesos productivos y al cambio de la matriz energética.	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Ser un país competitivo a nivel internacional.</li> <li>—Ofrecer productos y materias primas en la agroindustria.</li> <li>—Ser un país en pleno desarrollo y crecimiento económico.</li> </ul>	Gracias al cambio de la matriz productiva, el Ecuador dejó de ser un país dependiente del petróleo, convirtiéndose la agroindustria en casi el 40% del PIB y ofreciendo al mercado internacional productos procesados y materia prima a precios muy competitivos al disponer de una matriz energética sólida con precio promedio para el sector industrial de 10 centavos de dólar cada kilovatio-hora.
TECNOLÓGICA	Cambio tecnología autos a sistemas eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Agotamiento reservas petroleras del Ecuador.</li> <li>—Fortalecimiento sector energético en el país.</li> <li>—Aumento de la cobertura de energía eléctrica.</li> <li>—Cambio políticas ambientales para el transporte.</li> </ul>	Para el año 2030, el parque automotor del Ecuador tiene casi 80% de autos eléctricos debido a la escasez de combustible y al cambio de políticas ambientales que encarecen los impuestos de autos a gasolina y diésel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Aumento de la demanda de energía.</li> <li>—Necesidad de cobertura eléctrica en zonas rurales.</li> <li>—Tener tarifas eléctricas accesibles para la carga de las baterías de autos eléctricos.</li> </ul>	El parque automotor en el Ecuador llegó al año 2030 a tener casi el 80% de autos eléctricos, aumentando la demanda de usuarios que requieren energía eléctrica a precios razonables, siendo un reto para el país con la producción de energía de fuentes renovables, especialmente proveniente del sector hidroeléctrico y las disposiciones de las políticas ambientales del país.
ECONÓMICO	Estabilidad económica y grado de crecimiento de usuarios que demandan energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Cambio de la matriz productiva.</li> <li>—Cambio del uso de autos con motor de combustión interna a eléctricos.</li> <li>—Correcto manejo de la economía en el país.</li> </ul>	El Ecuador posee una estabilidad económica con un crecimiento anual del PIB de más del 4% y, gracias al cambio de la matriz productiva y al cambio de tecnología en el transporte, la demanda del sector energético alcanza los 35.000 GWh anuales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>—Disponer de recursos para le ejecución de nuevos proyectos de generación hidroeléctrica.</li> <li>—Mayor cobertura del sector hidroeléctrico, alcanzando el 99% de la población.</li> </ul>	Las políticas económicas y la gestión del actual Gobierno han generado una estabilidad económica con un crecimiento anual del PIB del 4% y una demanda de energía de 30.000 GWh al año debido al aumento de usuarios que requieren energía eléctrica ya sea para movilización, para producción o para la vida diaria, siendo necesaria la ejecución de nuevos proyectos hidroeléctricos y la mejora continua del sector energético del país.

### **Escenario apuesta**

Para el año 2030, el Ecuador cuenta con una infraestructura eficiente y moderna en el sector hidroeléctrico que aporta con un 70% en el total de la generación eléctrica, con la puesta en marcha de 11 proyectos emblemáticos en los últimos 10 años, que han aportado 4.489,4 MW a la potencia nominal, lo que permite generar anualmente 33.000 GWh y satisfacer así la demanda de energía interna del país de 30.063,1 GWh y exportar alrededor de 2.000 GWh a los países vecinos Colombia y Perú. Existen las adecuadas inversiones pública y privada para optimizar el sector hidroeléctrico y proyectarse la construcción de 10 nuevos proyectos. Las pérdidas anuales de energía no llegan al 5% y la cobertura eléctrica alcanza el 99% de la población, con un servicio de calidad, continuo y confiable.

La fortaleza del sector hidroeléctrico ha permitido que se dé un cambio en la matriz productiva, dejando de ser un país dependiente de petróleo y teniendo la capacidad para exportar productos y materia prima especialmente en la agroindustria, que representa actualmente el 40% del PIB. La automatización de procesos industriales, la inversión del sector privado y contar con un servicio energético de calidad y a un precio de 10 centavos de dólar por cada kilovatio-hora ubican el país en una posición estratégica de mercado, pudiendo competir con las grandes potencias mundiales. Los ministerios de Electricidad y Energías Renovables, así como el de Sectores Estratégicos cuentan con una correcta planificación estratégica y han desarrollado planes de acción que han permitido cubrir la creciente demanda de energía, que en los últimos años ha aumentado a un mayor ritmo debido al cambio de tecnología que ha tenido el sector automotriz, pasando de motores de combustión interna a motores eléctricos, lo que ha hecho necesarias unas constantes evolución y modernización de las centrales hidroeléctricas que aportan con energía limpia cumpliendo con las normativas ambientales, tanto nacionales como internacionales.

## **Estrategias**

Llegar a la eficiencia en el sector hidroeléctrico es una de las metas que se ha buscado durante el periodo 2007-2017 a través de diferentes políticas y la inversión de alrededor de 9.550 millones de dólares, que supera casi en 11 veces la inversión del periodo 2000-2006 (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016, p. 3). Sin embargo, para lograr que el sector hidroeléctrico alcance el 70% de la energía que consume el Ecuador a 2030, conforme el escenario apuesta planteado en la presente investigación, se sugieren las siguientes estrategias para que sean tomadas cuenta por los Gobiernos venideros.

Se ha evidenciado un retraso en la construcción de los proyectos hidroeléctricos durante el periodo analizado, debido a diferentes factores, como: problemas de diseño, casos de corrupción y falta de control, y esto ha limitado el cumplimiento de varios objetivos y metas dentro de los planes estratégicos del sector energético. Se propone que se mejoren la gestión y la planificación a través de la creación de una comisión independiente a las instituciones públicas para el control y la fiscalización de los grandes proyectos hidroeléctricos que se están construyendo como para aquellos que tienen estudios preliminares y que se pretende poner en marcha en el futuro. Esta comisión deberá estar conformada por expertos técnicos, financieros, legales y administrativos, los que rendirán cada 6 meses cuentas a la ciudadanía del estado y la evolución de cada uno de los proyectos.

La expansión de la infraestructura hidroeléctrica con el ingreso en operación de las centrales Coca Codo Sinclair, Sopladora y Mandariacu demanda una ampliación de las redes de transmisión. Paralelamente a las centrales hidroeléctricas, el Gobierno invirtió alrededor de 700 millones de dólares en la construcción de una red de transmisión de 500 kilovoltios, que es la encargada de incorporar la nueva energía producida por las ocho centrales hidroeléctricas emblemáticas al sistema nacional interconectado. Adicionalmente existe un sistema de redes secundarias de 230 kV, con el fin de fortalecer todo el sistema de

transmisión nacional, cosa que no se había hecho en Gobiernos pasados. Toda esta infraestructura ha permitido que, hasta el año 2016, se pudieran exportar ya 401,58 GWh anuales a los países vecinos. Para 2030, se pretende que el Ecuador llegué a exportar alrededor de 2.000 GWh, por lo que se debe implementar y planificar una cartera de proyectos que permitan mantener y seguir ampliando las redes energéticas, reduciendo las pérdidas, así como optimizar la distribución local con la construcción de nuevas subestaciones que ayuden a aumentar la cobertura y llegar al 99%, de acuerdo a lo estimado en el escenario planteado.

Aunque durante el periodo 2007-2016 las pérdidas no técnicas se redujeron del 12,16% al 4,1%, aún existe un valor económico considerable de 20 millones de dólares anuales por punto porcentual que el sector energético deja de recibir por consumo eléctrico. De acuerdo al escenario de 2030, se desea tener entre pérdidas técnicas y no técnicas menos del 5%, para lo cual se requiere implantar una infraestructura de telemetría a nivel nacional. El sistema permitirá en una primera etapa monitorear en línea los medidores de las acometidas principales de los grandes consumidores, hasta llegar a 2030 a tener una medida remota de alrededor del 50% de los medidores eléctricos instalados en el país. Para ello se requiere adicionalmente crear una infraestructura de comunicaciones, tanto con fibra óptica como a través de enlaces inalámbricos o vía GPD, dependiendo de la ubicación, así como de un cambio de tecnología en los medidores antiguos que no admiten comunicaciones. Todos los equipos de medición reportarán a centros de control ubicados en las principales ciudades del país. Todo esto ayudará a mejorar y optimizar la recaudación real del consumo energético, creando la confianza en la población de que están pagando exactamente la energía que utilizan.

Antes del inicio de la gestión del Gobierno actual en 2007, había diferencias sustanciales entre los precios del kilovatio-hora generado con centrales hidroeléctricas respecto a las centrales térmicas. El monopolio existente daba preferencia al sector térmico,

pese a ser más contaminante y costar más que la generación hidráulica. Las políticas implementadas en el periodo 2007-2016 rompieron ese monopolio, habiendo establecido una tarifa única para todas las empresas de distribución, cuyo precio promedio se ubicó en el año 2016 en 9,46 centavos de dólar. Dentro de las estrategias propuestas para alcanzar el escenario deseado se propone incentivar la producción nacional a las pequeñas y medianas industrias con precios preferenciales de electricidad. De esta manera, las grandes industrias pagarán un poco más por cada kWh consumido que las empresas pequeñas, contribuyendo de esta forma al cambio de la matriz productiva con energías renovables y abaratando los costos de producción para ser competitivos en el mercado mundial. Todas estas acciones fortalecerán y mejorarán el sistema de recaudación de consumo de energía de tal manera que el sector hidroeléctrico llegue a ser sustentable por sí mismo, tanto para sus planes de mantenimiento correctivo y preventivo como para los nuevos proyectos, sin necesidad de que la inversión estatal sustente toda la infraestructura energética. Estos planes deben ser reformulados cada año, y más aún cuando existen transiciones de gobiernos o autoridades, teniendo siempre a la mano herramientas como la prospectiva que permitan tener futuros y horizontes de largo plazo para coordinar de manera eficaz los planes y las políticas públicas del sector energético y llegar a la eficiencia en el sector hidroeléctrico.

### **Discusión**

Las centrales hidroeléctricas representan más del 50% de la generación total de energía en el país al año 2016 y a 2030 tendrán una participación del 70% con la finalización de los ocho proyectos emblemáticos emprendidos en el periodo 2007-2017, los que se pondrán en marcha en el futuro. El análisis prospectivo señala que toda esta infraestructura ayudará a cubrir la demanda energética y a tener suficientes reservas de energía para convertirnos en un país exportador de electricidad.

Las políticas públicas implementadas por el Gobierno en el periodo 2007-2016 han dado prioridad al sector energético, situación que se ve reflejada en el presente trabajo con el análisis de los principales indicadores, que arrojaron una evolución positiva tanto en el aumento de la potencia de generación, con la ampliación del complejo hidráulico, como con la reducción de pérdidas de distribución, al mejorar las redes de transmisión eléctrica. Pero no se evidencian políticas destinadas a educar a la población para el uso eficiente y racional de la energía, en esta época que vivimos rodeados de aparatos que demandan continuamente la utilización de electricidad, lo que deja planteada la siguiente interrogante: ¿qué políticas deben implantar las autoridades para el uso eficiente de la energía eléctrica para llegar a ser en 2030 uno de los países que consuma menos electricidad per cápita?

Los recursos hídricos son abundantes en el Ecuador, pero ya en el pasado hemos vivido extensas épocas de estiaje y el cambio climático se ha vuelto impredecible, y no estamos exentos de fenómenos naturales que afecten este recurso energético fundamental para la generación. El reto de las futuras autoridades será mantener la hidroelectricidad como la principal fuente de generación eléctrica a largo plazo y buscar la diversificación a través de fuentes renovables no convencionales que sean el soporte y el sustento en caso de algún evento natural o alguna situación de emergencia, dejando de lado la generación térmica, por ser un tipo de energía que atenta contra los recursos naturales y es más costosa. Se deberá complementar la presente investigación con el análisis y el estudio de la generación con fuentes renovables no convencionales, como fotovoltaica, biomasa, biogás y geotérmica, que al año 2016 aportaban con el 2,24% y que a 2030 deberán ser el principal respaldo de la generación hidroeléctrica en el Ecuador.

### **Conclusiones**

La central Paute Molino era al año 2006 la más grande hidroeléctrica con la que contaba el país, cubriendo un 35% de la demanda de energía. Pero era insuficiente para cubrir

la cantidad de electricidad requerida por la población, habiendo tenido que importar 1.570,56 GWh anuales desde Colombia. La inversión pública era insuficiente y se trataba de compensar el déficit de energía a través de la generación térmica con un kWh más costoso. Se evidencia que políticas públicas iniciadas por el Gobierno desde el año 2007 dieron prioridad al sector energético, lo que cambió el panorama eléctrico con el aumentando la infraestructura hidráulica, la reducción de la generación térmica, la reducción de pérdidas en distribución, el aumento de la cobertura, la unificación del precio del kWh y el cambio de importadores a exportadores de energía, con 401,58 GWh exportados a 2016.

Existen estudios preliminares para la construcción de 11 proyectos hidroeléctricos que aportarían 4.489,4 MW a la potencia nominal, con los que, conjuntamente con los ocho proyectos emblemáticos que se finalizarán en el año 2017 y el resto de la infraestructura eléctrica existente, el Ecuador alcanzaría al año 2030 una generación promedio anual de 33.000 GWh, lo cual, comparado con la estimación de la demanda calculada con la correlación del PIB que resultó de 30.063,1 GWh, se tendría un excedente de energía que podría ser exportada a los países vecinos, siendo el país autosustentable energéticamente y con reservas suficientes para poder vender energía.

Hubo retrasos en la construcción de los proyectos hidroeléctricos emblemáticos del Gobierno que inicialmente debían haber entrado en operación en el año 2015 y que hasta el 2016 solo estaban funcionando tres de los ocho proyectos, lo que limitó el cumplimiento de la meta del Gobierno de alcanzar el 60% de participación del sector hidroeléctrico en la generación total del país, pero se ha logrado satisfacer la demanda de consumo interno y aumentar la energía exportada a Colombia y Perú en 945,98%.

## Referencias

- Agencia de Control y Regulación Electricidad. (1 de mayo de 2017). *Balance multianual de energía*. Obtenido de Balance multianual de energía: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/balance-multianual-de-energia/>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2016). *Atlas del sector eléctrico ecuatoriano 2016*. Quito.
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2016). *Estadística anual y multianual del sector eléctrico ecuatoriano 2016*. Quito: Agencia de Regulación y Control de Electricidad.
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (17 de mayo de 2017). *Agencia de regulación y control de electricidad*. Recuperado el 17 de mayo de 2017 de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/produccion/>
- Banco Mundial. (2016). *Crecimiento del PIB (% anual)*. Obtenido de Crecimiento del PIB (% anual): <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2015&locations=EC&start=1961&view=chart>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Pearson.
- Godet, M., y Durance, P. (2007). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. París: Instituto Europeo de Prospectiva y Estrategia.
- Guerrero, A. (2014). *Ecuador: sector energético*. Pacific Credit Rating.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development* 3, 401-403.

Krat, M., & Furlong, S. (2012). *Politics, Analysis, and Alternatives*. Washington DC: CQC Press.

Leney, T., Coles, M., Grollman, P., & Vilu, R. (2004). *Modelo de escenarios*. Luxemburgo: Cedefop.

Mauricio Olavarría Gambi. (2007). *Conceptos básicos en el análisis de políticas públicas*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Agenda Nacional de Energía 2016-2040*. Quito: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Logros y desafíos del sector eléctrico ecuatoriano*. Quito: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.

Ministerio Coordinador Sectores Estratégicos. (2016). *Balance energético nacional 2016*. Quito: Ministerio Coordinador Sectores Estratégicos.

Ministerio Coordinar de Sectores Estratégicos. (2015). *Catálogo de inversiones de los sectores estratégicos 2015-2017*. Quito: Ministerio Coordinar de Sectores Estratégicos.

Ministerio de Electricidad y Energía renovable. (2014). *Plan estratégico institucional 2014-2017*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía renovable.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2016). *Rendición de cuentas 2016*. Quito: Renovable, Ministerio de Electricidad y Energía.

Nieto, C. A., & Robledo, J. C. (2012). *Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina*. Medellín.

Ojeda, J., Jiménez, P., Quintana, A., Crespo, G., & Viteri, M. (2015). Protocolo de investigación. (U. d. ESPE, Ed.) *Yura: Relaciones internacionales*, 5(1), 1-20.

Sistema Nacional de Información. (21 de mayo de 2017). *Objetivo 11: Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica*. Obtenido de Objetivo 11: Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica: <http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM71>

Vargas, A. P. (2014). *La relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico empleando un modelo trivariado para Chile*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Vásquez, J. M., Becerra, S., & Castaño, P. (2014). *Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina*. Santiago de Chile: Cepal.

Vela, M. d. (2013). Promesas cargadas de energía. *Gestión*, 30.

Zapata Villegas, R. (2006). La Escuela Francesa de estrategia y prospectiva: una investigación aplicada. *Revista Ciencias Estratégicas*, 55-66.