

Industria eléctrica y su relevancia en la estructura productiva de México

Electricity industry and its relevance in the economic structure of Mexico

JAIME MARIO EDMUNDO VACA SERRANO*

ANTONIO KIDO CRUZ*

GASPAR NUÑEZ RODRIGUEZ **

Abstract

The implementation of the wholesale electricity market aims to promote private investment, give confidence and clarity, and achieve competitive prices. It is, then, transcendental to know its relevance and potential impact on the economic structure. In this paper the most recent input-output matrix of Mexico and structural analysis was used for accomplishing our goal. The main results show that electricity is a key industry and its main supplier is the manufacture of petroleum products, also, that electricity is distributed to almost all industries. Finally, we simulate a price increase scenario to obtain the potential impact on the economic structure.

Keywords: *electricity industry, input-output matrix, structural analysis, multiplier effects, Mexico.*

Resumen

La implementación del mercado eléctrico mayorista pretende promover la inversión privada, dar confianza y claridad, así como lograr precios más competitivos, por ello es trascendental conocer su relevancia e impacto potencial sobre la estructura económica. En esta investigación utilizamos la más reciente matriz insumo-producto de México y el análisis estructural para dicho estudio. Los principales resultados muestran que la electricidad es un subsector clave, que su principal abastecedor es la fabricación de derivados del petróleo (46.05%), y que se distribuye a 78 de 79 subsectores. Finalmente, simulamos un escenario de incremento de precios para obtener el impacto potencial sobre la estructura económica.

Palabras clave: industria eléctrica, matriz insumo-producto, análisis estructural, efectos multiplicadores, México.

*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, correos-e: jaimévaca@hotmail.com, antkido@gmail.com

**El Colegio de México, correo-e: nuroga@yahoo.com

Introducción

La nueva Ley de la Industria Eléctrica establecida en México en 2014 tuvo como finalidad impulsar el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, asegurando su operación de forma ininterrumpida, eficiente y segura en provecho de los consumidores, así como lograr que los generadores cumplieran como organizaciones de servicio público y universal, de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes (DOF, 2014).

La creación de un mercado eléctrico mayorista —con la participación de la iniciativa privada, regulado por un operador independiente del gobierno— deriva en potenciales inversiones con efectos multiplicadores en la economía nacional.

La implementación del mercado eléctrico mayorista pretende promover la inversión del sector privado, dar confianza y claridad al intercambio entre los participantes de la industria, así como asegurar precios más competitivos, tanto para los generadores como para los clientes; al mismo tiempo, con base en los mercados internacionales vigentes, procura participar exitosamente en un ambiente económico global de máxima competencia (KPMG, 2014; Sener, 2016).

En años recientes, a nivel mundial, se han realizado múltiples estudios del sector energético relacionados con la economía, estas investigaciones han tenido su origen en la primera crisis energética ocurrida en 1973 y en la trascendencia de la energía para el desarrollo económico, los cuales se han llevado a cabo en diversos entornos con objeto de reducir la dependencia energética de las naciones, establecer políticas de energía más favorables y analizar su efecto en la economía (Cardenete y Fuentes, 2009).

Del mismo modo, el estudio de la industria eléctrica —desde una óptica que incluye a todos los sectores de una economía nacional e incorporando cada tipo de fuente de generación eléctrica— permite no sólo la cuantificación de las transacciones y vínculos económicos de las ramas de este subsector con las de los otros subsectores económicos, sino también analiza los efectos multiplicadores en la economía debido a su participación como proveedor y agente del crecimiento económico (Cámara *et al.*, 2011); por consiguiente, la aplicación de este tipo de estudios proporciona un valioso apoyo en la toma de decisiones correspondientes al establecimiento de políticas públicas relativas a economía y energía.

El objetivo de nuestra investigación es mostrar la relevancia de la industria eléctrica en la estructura productiva de México a través del análisis estructural. Asimismo, presentamos un escenario del impacto potencial sobre la estructura económica de un incremento en los precios originado por un aumento en el valor agregado.

1. Antecedentes y contexto actual

De acuerdo con Cruz de la (2006), desde comienzos de los noventa, dentro de los programas políticos de muchos gobiernos, uno de los mayores desafíos relacionados con la teoría de la regulación está dado por la liberalización del sector eléctrico; la discusión de cómo introducir competencia y diseñar mercados en un sector cuya organización tradicional corresponde a un monopolio ocupa, de igual forma, un lugar destacado.

El procedimiento adecuado para lograr una efectiva competencia no está claro todavía y está en función de las particularidades de cada país. Aun cuando en muchos países se ha dado la liberalización, incluyendo la creación de mercados eléctricos, el contexto de obstáculos, impedimentos y conflictos para modificar la estructura industrial y la regulación gubernamental del sector eléctrico ha ocasionado fracasos que arrojan dudas y desconfianza sobre la mencionada liberalización.

En 2014 se estableció en México la nueva Ley de la Industria Eléctrica, buscando promover el desarrollo sustentable de este sector a fin de operar de manera continua, eficiente y segura, incorporando energías limpias y reduciendo emisiones contaminantes; asimismo se fomentó la incorporación de empresas privadas en la generación de energía eléctrica.

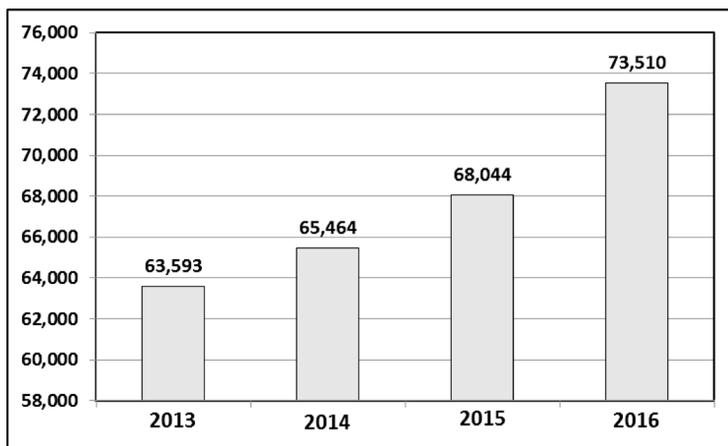
De acuerdo con Shields (2018), la creación de un mercado eléctrico mayorista permitirá fomentar y aumentar el uso de energía renovables —tales como la solar y la eólica— mediante la realización de las subastas de contratos de generación de energía, con ello se han determinado precios para diversas fuentes y tecnologías de generación, al incorporar un creciente número de concurrentes.

Según indica la Secretaría de Energía (Sener, 2017), la nueva estructura del sector eléctrico en México ha sido diseñada a fin de incorporar nuevas inversiones que promuevan el crecimiento económico, por lo que es indispensable asegurar que el desarrollo del mercado eléctrico facilitará la generación, transmisión y distribución de la electricidad de manera confiable y continua, proceso en el cual los precios del servicio deben ser claros y coherentes al entorno internacional, en consideración de lo trascendente que resulta entender el escenario mundial en el que se ubica este sector.

De acuerdo con la Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031, publicada por la Secretaría de Energía (Sener, 2017), la evolución de la capacidad de generación eléctrica en el periodo 2013-2106 presenta un incremento de 9,917 MW, es decir, 15.59% en la capacidad de generación, tal como se muestra en el cuadro 1.

Con base en las estimaciones de demanda se proyecta un crecimiento anual medio para el escenario de planeación de 3.0% en los próximos 15

Cuadro 1
Evolución de la capacidad de generación eléctrica (MW)



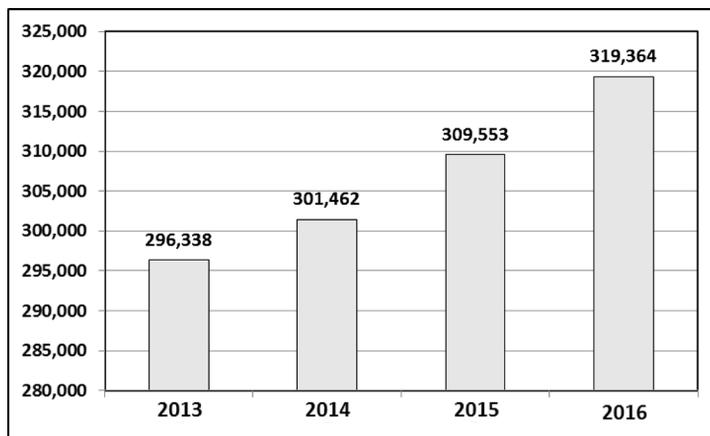
Fuente: Sener, 2017.

años (Se considera este periodo debido a que la base de datos aplicada en esta investigación es a precios básicos de 2013).

La evolución de la generación bruta, por su parte, se incrementó en 23,026 GWh, esto es, 7.77%, tal como se observa en el cuadro 2.

Bajo el escenario de planeación, en el Sistema Eléctrico Nacional se espera, para el periodo de 2017-2031, que el consumo bruto de energía eléctrica

Cuadro 2
Evolución de la generación bruta (GWh)



Fuente: Sener, 2017.

tenga un crecimiento medio anual de 2.9%, pasando de 306,230 GWh en 2017 a 457,561 GWh en 2031, lo que equivale a un aumento de aproximadamente 151,331 GWh, es decir, un incremento de 49.42 por ciento.

Los resultados de las tres primeras subastas eléctricas a largo plazo, realizadas a la fecha en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), se presentan en el cuadro 3, donde también se muestra la incorporación de fuentes renovables de energía.

Cuadro 3
Tipo de fuente de generación y capacidad de generación
contratadas en las subastas eléctricas a largo plazo

| <i>Capacidad contratada</i> | <i>Primera subasta</i> | <i>Segunda subasta</i> | <i>Tercera subasta</i> |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Solar | 1,691 MW | 1,853 MW | 1,323 MW |
| Eólica | 394 MW | 1,283 MW | 689 MW |
| Geotermia | | 25 MW | |
| Gas | | | 550 MW |
| Precio promedio USD por MWh | \$41.8 | \$33.47 | \$20.57 |

Fuente: Zendejas, 2018.

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) inició sus operaciones en 2016 y es actualmente un mercado de energía a corto plazo basado en los costos, con un mercado diario y un mercado en tiempo real. Desde el principio de sus operaciones, los precios marginales locales han sido comunicados por el operador independiente del mercado y sistema eléctrico: el Centro Nacional de Control de Energía (Cenace). La segunda fase del mercado a corto plazo contempla la incorporación de un mercado con una hora de anticipación, eliminando las limitaciones, dando lugar a ofertas libres y no ofertas basadas en costos. Se espera que la segunda fase inicie en 2018, en función de la concurrencia de participantes en el mercado.

En los dos primeros años de acción, la participación en los mercados se compone en su mayor parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y, con menor aportación, de algunas corporaciones privadas, advirtiéndose un incremento en la cantidad de concurrentes del mercado. Es importante señalar que la realización de las actividades correspondientes al desarrollo de los mercados eléctricos son de larga duración y complejas; sin embargo, lo realizado a la fecha significa un progreso significativo en el tiempo en el corto periodo de operación que tiene el Mercado Eléctrico Mayorista (Irastorza y Montalvo, 2018).

La implementación de la Reforma Energética ha permitido la promoción de energías limpias y ha coadyuvado en la disminución de emisión de contaminantes, asimismo, ha incorporado diversas fuentes de generación de electricidad. En los recientes tres años se han invertido 134 millones de dólares en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, con lo cual se establece una coyuntura para incrementar la competencia en el sector eléctrico. Las tres subastas a largo plazo realizadas representan 9 mil millones de dólares en apoyo a más de 19 estados; el programa contempla la construcción y puesta en operación de 70 centrales eléctricas, 67 de ellas corresponden a energías limpias (García, 2018).

2. Metodología

El Modelo Insumo-Producto, que normalmente detalla las transacciones presentes en los sectores de una economía, se describe a través de la aplicación de un sistema de ecuaciones lineales, el cual representa para cada sector la identidad entre la producción total lograda y la producción comprada y consumida por cada uno de los demás sectores del sistema.

La notación matricial de este sistema de ecuaciones lineales se representa por la ecuación $x = (I-A)^{-1}f$, donde x es un vector columna de producción de orden n ; f es un vector columna de demanda final de orden n ; I representa una matriz identidad y A es la matriz de coeficientes técnicos, la cual se explica más adelante. El término $(I-A)^{-1}$ es conocido como la matriz “inversa de Leontief”. La ecuación anteriormente enunciada es la ecuación de solución para el análisis Insumo-Producto.

2.1. Desarrollo de la ecuación Leontief

Suponiendo que la economía puede ser categorizada dentro de n sectores, x_i corresponde a la producción total del sector y f_i es la demanda final de los productos del sector i , entonces a través de una simple ecuación contable se puede expresar la forma en la que el sector i distribuye sus productos a través de las ventas a otros sectores y a la demanda final (Miller y Blair, 2009):

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (1)$$

Mediante el término z_{ij} se indican las ventas interindustrias del sector i (también conocidas como ventas intermedias) a todos los sectores j (incluyéndose a sí mismo, cuando $j = 1$). La ecuación (1) representa la distribución de los productos del sector i , los cuales se indican en los renglones de una matriz Insumo-Producto. Hay una ecuación como esta que identifica las ventas de los productos de cada uno de los sectores n :

$$\begin{aligned}
 x_1 &= z_{11} + \dots + z_{1j} + \dots + z_{1n} + f_1 \\
 x_i &= z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i \\
 x_n &= z_{n1} + \dots + z_{nj} + \dots + z_{nn} + f_n
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Dónde:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad f = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}
 \tag{3}$$

Producción total
de un sector

Ventas interindustria
por sector

Demanda final
del sector

Leontief (1993) explica, con objeto de facilitar la manipulación matemática, que la producción física total de un sector i lo podemos representar como x_i y la cantidad de producto del sector i absorbida —en calidad de insumo— por el sector j por z_{ij} . La cantidad de producto del sector i que pasa al sector que representa la demanda final $z_{i, jn+1}$ acostumbra expresarse como y_i . Ahora, aplicando el desarrollo matemático de Miller y Blair (2009, veamos una tabla insumo-producto para una pequeña economía de tres sectores, en la cual expresamos la demanda final como y_p , entonces se tiene el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= z_{11} + z_{12} + z_{13} + y_1 \\
 x_2 &= z_{21} + z_{22} + z_{23} + y_2 \\
 x_3 &= z_{31} + z_{32} + z_{33} + y_3
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Donde la producción total para cada sector está dada por x_1, x_2 y x_3 , la demanda intermedia por sector está dada por cada interrelación z_{ij} (por ejemplo, z_{11} es la producción del sector 11 consumida o utilizada en el

sector 1 y así sucesivamente), y la demanda final de cada sector está dada por y_1 , y_2 y y_3 .

Las columnas indican la estructura de costos de cada sector; si representamos mediante el símbolo a_{ij} la cantidad de producto del sector i consumida por cada sector j por unidad de su producción total j , lo que equivale a dividir el valor de cada insumo entre el valor bruto de producción correspondiente (el total de la columna), se obtienen los denominados *coeficientes de insumo* o *coeficientes técnicos*. Estos coeficientes permiten realizar el estudio de los efectos directos y multiplicadores de un sector específico sobre el resto de los otros sectores que conforman un sistema económico (Figuroa, 2015) y registran la necesidad de insumos del sector i para producir una unidad del producto en el sector i , lo cual está dado por la siguiente expresión:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (5)$$

Donde i indica el sector que vende y j el sector que produce, por lo que despejando z_{11} , z_{12} , y así sucesivamente se tiene: $x_1 a_{11} = z_{11}$; $x_2 a_{12} = z_{12}$; $x_3 a_{13} = z_{13}$

Por lo que sustituyendo esto en (1), para cada z_{ij} tenemos:

$$x_1 = x_1 a_{11} + x_2 a_{12} + x_3 a_{13} + y_1 \quad (6)$$

$$x_2 = x_1 a_{21} + x_2 a_{22} + x_3 a_{23} + y_2$$

$$x_3 = x_1 a_{31} + x_2 a_{32} + x_3 a_{33} + y_3$$

Ahora, al despejar la variable y de cada ecuación:

$$x_1 - x_1 a_{11} - x_2 a_{12} - x_3 a_{13} = y_1 \quad (7)$$

$$x_2 - x_1 a_{21} - x_2 a_{22} - x_3 a_{23} = y_2$$

$$x_3 - x_1 a_{31} - x_2 a_{32} - x_3 a_{33} = y_3$$

Agrupando x_1 en la primera ecuación, x_2 en la segunda y x_3 en la tercera se tiene:

$$(1 - a_{11})x_1 - x_2 a_{12} - x_3 a_{13} = y_1 \quad (8)$$

$$x_1 a_{21} + (1 - a_{22})x_2 - x_3 a_{23} = y_2$$

$$x_1 a_{31} - x_2 a_{32} + (1 - a_{33})x_3 = y_3$$

En forma matricial, la anterior ecuación se expresa:

$$C = \begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & (1 - a_{33}) \end{bmatrix} \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Estas relaciones se pueden representar de manera compacta en forma de matriz. En algebra matricial, el símbolo $\hat{\mathbf{x}}$ sobre un vector expresa una matriz diagonal con los elementos del vector \mathbf{x} a lo largo de la diagonal principal, por ejemplo:

$$\text{El vector } \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \text{ se expresa como } \hat{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} x_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & x_n \end{bmatrix}$$

Ahora, de la definición básica de matriz inversa, $(\hat{\mathbf{x}})(\hat{\mathbf{x}})^{-1} = I$, por lo que resulta que:

$$\hat{\mathbf{x}}^{-1} = \begin{bmatrix} 1/x_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1/x_n \end{bmatrix}$$

También la postmultiplicación de una matriz M por una matriz diagonal $\hat{\mathbf{d}}$, crea una matriz en la cual cada elemento en la columna j de M es multiplicada por d_j en $\hat{\mathbf{d}}$, por lo tanto la matriz $n \times n$ de coeficientes técnicos puede expresarse como:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z}\hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (10)$$

Usando la definición de las relaciones descritas en (3) y en (9) la expresión matricial para (7) puede expresarse como:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{y} \quad (11)$$

De las matrices expresadas en (9) se tiene que:

$$C\mathbf{x} = \mathbf{y} \quad (12)$$

Descomponiendo C en la resta de dos matrices:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ y } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

La ecuación expresada en (12) queda:

$$(I - A)x = y \quad (13)$$

Donde x (producción total de cada sector) es la variable dependiente y y es la variable independiente (demanda final correspondiente a cada sector), por lo que se requiere encontrar una matriz $(I-A)^{-1}$ inversa que multiplicada por $(I-A)$ dé la unidad (identidad), es decir multiplicando los dos términos de la ecuación (11) por $(I-A)^{-1}$:

$$(I-A)^{-1} (I-A)x = (I-A)^{-1}y \quad (14)$$

Entonces:

$$Ix = (I-A)^{-1}y \quad (15)$$

Por lo tanto:

$$x = (I-A)^{-1}y \quad (16)$$

Donde $(I-A)^{-1} = L$ es la conocida inversa de Leontief, por lo que se puede expresar como:

$$x = Ly \quad (17)$$

Así, x es la producción total de cada sector, L es la matriz inversa de la matriz A de coeficientes técnicos y y la demanda final correspondiente a cada sector. La ecuación (17) es el componente principal del análisis fundamental del Modelo Insumo-Producto de Leontief. Considerando a Y perturbada y X perturbada 2, entonces:

$$Det (I-A) \neq 0$$

La x es la variable dependiente correspondiente a la industria eléctrica, y es la variable independiente correspondiente a la demanda final, por lo que se pueden analizar los efectos multiplicadores en la demanda final debido a la Reforma Eléctrica y cómo afecta el subsector de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a los otros subsectores.

2. 2. Índices de Rasmussen

Dentro de los métodos existentes para identificar los sectores claves de una economía, esencialmente los que analizan el peso de cada sector de generar efectos de arrastre, tanto hacia adelante como hacia atrás, sin importar su tamaño, se cuenta con los denominados Índices de Rasmussen, los cuales tienen la característica de contar con una aplicación extensa,

dado que proporcionan un primer acercamiento muy apropiado en el análisis de la estructura de una economía real (Núñez y Romero, 2016). La capacidad de originar impactos de arrastre hacia atrás corresponde a la magnitud que un incremento presentado en el sector j origina en los demás sectores; y la capacidad de originar impactos hacia adelante se identifica como la magnitud en que el sistema económico pesa sobre la industria i , es decir la medida en que la industria i es afectada por un aumento en el sistema económico (Parra y Pino, 2008). Como vimos con anterioridad, la forma general del modelo de Leontief está dada por la ecuación (17):

$$\mathbf{x} = \mathbf{L}\mathbf{y}$$

En donde \mathbf{x} representa el vector de producto total para cada sector de la economía, $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ es la matriz de multiplicadores (inversa de Leontief) y \mathbf{y} es el vector de demandas finales.

Cada valor en cada sector (columna) de \mathbf{L} se explica cómo el efecto de un incremento unitario exógeno correspondiente a ese sector sobre el producto de cada sector productivo, de manera tal que la suma de la columna equivale al efecto multiplicador total. Es decir, los índices de Rasmussen relacionan comparativamente el efecto en cada sector con el efecto medio de todos los sectores, tanto por arrastre (columna) como por dispersión (fila); por lo que si el impacto de un sector es superior a la media, su índice será mayor que uno (Núñez y Romero, 2016). Dicho de otro modo, por columna, el índice de arrastre o de impacto, se define como:

$$\text{Índice de arrastre} = \mathbf{U}_j = \frac{\bar{m}_j}{\frac{1}{n} \sum m_j} \quad (18)$$

Donde $ij = 1, \dots, n$, n es el número de sectores productivos, y \bar{m}_j es el impacto medio del sector o cuenta j sobre los demás sectores. Del mismo modo, por fila el índice de dispersión se define como:

$$\text{Índice de dispersión} = \mathbf{U}_j = \frac{\bar{m}_j}{\frac{1}{n} \sum m_j} \quad (19)$$

Donde: $ij = 1, \dots, n$, n es el número de sectores productivos; y \bar{m}_i es el impacto medio del sector o cuenta i sobre los demás sectores.

2.3. El modelo de precios en datos monetarios

Es bien conocido que la versión dual del modelo regular de insumo-producto se aplica en la simulación de procesos inflacionarios de empuje de costos. Por supuesto, esta versión de doble precio del Modelo Leontief se basa en los mismos supuestos estrictos y estándares de la versión cuantitativa y en algunas suposiciones adicionales que se hacen para la versión de precio (Oosterhaven, 1996).

En la versión cuantitativa del modelo de Leontief, la expresión matemática en que se basa el desarrollo del modelo considera los elementos de la matriz insumo-producto expresados en el renglón, es decir, los productos demandados por los sectores que constituye el conjunto económico, por lo que en dicho modelo se expresa un vector de demandas finales f_i o y_i , el cual origina el empuje del modelo, por esta razón comúnmente se denomina al modelo cuantitativo de Leontief como el modelo de empuje por el lado de la demanda, esto con el fin de diferenciarlo del modelo de precios (Chávez, 2017).

El estudio de la variación en la producción, originada por el cambio de una variable exógena, tal como la demanda final, se realiza a través de la versión cuantitativa del modelo de Leontief, o modelo de empuje por el lado de la demanda (Oosterhaven, 1996), en cuyo análisis se asume el supuesto de coeficientes técnicos constantes.

El modelo de precios permite conocer las variaciones en costos de los distintos bienes producidos en la economía como resultado de un incremento en los importes de los insumos primarios (Dietzenbacher, 1997), por ello, el modelo de precios también es conocido como el modelo de empuje por el lado de costos. Como ya se mencionó, el modelo de precios sigue la metodología aplicada por Leontief en el análisis insumo-producto y, por razones de simplicidad en su registro, las interrelaciones monetarias se organizan en este modelo suponiendo que todo el valor agregado está representado por la fuerza laboral, tal como se indica en el cuadro 4.

Como se mencionó anteriormente, las filas describen la distribución de la producción de un sector en toda la economía y las columnas expresan la composición de los insumos requeridos por una industria en particular para obtener su producción, es decir, los desembolsos totales en que incurre cada industria; entonces, cuando todos los insumos se contabilizan en los sectores de procesamiento y pagos, la suma total de la columna (desembolsos totales) es igual a la suma total de la fila (produc-

Cuadro 4
Transacciones en términos monetarios

| | Sectores | | | | Demanda final | Producción total | |
|----------------|----------|-----|----------|-----|---------------|------------------|-----------|
| | 1 | ... | j | ... | | | n |
| Sectores | | | | | | | |
| 1 | z_{11} | ... | z_{j1} | ... | z_{1n} | y_1 | x_1 |
| 2 | z_{21} | ... | z_{2j} | ... | z_{2n} | y_2 | x_2 |
| ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| n | z_{n1} | ... | z_{nj} | ... | z_{nn} | y_n | x_n |
| Fuerza laboral | v_1 | ... | v_j | ... | v_{nn} | y_{n+1} | x_{n+1} |

Fuente: Miller y Blair, 2009.

ción total), por lo tanto, la suma total de cada columna en el cuadro 4 corresponde a:

$$x_j = \sum_{i=1}^n z_{ij} + v_j \tag{20}$$

O:

$$x' = i'z + v \tag{21}$$

Donde, como anteriormente se explicó y siguiendo la metodología del Modelo de Leontief, x' representa el vector renglón correspondiente a la producción total de cada sector, i' un vector columna de números uno (de una dimensión apropiada, aquí n), Z es la matriz de intercambio entre sectores o matriz intermedia, y $v' = [v_1, \dots, v_n]$ es el vector de los gastos totales de valor agregado por cada sector.

Se recuerda, de la ecuación (10), que $Z = A\hat{x}$, entonces la ecuación (21) queda:

$$x' = i' A \hat{x} + v \tag{22}$$

por lo que se requiere encontrar un matriz \hat{x}^{-1} inversa que multiplicada por x' de la unidad (identidad), es decir postmultiplicando los dos términos de la ecuación (22) por \hat{x}^{-1} , se tiene:

$$\mathbf{x}'\hat{\mathbf{x}}^{-1} = \mathbf{i}'\mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}\hat{\mathbf{x}}^{-1} + \mathbf{v}'\hat{\mathbf{x}}^{-1} \quad (23)$$

o:

$$\mathbf{i}' = \mathbf{i}'\mathbf{A} + \mathbf{v}'_c \quad (24)$$

Dónde:

$$\mathbf{v}'_c = \mathbf{v}'\mathbf{x}^{-1} = [v_1/x_1 \dots v_n/x_n] \quad (25)$$

El lado derecho de (24) es el costo de insumos por unidad de producto. Los precios de producción se igualan al costo total de producción (en el caso general, esto incluirá una asignación con fines de lucro y otros insumos primarios en \mathbf{v}' y por lo tanto en \mathbf{v}'_c), entonces cada precio es igual a 1, lado izquierdo de la ecuación (24). Lo anterior ilustra las unidades de medida únicas en la tabla del año base: cantidades que se pueden comprar por \$1.00.

Ahora, siguiendo la lógica del modelo de cantidades de Leontief (empuje de la demanda), si expresamos los precios índices del año base como $\tilde{\mathbf{p}}_j$, entonces $\tilde{\mathbf{p}}' = [\tilde{p}_1 \dots \tilde{p}_n]$, y atendiendo la ecuación (11), el modelo de precios de insumo-producto está dado por:

$$\tilde{\mathbf{p}}' = \tilde{\mathbf{p}}'\mathbf{A} + \mathbf{v}'_c \quad (26)$$

Lo que de acuerdo con la ecuación (13) lleva a que $\tilde{\mathbf{p}}'(\mathbf{I} - \mathbf{A}) = \mathbf{v}'_c$ y por lo tanto:

$$= \mathbf{v}'_c (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{v}'_c \mathbf{L} \quad (27)$$

Frecuentemente, el modelo se traspone y se expresa en términos de vectores de columna en lugar de vectores de fila.

En este caso:

$$\tilde{\mathbf{p}}' = (\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{v}_c = \mathbf{L}'\mathbf{v}_c \quad (28)$$

Se puede demostrar que, dado $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} - \mathbf{L}$, entonces $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} - \mathbf{L}'$

De la ecuación (27), los precios de índice están determinados por los valores exógenos (costos) de insumos primarios. Por lo que para un modelo de dos sectores:

$$\tilde{p}_1 = l_{11} v_{c1} + l_{21} v_{c2}$$

$$\tilde{p}_2 = l_{12} v_{c1} + l_{22} v_{c2}$$

La lógica es que los cambios en los precios de los insumos labores (o más generalmente, los precios primarios de los insumos) llevan cambios en los costos unitarios sectoriales (y por lo tanto en los precios de producción, no en las cantidades de producción) a través de las recetas de producción fijas en A , y por lo tanto en L y L' . Por ejemplo, los aumentos de costos se transfieren completamente a medida que se incrementa el precio de los insumos intermedios a todos los compradores, quienes a su vez transfieren estos incrementos al aumentar sus precios de producción en consecuencia, etc.

A diferencia del Modelo de Insumo-Producto de Leontief, conocido como el modelo de empuje, el modelo de precios en (27) y (28) es mejor conocido como el Modelo de Insumo-Producto de empuje de costos (Dietzenbacher, 1997, Oosterhaven, 1996), en el cual las cantidades se mantienen fijas y los precios se modifican de acuerdo a las condiciones presentes o a los supuestos considerados.

3. Base de datos y resultados

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) presenta la Matriz de Insumo Producto cada cinco años publicada por año base; el 31 de octubre de 2017 presentó una actualización del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) derivado del Cambio de Año Base a 2013, en función de los Lineamientos para el Ciclo de Actualización de la Información Económica, publicados en julio 2015, por lo que en esta investigación utilizamos esta matriz insumo-producto.

Para la realización del presente trabajo se tomó como base de datos la matriz simétrica de insumo-producto, producto a producto, economía total, origen doméstico e importado, a precios básicos de 2013 para 79 subsectores, publicada por el Inegi, según la cual la producción correspondiente al subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica representa 1.31% del total; el producto interno bruto corresponde a 1.13% del total nacional; en importancia de empleo ocupa el lugar 44 con 97,054 puestos de trabajo, que representan 0.27% del total; y en cuanto a remuneración de asalariados ocupa el lugar 20 con \$46,342.11 millones de pesos, equivalentes a 1.02% del monto total.

3.1. Análisis estadístico descriptivo de la industria eléctrica

Con la finalidad de conocer a detalle la estructura económica del subsector que se está estudiando es indispensable realizar un análisis estadístico descriptivo de éste, por lo que elaborar una tabla de los insumos (o consumos que toma de cada subsector) del subsector Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, identificado con el código 211 del SCIAN, nos permitirá obtener la importancia relativa de los insumos y por tanto las magnitudes de los encadenamientos hacia atrás, así como lo correspondiente a generación de empleo. El cuadro 5 presenta esta información.

Los 10 principales subsectores de los cuales se provee la generación de electricidad, representan el 91.85% del total de insumos que requiere; el mayor porcentaje corresponde al subsector 324 Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón con 46.05%, lo cual se explica por las

Cuadro 5
Insumos para la Generación, transmisión
y distribución de energía eléctrica
(millones de pesos de 2013, a precios básicos)

| <i>Núm.</i> | <i>Código SCIAN</i> | <i>Subsector</i> | <i>Monto</i> | <i>Porcentaje</i> |
|-------------|-------------------------|--|--------------|-------------------|
| 1 | 324 | Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón | 82,496,779 | 46.05% |
| 2 | 325 | Industria química | 25,923.949 | 14.47% |
| 3 | 335 | Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos... | 16,715,085 | 9.33% |
| 4 | 212 | Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas | 13,323,771 | 7.44% |
| 5 | 431 | Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 12,427,325 | 6.94% |
| 6 | 484 | Autotransporte de carga | 2,949,752 | 1.65% |
| 7 | 541 | Servicios profesionales, científicos y técnicos | 2,945,092 | 1.64% |
| 8 | 461 | Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 2,743,212 | 1.53% |
| 9 | 561 | Servicios de apoyo a los negocios | 2,539,884 | 1.42% |
| 10 | 238 | Trabajos especializados para la construcción | 2,465.597 | 1.38% |
| | | | Subtotal | 91.85% |

Fuente: elaboración propia con base en la MIP de México 2013 (Inegi, 2017).

principales fuentes de generación que conforman la industria eléctrica nacional, en las cuales prevalece el uso de gas natural, combustóleo y carbón.

De igual forma, la elaboración de un cuadro con el modo en que se distribuye (consume) la electricidad por parte de los subsectores productivos nos permite identificar la importancia relativa de la utilización de la energía eléctrica, así como la magnitud de la dispersión. El cuadro 6 muestra la distribución de la energía eléctrica, hacia los 16 principales subsectores que la consumen.

Cuadro 6
Distribución de la energía eléctrica
(millones de pesos de 2013, a precios básicos)

| <i>Núm.</i> | <i>Código SCIAN</i> | <i>Subsector</i> | <i>Monto</i> | <i>Porcentaje</i> |
|-------------|-------------------------|--|--------------|-------------------|
| 1 | 461 | Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 29,322,635 | 10.35% |
| 2 | 311 | Industria alimentaria | 23,311,831 | 8.23% |
| 3 | 327 | Fabricación de productos a base de minerales no metálicos | 17,591,178 | 6.21% |
| 4 | 222 | Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final | 16,929,603 | 5.97% |
| 5 | 331 | Industrias metálicas básicas | 15,069,998 | 5.32% |
| 6 | 931 | Actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia | 13,352,441 | 4.71% |
| 7 | 336 | Fabricación de equipo de transporte | 13,132,050 | 4.63% |
| 8 | 212 | Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas | 11,405,036 | 4.02% |
| 9 | 326 | Industria del plástico y del hule | 10,892,679 | 3.84% |
| 10 | 332 | Fabricación de productos metálicos | 9,629,321 | 3.40% |
| 11 | 325 | Industria química | 8,366,669 | 2.95% |
| 12 | 611 | Servicios educativos | 8,085,265 | 2.85% |
| 13 | 431 | Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 6,774,388 | 2.39% |
| 14 | 334 | Fabricación de equipo de computación, comunicación y medición y de otros equipos... | 6,340,890 | 2.24% |
| 15 | 335 | Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos, y equipo de generación de energía eléctrica... | 5,782,485 | 2.04% |
| 16 | 111 | Agricultura | 5,713,938 | 2.02% |
| | | Subtotal | | 71.17% |

Fuente: elaboración propia con base en la MIP de México para 2013 (Inegi, 2017).

A diferencia de los 47 subsectores que abastecen al subsector 221, los subsectores que demandan el suministro de energía eléctrica son 78, es decir todos aquellos que están dedicados a la producción de bienes y servicios en la economía de México. Sobresale el subsector 426 correspondiente a Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco con un consumo de \$29,322,635 millones de pesos a precios básicos de 2013 que corresponden a 10.34% de la demanda de energía eléctrica, los subsectores del dos al 16 consumen, cada uno, un porcentaje de más de 2% del total de la demanda de energía eléctrica.

3.2. Obtención de los índices de Rasmussen

Siguiendo la metodología expuesta en la sección anterior, en el cuadro 7 se presentan los índices de Rasmussen para los subsectores clave de la economía, es decir, todos aquellos cuyos índices son ambos mayores que uno, y que por tanto tienen efectos de arrastre y de dispersión superiores a la media, dentro de los cuales se presenta el subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Cuadro 7
Sectores claves de la MIP 2013 doméstica por tipo de actividad de la economía de México

| <i>Núm.</i> | <i>Subsector</i> | <i>Índice de arrastre</i> | <i>Índice de dispersión</i> |
|-------------|--|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | 324 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón | 1.4112 | 2.7041 |
| 2 | 331 - Industrias metálicas básicas | 1.2152 | 1.3395 |
| 3 | 311 - Industria alimentaria | 1.2212 | 1.2133 |
| 4 | 325 - Industria química | 1.0934 | 2.2664 |
| 5 | 322 - Industria del papel | 1.1443 | 1.1916 |
| 6 | 221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 1.0539 | 1.7597 |
| 7 | 313 - Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles | 1.1320 | 1.0017 |

Fuente: elaboración propia con base en la MIP de México 2013 (Inegi, 2017).

De acuerdo con el análisis realizado, el índice de dispersión de la industria eléctrica es de mayor significado que el índice de arrastre, es decir que este subsector es más estratégico que impulsor, resultado que concuerda con el análisis descriptivo estadístico antes mencionado, por lo que se puede asegurar que la electricidad es un factor fundamental en la economía de

México. Si bien es cierto, su participación en cuanto al total de la producción, al producto interno bruto, empleo y remuneración de asalariados no son de gran repercusión, su gran relevancia como subsector estratégico, al contar con una amplia capacidad de proveer su servicio al resto de la economía, implica un alto encadenamiento hacia adelante.

Se observa que dentro de los sectores de mayor integración con los otros sectores del conjunto económico, uno de los principales subsectores clave de la economía de México es el 324, Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, por lo que se puede decir que México tiene una economía basada en los combustibles fósiles; están luego los siguientes subsectores: 331, Industrias metálicas básicas y 311, Industria alimentaria; y la industria de nuestro interés, el subsector 221, Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica entre los siete subsectores clave de la economía nacional.

3.3. Aplicación del modelo de precios en un incremento de precios en la electricidad en México

Para aplicar el modelo de precios, a partir de la matriz insumo-producto que estamos utilizando, agregamos en un solo renglón los elementos de la matriz que no pertenecen a los insumos producidos directamente por los subsectores de la economía, es decir, se sumaron los renglones correspondientes a Importaciones de bienes y servicios, Impuestos sobre los productos netos y Valor agregado para cada subsector (columna) de la economía de México.

El siguiente paso es, a partir de esta matriz, obtener los coeficientes técnicos para cada elemento, y con ello la matriz transpuesta correspondiente, donde la última columna expresa los datos referentes al renglón agregado antes definido. Considerando únicamente los coeficientes técnicos de la matriz de intercambios entre los 79 subsectores de la economía nacional se calcula la matriz de multiplicadores como antes vimos.

Ahora, para analizar el impacto potencial de un incremento en los precios del subsector que estamos estudiando: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, consideramos un aumento de 30% en los costos de los insumos no producidos, el cual puede deberse a un incremento en los precios de sus importaciones, en los impuestos, en la fuerza laboral, en el capital, o una combinación de ellos. Considerando este incremento en el renglón del subsector en cuestión, obtenemos el impacto sobre este incremento en cada uno de los subsectores de la economía nacional, resultados que se presentan en el cuadro 8.

Como puede observarse, lógicamente el mayor impacto se presenta en el propio subsector 221, Generación, transmisión y distribución de

Cuadro 8
Impacto de un incremento de 30% en precios de insumos no producidos para Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica sobre los precios de los subsectores productivos de la economía

| <i>Núm.</i> | <i>Subsector</i> | <i>Porcentaje</i> |
|-------------|---|-------------------|
| 1 | 221 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 20.41% |
| 2 | 222 - Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final | 3.98% |
| 3 | 327 - Fabricación de productos a base de minerales no metálicos | 2.00% |
| 4 | 313 - Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles | 1.32% |
| 5 | 212 - Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas | 0.95% |
| 6 | 326 - Industria del plástico y del hule | 0.91% |
| 7 | 331 - Industrias metálicas básicas | 0.89% |
| 8 | 332 - Fabricación de productos metálicos | 0.87% |
| 9 | 323 - Impresión e industrias conexas | 0.77% |
| 10 | 337 - Fabricación de muebles, colchones y persianas | 0.73% |

Fuente: elaboración propia con base en la MIP de México 2013 (Inegi, 2017).

energía eléctrica con un 20.41% de incremento en los precios, seguido por los subsectores 222, Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final con 3.98%, 327, Fabricación de productos a base de minerales no metálicos con un 2.00% y 313, Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles con un 1.32%.

De los resultados completos obtenidos se desprende que el incremento de precios en el subsector 221 impacta a toda la economía nacional, debido a que prácticamente todos los sectores de la economía utilizan la electricidad como uno de sus insumos, lógicamente, también los subsectores que más incrementan sus precios son aquellos que utilizan electricidad con mayor intensidad.

Conclusiones

Como se indicó anteriormente, en la realización del presente trabajo se tomó como base de datos la matriz simétrica de insumo-producto, producto a producto, economía total, origen doméstico e importado, a precios básicos de 2013 para 79 subsectores publicada por el Inegi. Con base en esta

matriz se realizó un análisis descriptivo que muestra que el subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica se abastece de insumos provenientes de 47 subsectores, de los cuales el mayor porcentaje corresponde al subsector 324, Fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, con 46.05%, lo cual se debe a que en la generación de energía eléctrica prevalece la utilización de gas natural, combustóleo y carbón, esto, a su vez, demuestra una alta dependencia de los combustibles fósiles y sugiere la necesidad de establecer programas de generación de electricidad con fuentes alternativas de energía, sobre todo la de invertir en energías renovables, cuyos montos también generan efectos cadena hacia adelante y hacia atrás.

De igual modo, el análisis de la MIP 2013 indica que el subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica distribuye su producción a 78 de los 79 subsectores de la economía nacional, es decir, a todos aquellos que están dedicados a la producción de bienes y servicios en la economía de México. Sobresale el subsector Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco con un consumo de \$29,322,635 millones de pesos a precios básicos de 2013 que corresponden al 10.34% de la demanda de energía eléctrica.

Con la finalidad de determinar la relevancia de la industria eléctrica en el aparato productivo de México, se aplicaron los índices de Rasmussen para identificar los sectores claves de la economía, esencialmente el peso de cada sector para generar efectos multiplicadores, tanto hacia adelante como hacia atrás, dentro de los cuales se presenta el subsector Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Los resultados obtenidos determinan que el índice de dispersión de la industria eléctrica es más importante que el índice de arrastre, es decir, que este subsector provee más insumos al resto de la economía, por lo que en un crecimiento productivo podría significar un cuello de botella. Su capacidad de suministrar gran cantidad de insumos intermedios implica un alto encadenamiento hacia adelante.

Este impacto concuerda con el análisis descriptivo estadístico antes mencionado, por lo que se puede asegurar que la electricidad es un factor fundamental en la economía de México. Si bien es cierto, su participación en cuanto al total de la producción, al producto interno bruto, empleo y remuneración de asalariados no son de gran repercusión, su gran relevancia como subsector estratégico, al contar con una amplia capacidad de proveer su servicio al resto de la economía implica un alto encadenamiento hacia adelante.

Se determinó la existencia de siete subsectores clave, los cuales representan 16.71% de la producción de la economía total y 8.43% del producto interno bruto, entre ellos destaca el subsector Fabricación de

productos derivados del petróleo y el carbón, ratificando que la economía nacional tiene como sustento principal a los combustibles fósiles. El bajo porcentaje que representan estos siete subsectores clave indica que la economía de México necesita establecer políticas que impulsen el desarrollo y la mayor integración de subsectores importantes de la economía.

En lo correspondiente a un posible incremento en los precios de la energía eléctrica, a través del valor agregado, por ejemplo, se simuló un incremento de 30% y se calculó el impacto potencial en todos subsectores de la economía nacional, obviamente, el mayor impacto se observa en el propio subsector de la electricidad con un incremento del 20.41% en sus precios, y los subsectores con impactos mayores a 1% son Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final, Fabricación de productos a base de minerales no metálicos y Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.

Lógicamente, los subsectores que resienten más el impacto de un incremento en el precio de la electricidad son los más intensivos en este insumo, la importancia de contar con una cuantificación de dicho impacto es que aporta elementos para el diseño e implementación de estrategias destinadas a mejorar este subsector que es clave para la industria nacional.

Es indudable que la industria eléctrica en México tiene una alta relevancia, como se ha mostrado en el presente trabajo, y que a lo largo del tiempo ha sido una significativa fuente de empleos así como un elemento importante para el desarrollo económico. De acuerdo con la expectativa de una creciente demanda de energía eléctrica y a uno de los principales objetivos de la reforma energética —de promover mecanismos que cubran esta demanda de manera eficiente y con bajos costos— esta investigación señala como resultado que una mayor participación privada redundará en la incorporación de centrales de generación privadas, que demandarían menos mano de obra y que además sustituirían a las centrales de generación del Estado que se consideren “improductivas” o ineficientes, situación que generará mayor eficiencia pero indirectamente se traducirá en un incremento en el desempleo que sería necesario atender, posiblemente por otras vías, por ejemplo inversión en infraestructura básica.

En consideración del alto impacto que tiene la industria eléctrica como subsector estratégico, no se considera conveniente privilegiar la creación del mercado eléctrico mayorista mediante la inversión del sector privado, dado que la finalidad de la nueva Ley de la Industria Eléctrica es impulsar su desarrollo sustentable, garantizando su acción de forma continua, eficiente y confiable en provecho de los consumidores. Por lo que es de gran importancia la participación del Estado en nuevas inversiones en la industria eléctrica.

Por otra parte, de mantenerse la dependencia que se tiene de los precios y disponibilidad internacional del gas natural, que a principios de 2017 presentaron un incremento de 40%, es altamente probable que exista una tendencia de incrementos de los precios medios de la electricidad.

Fuentes consultadas

- Cámara, Ángeles, Mónica Flores y Patricia Fuentes (2011), “Análisis económico y medio ambiental del sector eléctrico en España”, *Estudios de Economía Aplicada*, núm. 29-2, Asociación Internacional de Economía Aplicada, Valladolid, España, pp. 493-514.
- Cardenete, Manuel y Pedro Fuentes (2009), *Análisis del sector energético español a través de un modelo de crecimiento sostenible*, Fundación EOI, Madrid, España.
- Chávez, Axel (2017), “Análisis multisectorial del incremento en las gasolinas y el diésel en la economía mexicana”, tesis de maestría, El Colegio de México, Ciudad de México, México.
- Cruz de la, Juan (2006), “Bases para el diseño de los mercados eléctricos”, documento de trabajo, núm. 36, Centro Europeo de Regulación Económica, Madrid, España.
- Dietzenbacher, Erik (1997), “In vindication of the gosh model: a reinterpretation as a price model”, *Journal of Regional Science*, 37 (4), The Regional Science Research Corporation, Malden, Massachusetts, Estados Unidos de América, pp. 629-651.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*) (2014), “Dereto por el que se expiden la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley de Energía Geotérmica y se adicionan y reforman diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales”, *Diario Oficial de la Federación*, 11 de agosto, Ciudad de México, México, p. 1.
- Figuroa, Carlos (2015), “Identificación de los sectores clave de la economía mexicana”, *Investigación y Ciencia*, 23 (65), Universidad de Aguascalientes, Aguascalientes, México, pp. 5-12.
- García, Guillermo (2018), “La regulación, factor esencial en un mercado liberalizado”, *Energía a debate*, núm. 85, Mundi Comunicaciones

S. A. de C. V., Ciudad de México, México, <<https://www.energiaadebate.com/blog/3107/>>, 5 de junio de 2018.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017), “Matriz de Insumo Producto 2013”, Inegi, Aguascalientes, México, <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/mip13/default.aspx>>, 2 de noviembre de 2017.

Irastorza Verónica y Jorge Montalvo (2018), “Evolución del mercado eléctrico mayorista mexicano”, *Energía a debate*, núm. 85, Mundi Comunicaciones S. A. de C. V., Ciudad de México, <<https://www.energiaadebate.com/blog/3111/>>, 5 de junio de 2018.

KPMG (2014), “Reforma Energética. La nueva realidad en México”, KPMG, Ciudad de México, México, <<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/Reforma-Energetica-140415.pdf>>, 2 de febrero de 2016.

Leontief, Wassily (1993), *Análisis económico input-output*, Printer Industria Gráfica, S. A., Madrid, España.

Miller, Ronald y Peter Blair (2009), *Input-output analysis foundations and extensions*, Cambrigde-Cambrigde Second Edi., Cambrigde, Londres.

Núñez, Gaspar y José Romero (2016), “Contabilidad insumo-producto y un análisis comparativo-estructural de la economía mexicana”, documento de trabajo, núm. V-2016, El Colegio de México, Ciudad de México, México.

Oosterhaven, Jan (1996), “Leontief versus ghoshian price and quantity models”, *Southern Economic Journal*, 62 (3), Southern Economic Association, Groningen, Países Bajos, pp. 750-759.

Parra, Juan y Osvaldo Pino (2008), “Obtención de una matriz insumo-producto a 20 sectores y análisis de los encadenamientos productivos para la región del Bío-Bío, base 2003”, *Horizontes Empresariales*, 7 (1), Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ciencias Empresariales, Departamento de Economía y Finanzas, Concepción, Chile, pp. 9-25.

Sener (Secretaría de Energía), (2016), “Prospectiva del sector eléctrico 2016-2030”, Secretaría de Energía, Ciudad de México, México, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177626/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2016-2030.pdf>, 23 de marzo de 2017.

Sener (Secretaría de Energía) (2017), “Prospectiva del sector eléctrico 2017-2031”, Secretaría de Energía, Ciudad de México, México, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2017.pdf>, 5 de junio de 2018.

Shields, David (2018), “El futuro de la electricidad”, *Energía a debate*, núm. 85, Mundi Comunicaciones S. A. de C. V., Ciudad de México, <<https://www.energiaadebate.com/blog/3103/>>, 5 de junio de 2018.

Zendejas, Fernando (2018), “La Reforma Energética brinda nuevas perspectivas al sector eléctrico”, *Energía a debate*, núm. 85, Mundi Comunicaciones S. A. de C. V., Ciudad de México, <<https://www.energiaadebate.com/blog/3105/>>, 5 de junio de 2018.

Recibido: 31 de marzo de 2018.

Revisado: 22 de mayo de 2018.

Aceptado: 10 de julio de 2018.

Jaime Mario Edmundo Vaca Serrano. Maestro en Administración con especialidad en Finanzas por la Universidad Vasco de Quiroga, México. Actualmente estudia el doctorado en Administración en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Su línea de investigación es análisis estructural multisectorial efectos multiplicadores en la economía. Entre sus más recientes investigaciones destacan: “Gestión del desempeño empresarial: enfoque actual y estado del arte”, VI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática Administrativa, Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 26 y 27 de noviembre, Morelia, México (2015), “Competitividad y Sustentabilidad Empresarial”, VI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática Administrativa, Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 26 y 27 de noviembre, Morelia, México (2015), “Matriz de contabilidad social y un análisis del mercado eléctrico mayorista

en México estado del arte y diseño metodológico”, VIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática Administrativa, Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 23 y 24 de noviembre, Morelia, México (2017), “Gestión de las Organizaciones en Tiempos de Inestabilidad Económica Internacional”, VIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática Administrativa, Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 23 y 24 de noviembre, Morelia, México (2017) y “Propuesta de análisis económico de la industria eléctrica en México”, 5° Magno Coloquio de Posgrado en Economía, Instituto Politécnico Nacional, 27-29 de noviembre, Ciudad de México, México (2017).

Antonio Kido Cruz. Doctor en Ciencias con especialidad en Economía Agrícola y Recursos Naturales por la Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos de América. Actualmente es profesor-investigador de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del nivel I. Su línea de investigación es: desarrollo económico. Entre sus más recientes publicaciones destacan: “La satisfacción del comensal como elemento clave del binomio gastronomía-turismo en Tijuana”, *Estudios Sociales*, 28 (51), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sonora, México (2018) y *Ensayos sobre Economía y Turismo*, Editorial ECOFARN, Morelia, México (2018).

Gaspar Núñez Rodríguez, Doctor en Economía por la Universidad de Autónoma de Barcelona. Actualmente se desempeña como investigador en el Centro de Estudios Económicos del Colegio de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I, sus líneas de investigación son: análisis estructural y el equilibrio general aplicado. Entre sus más recientes publicaciones destacan: “Matriz de Contabilidad Social y Análisis de Sectores Productivos en México 2003”, *Contaduría y Administración*, 63 (1), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México (2018), en coautoría “Análisis Estructural de la Economía Mexicana para el año 2008”, *Ensayos Revista de Economía*, XXXV (1), Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 1-38 (2016), “Modelo de Equilibrio General Aplicado de México y Análisis de Impuestos a Extracción de Hidrocarburos”, *Ensayos Revista de Economía*, XXXIV (1), Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 35-74 (2015), *Efectos económicos de políticas sociales y energéticas en México. Dos estudios de caso con una matriz de contabilidad social y un modelo de equilibrio general aplicado*, El Colegio de México-Centro de

Estudios Económicos, Ciudad de México, México (2016), “La economía mexicana: pasado, presente y la necesidad de un cambio estructural”, en Pedro Salazar Ugarte, Arturo Oropeza García, José Antonio Romero Tellaache (coords.), *México 2018 - La responsabilidad del porvenir*, El Colegio de México-Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico A.C., Ciudad de México, México, pp. 47-76 (2018) y “Análisis Comparativo-Estructural de la Economía Mexicana, respecto a 2 de los países de la Alianza del Pacífico (Chile y Colombia), más Argentina, Brasil y Corea”, en Arturo Oropeza García y Alicia Puyana Mutis (coord.), *La Alianza del Pacífico. Relevancia industrial y perspectivas en el nuevo orden global*, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México pp. 85-130 (2017).