



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA
del Estado de Chile

ISSN 0719-0891

Volumen 11 · Número 2 · diciembre 2017

REVISTA CHILENA DE ECONOMÍA Y SOCIEDAD

ARTÍCULOS

Eficiencia energética en el sistema de transporte público masivo de Bogotá

Modelos multivariados dinámicos para la acción Rio Tinto Limited. Optimización utilizando fuerza bruta computacional

Lecciones de los fracasos del modelo extractivista chileno

Factores de productividad y competitividad en redes empresariales de los sectores financiero, hotelero y de carga de la zona de el dorado, Bogotá D.C.

Nota técnica: Banco Mundial, ajustes estructurales y escuela de los Chicago boys

ISSN 0718-3933

Volumen 11 · Número 2 · diciembre 2017

REVISTA CHILENA DE ECONOMÍA Y SOCIEDAD



11

© UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

Casilla 9845 Santiago de Chile

Derechos Reservados

I.S.S.N.: 0718-3933

Volumen 11, n.º 2, diciembre 2017

• REPRESENTANTE LEGAL

Luis Pinto Faverio, Rector

• DIRECTOR

Enrique Maturana Lizardi, Decano

Facultad de Administración y Economía

• CONSEJO EDITORIAL

Dr.(PhD) Nikolaos Georgantzis. Special Research Chair Globe
y Departamento de Teoría e Historia Económica, Universidad de Granada (España)

Dr. Fernando Ochoa. PhD. Harvard University (Chile)

• EDITOR JEFE

Claudio Molina Mac-Kay

Facultad de Administración y Economía

• COMITÉ EDITORIAL

- Roberto Contreras M. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile
- Jorge Libuy García. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile
- Héctor Gómez F. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile
- Luis Valenzuela S. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile
- Raúl Cornejo R. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile
- Dr. Sergio A. Berumen, Dr. en Economía Universidad Complutense de Madrid y
Doctor en Ciencias Políticas y Sociología Universidad Pontificia de Salamanca.
Real Academia de Ciencias Morales y Políticas. España.

• DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y CORRECCIÓN DE TEXTOS

Vicerrectoría de Transferencia Tecnológica y Extensión / Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana

Revista Chilena de Economía y Sociedad

MR. 783786. INAPI

Global Brand Data Base-OMPI

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL EN CUALQUIER FORMA Y POR CUALQUIER MEDIO.

LAS IDEAS Y OPINIONES CONTENIDAS EN ESTA REVISTA SON DE RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL AUTOR

Y NO EXPRESAN NECESARIAMENTE EL PUNTO DE VISTA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.



UTEM

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA

del Estado de Chile

REVISTA CHILENA DE ECONOMÍA Y SOCIEDAD



EDICIONES UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA METROPOLITANA

Santiago de Chile, junio 2017

REVISTA CHILENA DE ECONOMÍA Y SOCIEDAD
Volumen 11, n.º 2, diciembre 2017

Revista Chilena de Economía y Sociedad es una publicación semestral de la Facultad de Administración y Economía de la Universidad Tecnológica Metropolitana

SECRETARIA DE FACULTAD - FAE

Casilla 9845, Santiago de Chile

Fono: (56-2) 787 7930 - 787 7931

Fax: (56-2) 235 5812

e-mail:

sec.decanato.fae@utem.cl

rches@utem.cl

c.molina.mac.kay@gmail.com

MISIÓN:

Promover una visión conceptual e integrada de la sociedad, apoyando la generación de líneas de investigación, a través de la publicación de artículos en el ámbito de las ciencias sociales.

OBJETIVO Y COBERTURA TEMÁTICA:

La Revista Chilena de Economía y Sociedad es una revista científico-técnica destinada a publicar artículos y los resultados de investigaciones teóricas y aplicadas en el área de las Ciencias Económicas y Administrativas y su relación con otras disciplinas del conocimiento.

Revista Chilena de Economía y Sociedad es una publicación semestral de la Facultad de Administración y Economía de la Universidad Tecnológica Metropolitana. Sus artículos están indizados e integrados en la base de datos Academic Search Complete de EBSCO Information Services y Google Scholar. Está registrada en el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX) y UlrichsWeb Global Serials Directory.

SUMARIO

PRESENTACIÓN

página 11 Enrique Maturana Lizardi

ARTÍCULOS

página 12 Eficiencia energética en el sistema de transporte público masivo de Bogotá
Ricardo Andrés Pulido Castillo | Andrés Felipe Acosta Zapata | María del Pilar Sánchez Muñoz

página 27 Modelos multivariados dinámicos para la acción *Rio Tinto Limited*. Optimización utilizando fuerza bruta computacional
Parisi Fernández, A. A. | Améstica Rivas, L. R. | Lobos Robles, F. I.

página 39 Lecciones de los fracasos del modelo extractivista chileno
René Fernández Montt | Sebastián Arriaza Barriga

página 50 Factores de productividad y competitividad en redes empresariales de los sectores financiero, hotelero y de carga de la zona de el dorado, Bogotá D.C.
Jan Leonard Hernández Tinoco | Nohra Milena López Sánchez

página 65 Nota técnica
Banco Mundial, ajustes estructurales y escuela de los *Chicago boys*
Roberto Acevedo | Bernardo Javalquinto



PRESENTACIÓN

La Facultad de Administración y Economía, de la Universidad Tecnológica Metropolitana, del Estado de Chile, se complace en presentar a la comunidad el Volumen 11, Número 2 (diciembre 2017), de la Revista Chilena de Economía y Sociedad. Como en anteriores ocasiones, este nuevo número aspira a continuar siendo un medio de vinculación con su entorno y un espacio necesario para generar la debida reflexión y discusión académica acerca de temas relevantes para nuestra sociedad, desde una perspectiva económica y social.

El primer artículo aborda el tema “Eficiencia energética en el sistema de transporte público masivo de Bogotá”, a cargo de los economistas Ricardo A. Pulido C. y Andrés F. Acosta Z., y guiados por la investigadora María del Pilar Sánchez M., todos de la Universidad de La Salle. Su objetivo es analizar el uso de la energía en el sector de transporte público de la ciudad de Bogotá (TransMilenio y SITP) entre 2012-2015. Se concluye que existe una relación directa entre la eficiencia energética y el consumo de energía por parte de los sistemas de transporte público en dicha ciudad, razón por la cual se verifica la presencia de la Paradoja de Jevans (efecto rebote) y la ineficacia de promover el uso racional y eficiente de la energía.

Un segundo artículo expone “Modelos multivariados dinámicos para la acción Rio Tinto Limited. Optimización utilizando fuerza bruta computacional”, de los académicos A. Parisi Fernández, F. Lobos Robles y L. Améstica Rivas, los dos primeros de la Universidad Adventista de Chile y, el tercero, de la Universidad del Bío Bío. Se evalúa la eficacia de los modelos multivariados dinámicos optimizados con fuerza bruta computacional para la acción Rio Tinto Limited, tomando como variable exógena el índice bursátil Dow Jones. Aún cuando se trata de un estudio exploratorio, los autores concluyen que el modelo puede ser útil para tomadores de decisiones o inversionistas de este sector.

A continuación, se presenta el artículo “Lecciones de los fracasos del modelo extractivista chileno”, de los docentes René Fernández M., de la Universidad de Santiago de Chile, y Sebastián Arriaza B., de la Universidad Tecnológica Metropolitana. Los autores señalan que la historia del último siglo ha sido señal inequívoca de la debilidad del modelo extractivista en Chile, mencionando los casos del salitre, del carbón y, actualmente, el del cobre, este último denominado “sueldo de Chile”. Concluyen que es posible continuar jugando fichas a nuevos minerales, como el litio e incluso el molibdeno, pero complementariamente hay que realizar cambios en el modelo que permitan nuevas formas de desarrollo local.

El cuarto, y último artículo, está referido a “Factores de productividad y competitividad en redes empresariales de los sectores financiero, hotelero y de carga de la zona de El Dorado, Bogotá”, de los docentes Jan L. Hernández T. (Universidad EAN) y Nohra M. López S. (Universidad Católica de Colombia). El trabajo intenta responder la pregunta: ¿cómo influyen las redes empresariales en el mejoramiento de la productividad y la competitividad de las empresas ubicadas en la zona de El Dorado, Bogotá?, enfocándose en los sectores financiero, hotelero y de carga. Se identificó como principal resultado que, a partir del establecimiento de los lazos más débiles de la red, sumado a los indicadores más altos de cercanía entre las empresas, se obtiene una mayor conexión de información y una mejor conectividad de la red empresarial y, por lo tanto, un aumento en su productividad y competitividad.

A continuación, los profesores Roberto Acevedo y Bernardo Javalquinto aportan una nota técnica, con lo cual finaliza esta edición.

Enrique Maturana Lizardi

Decano

Facultad de Administración y Economía

Universidad Tecnológica Metropolitana

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO DE BOGOTÁ*

ENERGY EFFICIENCY IN BOGOTA'S PUBLIC TRANSPORT

Ricardo Andrés Pulido Castillo** | Andrés Felipe Acosta Zapata*** | María del Pilar Sánchez Muñoz****

RESUMEN

Para garantizar un desarrollo sostenible se debe alcanzar crecimiento económico, reducción de las desigualdades y preservación del medio ambiente; el uso eficiente de los recursos energéticos aporta en esta vía. Este documento tiene como objetivo analizar el uso de la energía en el sector de transporte público de la ciudad de Bogotá (TransMilenio y Sistema Integrado de Transporte Público, SITP) entre 2012 y 2015, a partir de la presencia o no de la *Paradoja de Jevons* (efecto rebote), teniendo en cuenta cambios tecnológicos, a nivel de motores, y una mejora en el servicio. La metodología utilizada consiste en determinar el efecto rebote por medio de un modelo Log-Log en segundas diferencias para

estimar la elasticidad de la eficiencia energética, el efecto renta y sustitución con respecto a cambios en el coeficiente del precio de la energía (West Texas Intermediate) a la luz de la teoría. Se concluye que existe una relación directa entre la eficiencia energética y el consumo de energía por parte de los sistemas de transporte público en la ciudad, razón por la cual, se verifica la existencia de la *Paradoja de Jevons* y la ineficacia de la política pública de promover el uso racional y eficiente de la energía

Palabras Clave: Energía, Transporte, Cambio tecnológico.

JEL Code: L91, N76, Q48

* El artículo es el resultado del trabajo de monografía "Eficiencia energética en el sistema de transporte público masivo de Bogotá", realizado por Ricardo Andrés Pulido y Andrés Felipe Acosta para optar al título de *Economista*. Este trabajo fue dirigido por María del Pilar Sánchez Muñoz.

** Economista. Universidad de La Salle. Información de contacto: (+57) 320 4 15 37 57. Bogotá, Colombia. rapulido@outlook.es

*** Economista. Universidad de La Salle. Información de contacto: (+57) 310 2 48 47 89. Bogotá, Colombia. aacosta41@unisalle.edu.co

**** Candidata a Doctora en Desarrollo Sostenible, Magíster en Economía, Economista. Docente de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad de Manizales y de la Escuela de Administración de la Universidad del Rosario. Investigadora del Grupo Economía y Desarrollo Humano de la Universidad de La Salle. Información de contacto: madpilarsanchez@gmail.com. (+57) 315 7 97 29 68.

Fecha de recepción: 31 de octubre de 2017

Fecha de aceptación: 17 de noviembre de 2017

ABSTRACT

To guarantee sustainable development, an economic growth needs to be achieved, social inequalities must reduce, and the environment requires a balance for its preservation; so the efficient use of energetic resources can contribute to the attainment of all these prerequisites. This document aims to analyze the usage of the energy in Bogota's public transportation (TransMilenio and Sistema Integrado de Transporte Público, SITP). This study will be focused on analyzing the presence of the Jevons Paradox between the years 2012 and 2015, taking into account the technological changes in the motors of their vehicles, and an improvement of the service achieved due to these updates. The chosen methodology will be to determine the rebound effect through a Log-Log model on second differences, so as to estimate the elasticity of the energetic efficiency, the rent, and the substitution effect based on the changes in the energy's price coefficient West Texas Intermediate. As a conclusion, this document has proved that there is a direct relation between the energetic efficiency and the energy consumption done by Bogota's system of public transport. To sum up, this is how the existence of the Jevons Paradox is verified, and demonstrates a certain inefficacy of the public policy in the promotion of a rational use of energy.

Key words: Energy, Transport, Technological Change.

JEL Code: L91, N76, Q48

INTRODUCCIÓN

Los cambios presentados en la prestación del sistema de transporte público masivo de Bogotá han tenido, entre otros objetivos, la búsqueda de la eficiencia energética, la cual permite mitigar los efectos ambientales causados por la contaminación emitida por los combustibles fósiles, sin afectar la movilidad.

Esta investigación se enfoca en el uso de los recursos energéticos en el sector de transporte público de la ciudad de Bogotá (TransMilenio y Sistema Integrado de Transporte Público, SITP). Para evaluar dicha utilización de recursos, se analiza la presencia o no de la *Paradoja de Jevons* o *efecto rebote*, teniendo en cuenta cambios tecnológicos, a nivel de motores, y un cambio a nivel de servicio con la entrada del SITP, estableciendo paradas para los buses de tipo zonal, la planeación de rutas y horarios, que supondrían no solo un servicio de más calidad, sino un uso más eficiente de los recursos energéticos.

Se buscó verificar la existencia de la *Paradoja de Jevons* en el sector de transporte público de Bogotá entre 2012 y 2015; para esto se realizó una caracterización del sector, utilizando variables como ingresos y demanda del sistema; precio del insumo, medido en West Texas Intermediate (WTI); cantidad de energía demanda para prestar el servicio, medida en toneladas equivalentes de petróleo (*tep*); y la intensidad energética, siendo ella la inversa de la eficiencia en el uso de combustible. De igual forma, se realizó un contraste de dicha intensidad con la demanda de insumos energéticos por los sistemas de transporte, encontrando los primeros vestigios de la existencia del *efecto rebote*.

Así mismo, por medio de un modelo Log-Log en segundas diferencias, se determinaron las elasticidades precio de la demanda y renta del combustible utilizado; las cuales explican el comportamiento del consumo del insumo energético, que a su vez, determinan la presencia del

efecto rebote, supuesto básico de esta investigación. Se empleó información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad y TransMilenio S.A., para el periodo de estudio.

La investigación es relevante debido a que, en primer lugar, determina cómo es la utilización de los recursos energéticos dentro del marco del desarrollo sostenible; en segundo lugar, utiliza un modelo econométrico que permite calcular el ahorro del sistema durante el periodo de estudio; en tercer lugar, permite identificar qué tipo de bien es el combustible y; finalmente, da luces sobre la efectividad de la política pública guiada hacia el uso de recursos energéticos.

El análisis del *efecto rebote* se logró de tres formas diferentes; la primera, por medio de la relación entre la intensidad energética y el consumo de combustible, poniendo en evidencia la magnitud del efecto; la segunda, a través de un modelo que establece la relación de cantidad demandada de combustible usada para la prestación del servicio y sus determinantes, tales como el ingreso de los sistemas, el precio del combustible, entre otros, para poder estimar la elasticidad de eficiencia energética y; finalmente, a través del efecto renta y sustitución analizando el coeficiente del precio de la energía (WTI) a la luz de la teoría.

En un primer momento se presenta el contexto a partir del cual la eficiencia energética aporta al desarrollo sostenible y a la explicación de la *Paradoja de Jevons*; luego se presenta una caracterización de los sistemas de transporte públicos de Bogotá (TransMilenio y SITP) en el periodo 2012-2015, teniendo en cuenta los mercados externos, como el del combustible y sus impactos en el servicio; en un tercer momento, se presenta una revisión del *efecto rebote* en los sistemas anteriormente nombrados, el cual ofrece un análisis del efecto encontrado. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

UNA APROXIMACIÓN SOBRE EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

En los últimos años el enfoque de desarrollo sostenible que ha prevalecido es aquel que se caracteriza por analizar las actividades antrópicas en tres elementos fundamentales: económico, social y ambiental. En este sentido, desde el *Informe Brundtland* se ha hablado de un desarrollo “que satisface las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la habilidad de las futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988, p. 24).

Recientemente, no solo se busca la satisfacción de la raza humana, también es importante la conservación y preservación de los recursos naturales de los cuales dispone la economía, sin afectar los rendimientos en el futuro y que los mismos puedan regenerarse para suplir las necesidades, esto como se puede intuir en la definición dada por Bojő, Måler & Unemo (1992), en la cual mencionan que no es dejar de usar, sino tener un uso programado sobre los recursos naturales.

Adicionalmente, desde la visión de la *economía ecológica* el equilibrio humano con lo ecológico es indispensable, es decir que tanto los recursos naturales, como el capital humano deben de ser sustentables para poder mantener un ritmo de crecimiento en equilibrio y que por consiguiente debe crear una sinergia entre los ecosistemas, culturas, e instituciones que son representaciones de la sociedad (CEPAL, 1991).

De acuerdo con Gudynas (2003) se define el desarrollo sustentable como la satisfacción de las necesidades humanas por medio de la alteración de la biósfera, utilizando todo tipo de recursos en pro de mejorar la calidad de vida de los seres humanos; y para que este sea sostenido, no debe observarse

como un problema netamente económico, sino debe trascender a lo ecológico y social.

Desde la mirada del desarrollo sostenible la eficiencia energética reduce los efectos negativos que diferentes procesos de producción pueden tener sobre el medio ambiente, por lo que uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se refiere a un uso responsable de este recurso. En este sentido, ante un incremento en la eficiencia de la energía, aumenta el nivel de ahorro y disminuye la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Intergovernmental Panel on Climate Change, s.f.), pero la paradoja presentada por Jevons en 1865 mostró un efecto que podría desmitificar este hecho.

Existe un vínculo entre el concepto de desarrollo sostenible y el consumo de energía, el cual se utiliza como medida del progreso social de una zona económica, pero es necesario que el uso de este recurso no exceda de una forma en la cual deteriore el medio ambiente (International Atomic Energy Agency, 2008).

De acuerdo con los Objetivos del Desarrollo Sostenible, las ciudades para el 2030 se enfrentan a concentrar el 80% de la población mundial. De esta forma se promueve el objetivo 11: *Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*. Luego el reto que asumen debe ser visto entre otros desde la perspectiva del transporte público masivo, la capacidad de ser eficiente y al mismo tiempo sostenible. Sin embargo, dicho reto hace fundamental saber si las políticas de transporte público masivo y sus cambios tecnológicos han sido encaminados hacia el objetivo anteriormente nombrado.

Cabe resaltar, que tanto la Organización de Naciones Unidas en cuanto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) y el Protocolo de Kyoto, no ofrecen soluciones a las cantidades de energía utilizadas por el transporte, siendo este el pionero en el consumo de combustibles derivados del petróleo, sino que

influyen de manera indirecta, ya que hablan de emisiones de gases contaminantes, pero no del consumo de combustibles; proponen simplemente el aumento de tecnologías que generen menos contaminantes, siendo consecuentes con la idea de desarrollo sostenible.

Se encuentra fundamental revisar los indicadores energéticos del desarrollo sostenible (Organización Internacional de Energía Atómica, 2008), ya que en él se encuentra uno de los principales intereses para el presente estudio. Se trata de las intensidades energéticas del transporte, el cual corresponde al uso de energía por unidad de carga en relación con los kilómetros transportados, o bien sea unidad de pasajero por kilómetro desplazado, sin embargo, existen definiciones alternativas, como, por ejemplo, el promedio total de combustible para todas las modalidades por pasajero en relación con los kilómetros recorridos.

Este indicador es importante puesto que el transporte es uno de los principales consumidores de energía, lo que hace que sea el principal generador de demanda de petróleo a nivel mundial. Además de esto, el transporte se relaciona con el desarrollo sostenible, en la medida en que este está al servicio del desarrollo económico y social por medio de la distribución de bienes y servicios y, finalmente, en movilidad personal, aunque no se puede dejar de lado el hecho de que él repercute en el agotamiento de los recursos, la contaminación del aire y el cambio climático.

La relación del indicador con la economía en su conjunto es que hace parte del conjunto de sectores y subsectores económicos, los cuales están conectados con la intensidad energética total de la economía, como una construcción del PIB, y a su vez, con indicadores de emisiones de gases efecto invernadero y emisiones contaminantes de la atmósfera.

JEVONS Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Jevons (1865), se enfocó en el tema de la utilización de la energía teniendo en cuenta los cambios tecnológicos. Encontró que en Inglaterra se incrementó el consumo de carbón, luego de que James Watt introdujera en el mercado la máquina de vapor que funcionaba con este combustible. Este avance tecnológico hizo que, en efecto, el carbón fuera más eficiente en términos de costo, lo que finalmente ocasionó una gran masificación en diferentes industrias de dicha máquina.

En pocas palabras, ante mejoras de tipo tecnológico que disminuyeron los costos de los recursos, se vieron aumentos en el consumo total del mismo – intensidad energética–. Lo que se ideó con el fin de disminuir el consumo de un recurso en específico – eficiencia energética–, ocasionó el efecto contrario. Esto es lo que la literatura llama la “*Paradoja de Jevons*” o “*efecto rebote*”, que, aunque no sea una “paradoja” desde el punto de vista lógico, desde el económico sí, puesto que la intuición económica propone que, ante mejoras tecnológicas, se permite usar menos cantidad de recursos para el mismo fin.

El análisis de la *Paradoja de Jevons* tiene dos componentes: micro y macro. El primero se realiza revisando las elasticidades y el *efecto rebote*; habrá un efecto indirecto si el cambio está expresado en el efecto renta, y será directo si la relación es consecuencia de la sustitución entre la energía y otros insumos que se usan en la producción; esto genera más utilización del recurso al momento en que el productor plantee que es más eficiente el uso la energía y decida hacer la sustitución de otros factores por esta última, y el *efecto rebote* total será por consiguiente la suma del *efecto rebote* directo o indirecto (UK Energy Research Centre, 2007).

En el componente macro, uno de los efectos sería por precios y el otro por crecimiento, el primero se da cuando a raíz de la eficiencia energética se espera que su demanda disminuya, sin embargo, aumenta por el aumento en la oferta de energía (la cual se considera inelástica), incentiva una mayor demanda (elástica) de este insumo (Gillingham, Rapson & Wagner, 2014). El efecto por crecimiento está explicado por la relación de mayor eficiencia energética generando un efecto sustitución en otros factores de producción en la economía (*Backfire*), trayendo como resultado en el largo plazo mayores niveles de crecimiento económico, y a su vez un incremento de la demanda energética, explicado por los incrementos de productividad por este factor (Gillingham, Rapson & Wagner, 2014).

Para verificar la existencia del *efecto rebote* en el sector de transporte público de la ciudad de Bogotá entre 2012 y 2015, en este trabajo se utiliza la definición general usada en el cual la intensidad energética (ecuación 1) es la relación que existe en el cociente del consumo de energía utilizado y la proporción del PIB que lo utiliza, y al mismo tiempo, la eficiencia energética, es la misma proporción del PIB, pero esta se estima en una medida de energía, que es tomada como media tonelada equivalente de petróleo (tep), la cual corresponde a la energía liberada por la combustión de una tonelada de petróleo (por definición de la Agencia Internacional de la Energía (s.f.), equivale a 107 Kcal). La conversión de unidades habituales a *tep* se hace sobre la base de los poderes caloríficos inferiores de cada uno de los combustibles considerados (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, s.f.):

$$I_e = \frac{PIB}{Q_e}$$

INSTITUCIONES DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA

En Colombia, como estándar, se ha planteado la necesidad de seguir el camino hacia un desarrollo sostenible, para ello desde el 2001 se ha emprendido la tarea de mejorar los sistemas en los cuales deben estar enfocadas las políticas públicas de la Nación en torno a los objetivos de desarrollo.

La Resolución 180609 del 2006, orienta las acciones hacia el uso eficiente de la energía y promueve formas alternativas de energía como los Biocombustibles; el Decreto 477 del 2012 plantea que el SITP debe asumir los objetivos basados en energías más limpias basándose en emisiones cero o bajas en ruta, además de la reconversión de los buses que venían haciendo recorridos.

Ahora bien, Bogotá debe ser consecuente con los propósitos nacionales e internacionales que promueven los aumentos en bienestar y la idea de un desarrollo sostenible, de cara al COP21, para reducir los efectos del cambio climático y poder lograr la meta mundial de disminuir 2°C la temperatura global, produciendo menores cantidades de gases efecto invernadero (GEI), los cuales son

claramente generados en gran medida por el sector de transporte, por esta razón se deben evaluar las políticas implantadas que generaron cambios en la movilidad bogotana desde los estadios anteriormente nombrados.

COMPOSICIÓN DE LA FLOTA DE TRANSMILENIO Y SITP

Los operadores de TransMilenio por el Decreto 477 del 2012 están obligados a mejorar sus buses para la emisión de cero contaminantes, por esto la tecnología de los buses ha tenido cambios para poder cumplir con la legislación, los cuales se han visto en la incorporación de buses que intentan mitigar el efecto contaminante de la gasolina con la adopción de motores que reducen el consumo de combustible, como los adoptados en la Avenida Séptima. Según la tipología presentada por TransMilenio son buses híbridos; acordes a las características de las zonas en las cuales transitan, al número de pasajeros, velocidad máxima permitida, y contaminación producida, como se observa en la tabla 1, que especifica los diferentes buses que componen el sistema.

Tabla 1. Tipología Buses

Sistema	Tipo de bus	Nº pasajeros	Nº de cuerpos (vagones)	Motor	Nº puertas
SITP y TransMilenio	Padrón (SITP y TransMilenio)	80-120	1	Diesel Gas	3
SITP	Convencional	40-50	1	Diesel Gas	2
SITP	Microbús	19	1	Diesel Gas	1
TransMilenio	Articulado	160	2	Diesel Gas	3
TransMilenio	Biarticulado	250	3	Diesel Gas	4
TransMilenio	Hibrido	80	1	Diesel- Eléctrico	3

Fuente: elaboración propia a partir de TransMilenio S.A (2014)

El tipo de flota que se maneja en el SITP se compone de tres tipos de vehículos: bus de 80 pasajeros, busetón (50 pasajeros), buseta (40 pasajeros) y microbús (19 pasajeros), los dos primeros tipos también suelen ser conocidos como padrón y convencional, respectivamente. Los tres tipos de buses cuentan con motores que funcionan con diésel o gas y la velocidad que pueden alcanzar con carga máxima es de 40 Km/h.

Dentro de las características más destacadas de la tipología de los buses, se encuentran que, en primer lugar, deben cumplir con la normatividad ambiental colombiana en temas de emisión de gases contaminantes y a su vez de ruido, en segundo lugar, los buses, sin importar el combustible que usen, deben alcanzar una velocidad de 40km/h en un tiempo inferior a 22 segundos con su carga máxima. Los buses propulsados con motores diésel deben tener una tecnología igual o superior a la exigida por la normatividad ambiental, aunque también pueden ser propulsados por gas natural comprimido con la tecnología de inyección electrónica o por sistemas de motorización eléctricos o híbridos.

Los articulados fueron los primeros en funcionar en el sistema y los que eran el símbolo de este hasta que se introdujeron en la autopista Norte, en el 2009, los buses Biarticulados, que eran buses con una mayor capacidad de pasajeros que lo que transportaba el articulado; para el 2013 se genera la última introducción de tecnología, que sería la flota Híbrida que empieza su funcionamiento en Usaquén, pero se utilizaría en flota hacia San Cristóbal Sur y rutas que empiezan en el Portal El Dorado.

RENDIMIENTO DEL COMBUSTIBLE DE LA FLOTA

Aunque no es exacto, según los estudios contratados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2010) no existe una fuente técnica, adicional a los múltiples tipos de vehículos que se utilizan del parque automotor; así que se analiza de acuerdo con encuestas a distintos actores del sector de transporte para así estandarizar los rendimientos por tipo de vehículos utilizados y poder estimar un valor para este indicador tal como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Rendimiento estimado parque automotor

Tipología	Rendimiento	Medida
Bus menos de 21 pasajeros	24	Km/galón
Bus de 21 a 35 pasajeros	20	Km/galón
Bus de más de 35 pasajeros	12	Km/galón

Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética, 2010.

Tomando estos valores como referencia se puede identificar los rendimientos de los motores de los buses que están en el SITP cuyas referencias son las mismas que las que se relacionan en la tabla 2, y los alimentadores en el sistema Troncal que su capacidad es de 35 a 50 pasajeros. Para las demás tipologías, que son los padrones articulados, biarticulados e híbridos, se toma el estudio de Grütter (2015) respecto del rendimiento real de grandes flotas operacionales de transporte de pasajeros tal como lo muestra la tabla 3. Además, se puede visualizar que la adopción de buses híbridos en la troncal de TransMilenio aumento el rendimiento del combustible.

Tabla 3. Rendimiento promedio del combustible vehículos de TransMilenio

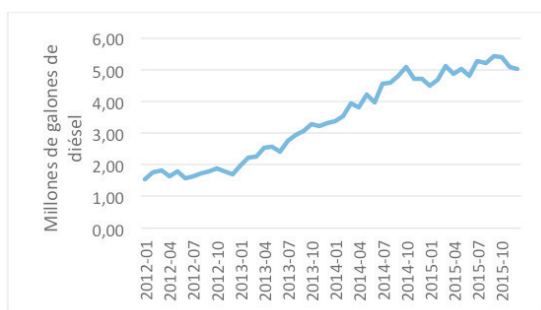
Tipología	Rendimiento Km/Gal
Alimentador (50)	12
Alimentador (80)	9.71
Articulado	9.71
Biarticulado	8.6
Padrón dual	12.62

Fuente: elaboración propia basada en Grütter (2015, p. 20)

CONSUMO DE ENERGÍA DEL TRANSMILENIO Y SITP

El combustible demandado por parte del sistema de transporte público, entendido como TransMilenio y SITP, ha tenido básicamente dos momentos marcados por la entrada de este último. Con la puesta en marcha del sistema SITP, los buses convencionales, de empresas privadas, que prestaban el servicio y funcionaban con la lógica de maximizar beneficios, solo que el Distrito regulaba la tarifa, salen del mercado para ser reemplazados por el sistema de transporte público (SITP). Siendo esta la razón principal del aumento del consumo de combustible por parte de empresas públicas se hizo notable el cambio luego de la puesta en marcha del sistema, exactamente en enero de 2013.

Figura 1. Consumo de combustible



Fuente: elaboración propia a partir de TransMilenio S.A (2016)

Para diciembre del 2012 se estaban demandando 1.705.991,70 galones de combustible, mientras que para el mismo periodo de 2013 se llega a 3.315.994,89 galones (figura 1), por esto, se deben tener en cuenta los cambios tecnológicos que trajo consigo el sistema en cuestión de rendimiento de motores y la adaptación de un sistema de transporte con paraderos establecidos, el aumento en el consumo de combustible, teniendo como referencia los periodos anteriores el crecimiento fue del 94,37%, en el primer año de funcionamiento, mientras que para los otros dos años, fue de 42,02% y estable en los dos últimos años, evidenciando que el SITP se ha consolidado en la ciudad como un medio de transporte importante y con una oferta sostenida.

INTENSIDAD ENERGÉTICA TRANSMILENIO - SITP

La inclusión de los sistemas TransMilenio y SITP en la ciudad trajo consigo cambios importantes en la forma del transporte en el país en general, siendo un modelo de movilidad ejemplo para otras ciudades. Uno de los principales cambios fue la introducción de flota que cumpliera con las normas de emisión de gases contaminantes, y esto vino con aumentos de la eficiencia del combustible, todo lo anterior pensado en un óptimo uso de los recursos utilizados.

Para TransMilenio esto se tradujo en la adopción de nuevos motores, con más fuerza, que pudieran transportar una cantidad de usuarios mayor, tal como se observó en un apartado anterior, o la introducción de motores híbridos (diesel-eléctricos) esto con el fin de mejorar el rendimiento del motor de la flota del sistema, y así utilizar menos combustible y reducir los niveles contaminantes, con el propósito de cumplir con la reglamentación impuesta en la Ley 201 de 2012 del uso de energías alternativas en el transporte.

La eficiencia en el uso de la energía en el transporte acorde a la literatura es el cociente entre los ingresos generados por el productor que utiliza la energía como insumo (y la cantidad de energía utilizada (Q_e):

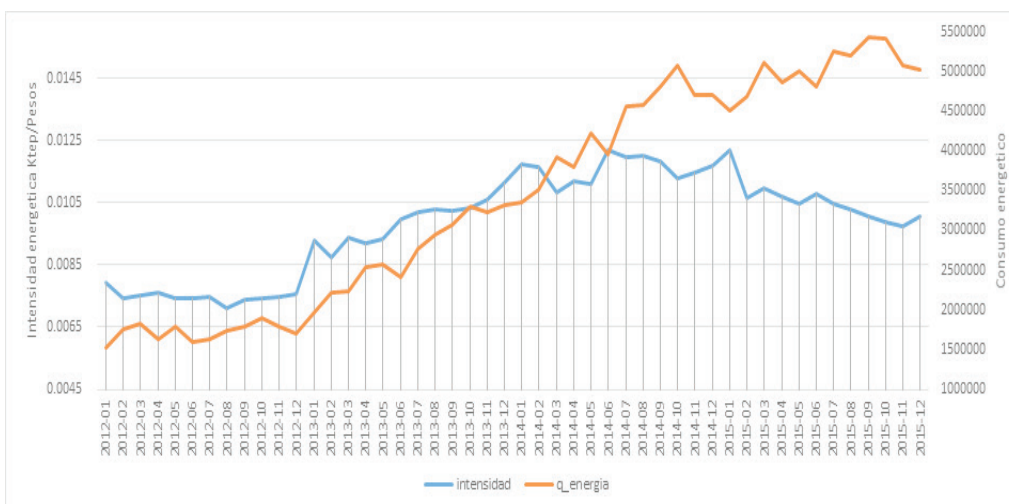
$$E_e = \frac{Y}{Q_e}$$

En la figura 2 se puede observar el *efecto rebote* dada la relación entre la intensidad energética y consumo de energía. Se observa que la relación entre eficiencia y la demanda de combustible tienen una relación directa, la cual se puede ver en la disminución de la intensidad, es decir que, ante aumento en el rendimiento de los motores, medido en km/g, muestra que se demandan cada vez más un mayor número de tep¹, por lo tanto, analizando la curva de intensidad, cuando esta aumenta, la eficiencia disminuye y viceversa, entonces se puede observar que hasta junio de 2014 se encuentra una tendencia creciente en intensidad, luego de dicho periodo se tiene una tendencia decreciente.

Se pueden observar cuatro momentos clave en la figura 2, el primero comprende desde el inicio del horizonte temporal (enero de 2012) hasta octubre de 2013, que muestra tendencias crecientes en las dos curvas (intensidad energética y consumo de combustible), no obstante, las dos terminan igualándose. El segundo intervalo de tiempo es comprendido desde octubre de 2013 hasta mediados de febrero del 2014, en el cual el consumo que había igualado a la intensidad crece a una menor tasa y hace que siga por debajo.

A partir del tercer momento que va desde febrero de 2014-junio de 2014 la curva de consumo de combustible empieza a estar por encima de la de intensidad energética, sin embargo, la curva se devuelve, ya para el cuarto momento que comprende junio de 2014 hasta el final del horizonte temporal de la investigación, se puede ver que es el momento donde se ve el *efecto rebote* de forma clara, puesto que la intensidad disminuye, es decir, aumenta la eficiencia energética, y al mismo tiempo aumenta el consumo de combustible, lo que hace del efecto algo paradójico según Jevons.

Figura 2. Demanda E intensidad Energética



Fuente: elaboración propia a partir de TransMilenio S.A (2016).

¹ Tonelada equivalente de petróleo. Medida de conversión (1 galón de combustible = 0,003147033534).

MODELACIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLE

Para modelar el *efecto rebote* caracterizado con anterioridad en los sistemas públicos TransMilenio y SITP, es necesario el ajuste de una serie de variables que describan el comportamiento de la cantidad de energía, toneladas equivalentes de petróleo (*Tep*), demandada por el sector de transporte público de la ciudad de Bogotá. Además, dado que la relación de las variables es no lineal, se aplica una transformación logarítmica conocida como modelos Log-Log, los cuales cumplen los supuestos de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO); de igual forma, la función transformada permite, matemáticamente y de manera más clara, la estimación de las elasticidades de cada una de las variables por medio de la primera diferencia

Para poder determinar los diferentes efectos que tienen las variables mencionadas que afectan la demanda de combustible en el sector transporte público masivo de la ciudad de Bogotá, es necesario identificar los parámetros del modelo Log-Log:

$$d^2 \ln Q_e = \beta_0 + \beta_1 d \ln K + \beta_2 d \ln Y + \beta_3 d \ln P_{t-1} + \beta_4 d \ln Q_{e_{t-1}}$$

El modelo es consistente tanto de manera global, y sus estimadores sean estadísticamente significativos, para esto se realizó una aproximación con la primera diferencia de la demanda de la energía, que, aunque la prueba de significancia es válida, la energía rezagada no tiene significancia dentro del modelo, para lo cual se diferencié de nuevo la variable ya que la prueba de autocorrelación de la serie muestra que en las primeras 4 diferencias podría adecuarse el modelo.

Las variables que comprenden dicho modelo son Q_e , tomada como la demanda de diésel por parte de ambos sistemas de transporte; P_e tomado como el West Texas Intermediate (WTI) real; K siendo el rendimiento de la flota de TransMilenio y SITP, esta

variable fue construida a partir de la flota de ambos sistemas y sus diversas tipologías, elementos que se tomaron como la multiplicación de los vehículos por tipología por su respectivo rendimiento en el motor; para finalizar, es la suma de los ingresos operacionales de ambos sistemas, la cual se tomó como el producto entre el número de pasajeros por la tarifa en cada periodo de tiempo.

Se puede observar que con la entrada de SITP en el 2013, el rendimiento de la flota (K) ha tenido incrementos, siendo explicado a través de la tipología de los motores de este, al estar diseñados para transportar menos carga alcanzan recorrer mayor número de kilómetros con su capacidad máxima por galón de combustible consumido.

Ahora bien, en el modelo se aplican las variables rezagadas de la variable dependiente ($Q_{E_{t-1}}$) y del WTI real ($P_{E_{t-1}}$). En el caso de la primera variable, es claro que el consumo de *tep* en un periodo anterior representa una dependencia directa en el consumo en el periodo actual, debido a los stocks que manejan las empresas del insumo directo para la prestación del servicio. Para el caso del rezago del WTI real, se puede observar que el precio de dicho insumo tiene un impacto importante en la demanda de combustible un mes después en la economía colombiana, acorde a lo planteado por el Banco de la República (2012).

Para la correcta modelación de las series se verifica que ninguna variable tenga problemas de estacionalidad; para comprobar esto se aplica la Prueba Dickey-Fuller de Raíz Unitaria. Con la prueba lo que se puede observar es que todas las variables salvo la flota con la opción del término constante y el ingreso en la rutina de tendencia tienen raíz unitaria ya que en valor absoluto la prueba estadística es menor en todos los niveles de significancia y su P -valor muestra que se acepta la hipótesis de raíz unitaria en las series. Para solucionar esto se adecua la ecuación planteada por González (2009, p. 15) que se condiciona con las diferencias de las variables para desestacionalizarlas.

Con lo anterior se ve que se rechazan las hipótesis nulas en todos los niveles de presencia de raíz unitaria con lo cual se han desestacionalizado las series, y ya es posible realizar el cálculo de la regresión y de las pruebas globales.

Con la regresión mostrada en la tabla 4 se ajusta el modelo ya que todos los p- valores son menores al 5% exceptuando la constante, que no es significativo en el modelo. Con la segunda diferencia de la variable exógena el modelo explica el comportamiento de la demanda Energética, ya que el modelo se ajusta en su coeficiente de bondad, y los coeficientes son significativos y explican el modelo² que se presenta a continuación.

Tabla 4. Regresión lineal segunda Diferencia Q_1

Variables	Coefficientes	p-valor
$d\ln K$	0.0998	(0.0000)
$d\ln Y$	0.6383	(0.0000)
$d\ln P_{E_{t-1}}$	0.1550	(0.016)
$d\ln Q_{E_{t-1}}$	-1.0877	(0.0000)
Constante	0.0059	(0.222)
Observaciones	46	
R-cuadrado	0.9503	
Prob >f	0.00000	

Fuente: Elaboración propia

2 Como los resultados de las pruebas apoyan la hipótesis nula de existencia de normalidad en los errores y en los residuos (p-valor > 5%) se confirma que estos se distribuyen normalmente y el modelo está bien determinado desde el supuesto. Al verificar si existe homocedasticidad, lo que se refiere a la varianza de los errores del modelo, el cual significa que, si la varianza en los coeficientes de las variables es constante el de los errores también, para comprobar esta propiedad se utilizó el Test Breusch-Pagan en donde sus resultados son favorables con un p valor del 20%. Para comprobar la hipótesis nula de la no presencia del fenómeno de correlación serial se utiliza el estadístico Durbin-Watson. El resultado de este es 2.215978, con lo que se evaluará según los criterios de rechazo; lo observado con respecto del estadístico es que se ubica dentro del punto Du Y el 4-Du el estadístico arrojado en este caso cae en el criterio de rechazo, por lo cual no muestra evidencia de correlación serial entre las variables.

Para verificar que la hipótesis nula de existencia de colinealidad se hace la prueba del factor de inflación de la varianza el cual mide este ítem y ante un valor que sea igual a uno no existe colinealidad, pero si es mayor que este valor hasta 5 es moderada y si es mayor que 5 es severa. Verificando la prueba el resultado de 1.12 muestra que, aunque hay presencia de multicolinealidad, no es severa, y es relativamente baja y no genera problemas en el modelo.

INTERPRETACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ENDÓGENAS

Realizando un análisis de los coeficientes de las variables independientes, es importante recordar, como anteriormente se aclaró, que las variables están transformadas logarítmicamente y, son modeladas en primera diferencia; con lo cual se presentan los siguientes fenómenos:

En primer lugar, el coeficiente del ingreso (β_2) indica el tipo de bien y a partir de esto se observa el comportamiento del combustible para los sistemas de transporte público respecto de la renta, se concluye, según el modelo que ante aumento en los ingresos en un 1%, aumentan la aceleración en el consumo de combustible en un 0,63%, luego el bien se comporta de manera normal y como el coeficiente está entre 0 y 1 se dice que es un bien de primera necesidad (Calvo, s.f.).

En segundo lugar, el coeficiente de la variable de WTI rezagada (β_3), arroja un signo positivo, lo que obedece a un comportamiento irregular del mercado, ya que sigue la conducta de un bien Giffen; ante aumentos en un 1% en los precios, aumentan la aceleración del consumo de energía en 0,15%, que obedece a las expectativas sobre el mercado energético, por esta razón se incrementa el stock de combustible, debido a la posibilidad de un precio que posiblemente puede seguir en aumento.

Por otra parte, el coeficiente de la variable rezagada un periodo del consumo energético (β_4) muestra una relación inversa con la variable dependiente, esto se debe a que, ante el aumento del consumo en el periodo inmediatamente anterior en 1%, se disminuye la aceleración en el consumo en el periodo t en 1,08%, siguiendo la lógica de mantener un stock del insumo.

Finalmente, el coeficiente del rendimiento de la flota, contemplado en la función como (β_1), muestra que la variable tiene una relación directa con el consumo de combustible, siendo entendido como, ante aumentos en el rendimiento de la flota en un 1%, la aceleración en la demanda por combustible aumenta en 0,10%, lo que empieza a dar vestigios de la *Paradoja de Jevons*.

Para poder vislumbrar el *efecto rebote* del consumo energético en Transmilenio y SITP, es necesario tener claros los efectos que pueden producirlo, con ese fin Sorell (2007) analiza las diferentes causas que podrían producir dicho efecto en dos definiciones, en el cual las magnitudes de los ahorros de energía se puedan ver disminuidos dependiendo la aproximación que se utilice.

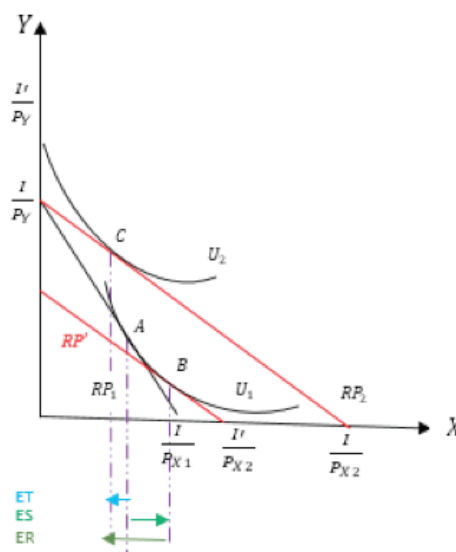
La primera definición habla del *efecto rebote* directo el cual se da cuando existe eficiencia energética, este hace que baje el precio del insumo, y como consecuencia se termina demandando más combustible; el segundo efecto, indirecto, se refiere a la eficiencia que genera la energía y disminuye el precio de la materia prima, como existe un efecto renta se puede adquirir más flota y para otros productores, como por ejemplo los dueños de buses convencionales en Bogotá, ellos adquirirían más energía porque su precio es menor, por lo cual el consumo se traslada a otros demandantes de este último recurso.

Para un productor, como es el caso de las empresas de transporte público, TransMilenio y SITP, la energía se utiliza como input. El efecto se puede descomponer

en sustitución e ingreso; el primero se trata del *trade-off* que toma la energía como sustituto de los otros inputs que participan de la producción; y el segundo son los incrementos en la producción que generan los ahorros obtenidos por el aumento de la eficiencia energética.

Para medir el *efecto rebote* se necesita medir la magnitud de los efectos, por esta razón se utiliza el coeficiente del WTI (β_3), el cuál dentro del modelo planteado, está basado en la variación del precio; como el valor de este es mayor que 0, se infiere que es un bien Giffen, luego se asume que el efecto sustitución es menor que el efecto renta, por tal razón, hay un *efecto rebote* en donde se está utilizando una mayor proporción de la renta para incrementar la demanda del servicio energético, tal como se muestra el efecto en la figura 3.

Figura 3. Efecto renta y sustitución Bien Giffen



Fuente: Elaboración propia

La comprobación del *efecto rebote* se puede mostrar desde la figura 3 que muestra que ante un mayor nivel de renta existe una mayor utilización de la

energía, debido a que el efecto sustitución es menor que el efecto renta, lo que comprueba la existencia de que la mayor eficiencia de los motores del sistema, no conlleva a la compra de buses con mejor rendimiento, sino que a mayor uso de la energía; No obstante, para la determinación real del efecto se tiene que emplear una metodología explicada por González (2009) para revisar sí, aunque exista un *efecto rebote* haya ahorro o por el contrario su resultado es *backfire* ($\eta_e(E) > 100\%$), con lo cual un aumento del rendimiento genera siempre mayores consumos de *tep* en los sistemas en estudio.

Para comprobar los efectos se toma la siguiente ecuación.

$$\eta_e(E) = -\eta_{P_E}(E) - 1$$

Donde el símbolo η_e representa la elasticidad de eficiencia energética; E es la demanda de energía y P_E presentada en el modelo resultante como β_3 es el efecto del precio sobre el consumo de la energía; Aplicando la fórmula se obtiene un efecto es del 115,15%, y muestra es la proporción de consumo energético, con lo que no habría ahorro, con lo que se puede concluir que el tipo de rebote es del tipo Backfire, y habría sobreconsumo de energía.

Es necesario repensar los cambios tecnológicos como un cambio estructural en función del desarrollo sostenible. Además de esto, se pone en evidencia que los mismos, sin importar el momento del tiempo, pueden generar el *efecto rebote*, generando mayores niveles de consumo de factores que no reportan una utilidad a la sociedad en la coyuntura actual, tal como se dio en la revolución industrial con Jevons y, como se evidenció en la presente investigación, en el caso TransMilenio y SITP.

Claramente, la intensidad energética que está utilizando los sistemas de transporte público de Bogotá presenta una insostenibilidad en el tiempo, puesto que se está comprometiendo el bienestar de generaciones futuras, tanto en uso de combustible fósil, como en calidad del aire de la ciudad. Por ende,

el ritmo del crecimiento de los recursos naturales y el crecimiento humano están a diferentes magnitudes, luego la sinergia no es clara en el caso de la sociedad bogotana a la hora de pensar en un equilibrio entre ecosistemas, cultura e instituciones.

La revisión de la paradoja desde la Ley 697 del 2001 del Congreso de la República, que reglamenta sobre el uso racional de la energía, muestra que, a pesar de los esfuerzos de las administraciones en controlar su uso, el resultado de un 115.5% en el nivel de consumo de la energía que utiliza es mucho más que el ahorro que genera, con lo cual se muestra que la legislación en torno al uso intensivo del recurso no se ha cumplido, además de que muestra que genera un efecto rebote explosivo, es decir, del tipo *backfire*.

A pesar de la introducción de los nuevos motores híbridos en la flota de TransMilenio, y la introducción en el 2013 de los buses interzonales SITP, que el rendimiento de km/gal ha aumentado y que se pueden tener un mayor número de recorridos con el mismo combustible, el consumo energético sigue aumentando, por el *efecto rebote* que el sistema presenta.

CONCLUSIONES

La eficiencia energética, para el caso de TransMilenio y SITP, en el horizonte temporal establecido, muestra una relación directa con el consumo de energía por parte de los sistemas de transporte público, razón por la cual, se verifica la existencia de la *Paradoja de Jevons*, es decir que, ante una mejora en la tecnología, en temas de rendimiento de motores, y en la forma de la prestación del servicio, se demandan una mayor cantidad de recursos energéticos, siendo esto una relación que a la luz de la intuición, no se evidencia de forma clara.

Dicho aumento en la utilización de recursos para la prestación del servicio, el cual no significa una

mejoría en la prestación del mismo, muestra que los sistemas de transporte nombrados anteriormente, parecen ir en contravía con los postulados del desarrollo sostenible, pues en efecto, se busca una mayor eficiencia en temas de energía que reporten un bienestar social mayor, pero frente a los resultados de la investigación, de manera concreta, se afirma que pese a las instituciones, no hay un incremento en el bienestar social dado que están aumentando los Gases Efecto Invernadero, por cuestiones de utilización elevada de combustible, sin embargo, ese no es el foco de la investigación.

En el momento donde se asocia la intensidad energética y el consumo de combustible, se muestra una tendencia constante en el cociente entre cantidad de energía e ingresos de los sistemas; no obstante, en los últimos periodos empieza a decrecer, al mismo tiempo que la curva de demanda de combustible sigue una tendencia creciente, es decir, que esta última mantiene una relación directa con los ingresos generados por parte de TransMilenio y SITP.

Teniendo en cuenta la Ley 697 de 2001 en la presente investigación, la cual promueve el uso racional y eficiente de la energía, además de la utilización de energías alternativas; se muestra que la política pública, no es acorde a lo que se ha venido tratando, pues esta no muestra aumentos del bienestar social ni el uso eficiente de combustible. Revisando los resultados del comportamiento de la demanda del servicio, es claro que la población ha venido adaptándose cada vez más a dichos sistemas, por otra parte, quedan pocas alternativas de movilidad dentro de la ciudad, luego el crecimiento exponencial de la demanda muestra, bien sea, una alta dependencia al servicio o una alta densidad poblacional explicada por el fenómeno migratorio a la ciudad de Bogotá.

La información que se utilizó fue suministrada por las empresas encargadas de cada zona de los sistemas, por lo que, en diversas ocasiones no fue clara y no existe un orden para los reportes que deben enviar a las entidades. Adicionalmente, no hay información sobre los diferentes tipos de combustible que manejan, ni unos precios establecidos de la flota vehicular operada por TransMilenio y SITP, para de esta forma poder establecer un análisis por medio de las funciones de producción y costos.

Finalmente, sería importante realizar este estudio en un horizonte temporal más amplio, teniendo la información desde antes de que entrara en funcionamiento el sistema TransMilenio. Se podría empezar a observar cómo ha sido el cambio de las variables analizadas en el presente trabajo, y si antes del principal cambio en la movilidad bogotana, se evidenciaba un *efecto rebote* en el sector de transporte; sin embargo, no se tiene claridad sobre la existencia de dicha información. Además, sería importante revisar los efectos que tienen los hallazgos de la investigación en la calidad del aire.

BIBLIOGRAFÍA

Banco de la República (2012). *La nueva fórmula de la gasolina y su potencial impacto inflacionario en Colombia*. Bogotá: Borradores de economía.

Bojö, J., Mäler, K. G. & Unemo, L. (1992). *Environment and Development: An Economic Approach*. Kluwer Academic Publishers.

Calvo, J. (s.f.). *Lección 4: La demanda del consumidor*. Open Course Ware. En línea: http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/diplomado_en_ciencias_empresariales/microeconomia-i/pdf/l4demanda.pdf

CEPAL (1991). *El Desarrollo Sustentable: Transformación Productiva, Equidad y Medio Ambiente*. Santiago de Chile: CEPAL.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). *Comisión Brundtland*.

Gillingham, K., Rapson, D. & Wagner, G. (Noviembre de 2014). *The Rebound Effect and Energy Efficiency Policy*. Resources for the future. En línea: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiKpaSyj5zLAhUJ2B4KHfoOAZoQFggd-MAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rff.org%2Ffiles%2Fsharepoint%2FWorkImages%2FDownload%2FRFF-DP-14-39.pdf&usg=AFQjCN-Hlx-t22QEQC2ZMSNfviffejttBhw&sig2=olyUAX-5MP1TqKfdM1BRbeg>

González, J. F. (2009). Eficiencia Energética y consumo de recursos en los hogares: la *paradoja de Jevons*. IV Encuentro de la Red de Economía Ecológica Española (p. 15). Santiago de Compostela: Ent Environment & Management.

Grütter, J. (2015). *Rendimiento Real de Buses Híbridos y eléctricos*. Reinach: Grütter Consulting AG.

Gudynas, E. (2003). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*. Uruguay: Coscorroba.

Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (s.f). *Glosario*. Toneladas equivalentes de petróleo (tep). En línea: www.idae.es/index.php/re/menu.139/letra.T/mod/glosario/mem.listado

Intergovernmental Panel on Climate Change. (s.f). *IPCC*. En línea: www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/es/tessts-6-5.html

International Atomic Energy Agency. (2008). *IAEA*. En línea: www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222s_web.pdf

Jevons, W. S. (1865). *The Coal Question*. London: Macmillan and Co.

Mizobuchi, K. (2008). Rebound Effect of Passenger Vehicles: A Case of Japanese Household. *Diario Universidad Matsuyama*, 21.

Sanders, H. D. (1992). The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth. *The Energy Journal*, 13(4), pp. 131-148.

Sorrell, S. (2007). *UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect; Supplementary Note: Graphical illustrations of rebound effects*. Brighton: UK Energy Research Centre.

TRANSMILENIO S.A. (28 de 02 de 2014). *Manual de Operaciones del Componente Zonal SITP*. En línea: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj_oMW61LXRAhWHb-SYKHYbED3QQFggYMAA&url=http%3A%2F%2F190.26.219.91%2Fdescarga.php%3Ffile%3D-manualoperaciones.pdf&usg=AFQjCNF2ynje6P-SUI-FmTkrtx87Jh8ynwQ&sig2=JZwTtp4

TransMilenio S.A. (05 de 2016). Flota Vinculada SITP. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

TransMilenio S.A. (2016). Flota Vinculada Troncal. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Sistema Integrado de Transporte Público.

UK Energy Research Centre (Octubre de 2007). *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide*. En línea: www.ukerc.ac.uk/programmes/technology-and-policy-assessment/the-rebound-effect-report.html

Unidad de Planeación Minero-Energética (2010). *Caracterización energética del sector transporte de carga y pasajeros, urbano e interurbano en Colombia*. Bogotá DC: Econometría.

MODELOS MULTIVARIADOS DINÁMICOS PARA LA ACCIÓN *RIO TINTO LIMITED*. OPTIMIZACIÓN UTILIZANDO FUERZA BRUTA COMPUTACIONAL

DYNAMIC MULTI-VARIABLE MODELS FOR RIO TINTO
LIMITED SHARES. OPTIMIZATION THROUGH COMPUTATIONAL
BRUTE FORCE

Parisi Fernández, A. A.* | Améstica Rivas, L. R.** | Lobos Robles, F. I.***

RESUMEN

La presente investigación evalúa la eficacia de los modelos multivariados dinámicos optimizados con fuerza bruta computacional para la acción *Rio Tinto Limited*, tomando como variable exógena el índice bursátil DOW JONES. Se aplica modelo multivariado dinámico optimizado con fuerza bruta para predecir el comportamiento de sus cotizaciones a la semana siguiente de la última fecha analizada. El objetivo de este análisis es construir un modelo predictivo con un porcentaje de predicción de signo por encima del 60% y, por consiguiente, mejorar la toma de decisiones para los inversionistas en opciones binarias. Esta es una investigación de carácter

exploratorio y descriptivo. Se utilizó la información bibliográfica disponible física y digitalmente (internet) para conocer la cotización de ambos índices comprendidos en el periodo 30 de septiembre de 2013-02 de octubre de 2017, pudiéndose observar la variación de una semana a otra y comparar los datos reales con las variaciones pronosticadas. La acción *Rio Tinto Limited*, elegida para este estudio, tranza en bolsa y sus cotizaciones históricas e información financiera se pueden obtener en Yahoo Finanzas. Se pudo concluir que es factible construir un modelo predictivo con una capacidad de predicción superior al 60% para la acción *Rio Tinto Limited*. Los modelos se construyeron con 1.000.000 de iteraciones con fuerza bruta, dado que la optimización por simplex

* Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad Adventista de Chile, Chillán. Dirección: Km. 12, Las Mariposas, Chillán, Móvil: 9-42393860; E-mail: aparisi5555@gmail.com

** Departamento de Gestión Empresarial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad del Bío Bío. Avenida Andrés Bello s/n, Campus Fernando May, Chillán. Dirección: Avenida Andrés Bello N° 720, Chillán- Casilla 447- Código Postal: 378000; Móvil: 9-90782464; E-mail: lamestica@ubiobio.cl

*** Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad Adventista de Chile, Chillán. Dirección: Km. 12, Las Mariposas, Chillán, Móvil: 9-42393860; E-mail: fellobos2@yahoo.com

Trabajo empírico-investigación.

Fecha de recepción: 28 de septiembre de 2017

Fecha de aceptación: 13 de octubre de 2017

o solver no alcanzó el resultado esperado. Se usaron 12 variables que influyen en el modelo para el periodo analizado. Se entiende como alcanzado el objetivo. Este estudio-modelo puede ser útil para tomadores de decisiones o inversionistas de este sector.

Palabras Clave: modelo multivariado dinámico, fuerza bruta, índices, cotización.

Clasificación JEL: C30, D58

ABSTRACT

The present research evaluates the efficiency of dynamic multivariate models optimized with computational gross force for the *Rio Tinto Limited* stock, taking as an exogenous variable the DOW JONES stock index. We apply a dynamic multivariate model optimized with brute force to predict the behavior of its quotes the week after the last analyzed date. The objective of this analysis is to construct a predictive model with a sign prediction percentage above 60% and therefore improve the decision making for the investors in binary options. This is an exploratory as well as descriptive research. The information available in bibliography and the internet was used to know the quotation of both indexes included in the period September 30, 2013 to October 2, 2017, being able to observe the variation from one week to another, and thus to compare the real data with the predicted variations. The *Rio Tinto Limited* stock, chosen for this study, trades on the stock exchange and its historical quotes and financial information can be obtained from Yahoo Finance. It was possible to conclude that if it is feasible to construct a predictive model with a prediction capacity greater than 60% for the *Rio Tinto Limited* share. The models were constructed with 1,000,000 iterations with brute force, since the simplex or Solver optimization did not reach the expected result. We used 12 variables that influence the model for the period analyzed. The objective is understood as achieved, and this study and model can

be useful for decision makers or investors in this sector.

Key words: dynamic multivariate model, brute force, indices, quotation.

JEL Code: C30, D58

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo financiero existe un fenómeno que ha concentrado el interés de muchos actores, tales como analistas, inversionistas individuales e institucionales, académicos, aficionados: se trata de la predicción del comportamiento del mercado financiero para decisiones de inversión en sus distintos instrumentos (acciones, índices bursátiles, derivados, entre otros). Es tanto el interés por predecir el comportamiento del mercado financiero que hasta el día de hoy se han adoptado distintos modelos y/o procedimientos que buscan predecir, con cierto margen de probabilidad, los comportamientos del mercado, representando una solución para este fenómeno de situaciones futuras e inciertas.

La hipótesis de mercados eficientes (Fama, 1970) plantea que el mercado refleja completa y correctamente toda la información pertinente para la determinación de los precios de los activos. Debido a que el surgimiento de nueva información es de carácter aleatorio, los cambios de los precios accionarios también lo serían. Esto ha llevado a muchos analistas financieros y académicos a señalar que las fluctuaciones de los precios accionarios siguen en una caminata aleatoria (*random walk*), donde el concepto de aleatoriedad se refiere a que las variaciones de precios son generadas a partir de un cierto proceso estocástico. No obstante, varios estudios han concluido que existe evidencia significativa de que los precios accionarios no siguen una caminata aleatoria y muestran que los rendimientos accionarios son predecibles en algún grado (véase, por ejemplo, Lo y MacKinley, 1988; Conrad y Kaul, 1988, 1989; DeBondt y Thaler, 1985; Fama y French, 1988; Easley y O'Hara, 1994).

Tal como se señaló anteriormente, los comportamientos en el mercado son predecibles en alrededor de un 60% y 70% en la variación de signo (Fama y French, 1992) y según lo evidenciado en trabajos posteriores para algunos mercados (Parisi, Parisi y Díaz, 2006).

Dado este concentrado interés por parte de diversos actores, es que esta investigación es una continuación y actualización de las investigaciones propuestas por Parisi, Parisi y Cornejo (2004) en la creación de modelos multivariados dinámicos con base en algoritmos genéticos recursivos, agregando variables exógenas y optimizado con un método de fuerza bruta operacional (Parisi, 2016), lo que permitirá construir infinitos escenarios aleatorios para así encontrar un coeficiente que maximice el porcentaje de predicción de signo, después de alcanzar la máxima capacidad de trabajo de un ordenador ocupando como desarrollador del modelo el software Excel. Este estudio se centra en el comportamiento de la empresa cuprífera *Rio Tinto Limited* y su acción RIO.AX en el mercado de valores New York Stock Exchange (NYSE).

El concepto de técnica de fuerza bruta en mercados financieros fue utilizado como método predictor (Parisi, 2016) y es una continuación y desarrollo lógico de investigaciones anteriores basadas en autores como Arango, Velásquez y Franco (2013), quienes utilizan técnicas de lógica difusa para predecir índices accionarios; y Atsalakis (2016), quien innova en un modelo que busca predecir los precios del carbono usando inteligencia computacional. Asimismo, encontramos a Pierdziuch (2015), quien utiliza métodos artificiales para la predicción en las fluctuación del precio del oro, de manera muy parecida a los investigadores Shafiee y Topal (2010), quienes anteriormente tratan de prever el precio del oro. Según Parisi (2016), las técnicas antes mencionadas cada vez han ido mejorando en su capacidad predictiva gracias a los avances computacionales en velocidad y tratamiento de datos, lo cual no justifica buscar los llamados *atajos* y se hace atingente la no utilización

de algoritmos en primera diferencia, siendo mejor usar directamente fuerza bruta en primera diferencia, es decir las variables alcanzarían valores ceros si es que el coeficiente generado a través de números aleatorios llega a valor del coeficiente cero.

En consecuencia, este estudio, como una primera parte, explica brevemente los modelos actuales según distintos autores contemporáneos que buscan la mejor predicción de variaciones de signo. Luego, se establecen los contenidos metodológicos en el uso de este estudio para la empresa cuprífera *Rio Tinto Limited* para presentar resultados y conclusiones finales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El estudio se ha acotado a caracterizar los modelos de predicción de precios con base en la inteligencia artificial, la cual tiene adeptos y detractores, estando en constante revisión y desarrollo.

2.1 Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos consisten en una función matemática o una rutina que simula el proceso evolutivo de las especies, teniendo como objetivo encontrar soluciones a problemas específicos de maximización o minimización (Holland, 1975). Así, el algoritmo genético recibe como entrada una generación de posibles soluciones para un problema y arroja como salida los especímenes más aptos (es decir, las mejores soluciones) para que se apareen y generen descendientes, los que deberían tener mejores características que las generaciones anteriores.

Los algoritmos genéticos trabajan con códigos que representan a cada una de las posibles soluciones al problema. Por ello, es necesario establecer una codificación para todo el rango de soluciones antes de

comenzar a utilizar el algoritmo. Al respecto, Davis (1994) señala que la codificación más utilizada es la representación de las soluciones por medio de cadenas binarias (conjuntos de ceros y unos).

Según Bauer (1994), este método puede ser utilizado fácilmente en aplicaciones financieras. Davis (1994) muestra una aplicación de algoritmos genéticos en la calificación de créditos bancarios que resultan mejor que otros métodos, como las redes neuronales, debido a la transparencia de los resultados obtenidos. Kingdon y Feldman (1995) usaron algoritmos genéticos para hallar reglas que pronosticaran la bancarrota de las empresas, estableciendo relaciones entre las distintas razones financieras. Bauer (1994) utilizó algoritmos genéticos para desarrollar técnicas de transacción que indicaran la asignación mensual de montos de inversión en dólares y marcos; Pereira (1996) los utilizó para encontrar los valores óptimos de los parámetros usados por tres reglas de transacción distintas para el tipo de cambio dólar estadounidense/dólar australiano: los parámetros obtenidos mostraron resultados intramuestrales positivos, los cuales disminuyeron al aplicar las reglas fuera de la muestra, aun cuando continuaron siendo rentables.

En tanto, Allen y Karjalainen (1999) usaron algoritmos genéticos para aprender reglas de transacción para el índice S&P 500 y emplearlas como un criterio de análisis técnico y, una vez cubiertos los costos de transacción, encontraron que el exceso de rendimiento calculado sobre una estrategia buy and hold, durante el periodo de prueba extramuestral, no era congruente. Kim y Han (2000) mostraron que los algoritmos genéticos pueden ser usados para reducir la complejidad y eliminar factores irrelevantes, lo que resultó mejor que los métodos tradicionales para predecir un índice de precios accionario. Por otra parte, Feldman y Treleaven (1994) señalaron que la mayor desventaja de los algoritmos genéticos es la dificultad que presentan para escoger una técnica de codificación manejable, así como para determinar el tipo de selección y las probabilidades de los oper-

adores genéticos, ya que no hay reglas fijas en esta materia.

2.2 Modelos ARIMA

ARIMA (*Auto Regresive Integrated Moving Average*) es un modelo econométrico propuesto por los investigadores Box y Jenkins en los 70 para predecir series de tiempo. Popularmente es conocida como metodología *Box-Jenkins*, aunque también es conocida como metodología o modelos ARIMA. Consta de tres componentes:

- Proceso Autorregresivo (AR): se define como modelo autorregresivo si la variable endógena de un periodo t es explicada por sí misma en las observaciones o datos pasados, multiplicados por un coeficiente que le da un peso específico a la información pasada.

- Proceso Integrado (I): se refiere al estado de la variable, es decir si se va a trabajar sobre el valor sin modificación sobre su primera o segunda diferencia, entendiéndose la primera diferencia simplemente como la primera variación de la serie en estudio. Por ejemplo, una serie de precios se entiende como integración en cero. Es decir, se trabajará con la variable pura, lo que en términos generales no es recomendable, dado que tienen tendencia y no se pueden modelar en esas condiciones. Un grado de integración 2 indica que el modelo se construirá sobre la variación de la serie en estudio, es decir no se modela el precio, sino la variación del precio. Se obtiene un modelo para la variación de precios, se le suma el precio anterior y se obtiene la proyección de precios, es decir en niveles ARIMA y cero.

- Proceso de Media Móvil (MA): es aquel que explica el valor de una determinada variable en un periodo t en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a periodos precedentes, ponderados convenientemente. A continuación, se muestra la simbología y componentes de un modelo ARIMA:

ARIMA (p, d, q)

P = AR () autorregresivo como variable explicativa.

D= Integrado

Q= Error como variable explicativa (media móvil de los errores).

2.3 Autómatas celulares

Los autómatas celulares son mecanismos artificiales que tratan de imitar las propiedades o sistemas similares a los de los seres vivos a través de la interacción entre individuos simples de dichos sistemas. Se basa en un panel con un conjunto finito de células o autómatas simples, donde cada uno puede adoptar un estado posible de un conjunto finito de estados, determinado por su estado anterior y el estado de las células vecinas.

Malamud y Turcotte (2000) (citado por Cepeda A. y González G., 2009) proponen que “los estados de las células van evolucionando en tiempo discreto, de acuerdo con una regla local o un conjunto de reglas, las cuales pueden ser basadas en el estado anterior de la célula, o en el de sus vecinos. En cada período, la regla se le aplica al conjunto de células, entregando una nueva generación de autómatas”.

Cada autómatas simple genera una salida a partir de varias entradas, modificando su estado de acuerdo con una función de transición a través de generaciones. Por lo tanto, en un autómatas celular el estado de una célula en una generación determinada depende únicamente de su propio estado y el de las células vecinas de la generación anterior.

Estos son usados para modelar sistemas complejos de cualquier índole, por lo que no sorprende que en las finanzas y la economía los expertos hayan hecho lo mismo. Varios especialistas han hecho investigaciones y han utilizado a los autómatas celulares para predecir los cambios en los signos de los precios de las acciones y los resultados han sido positivos.

2.4 Redes neuronales

De acuerdo con Martín del Brío y Sanz (1997), las redes neuronales artificiales “son sistemas de procesamiento que copian esquemáticamente la estructura neuronal del cerebro para tratar de reproducir sus capacidades” (pág. 387). En consecuencia, son una clase de modelo no lineal flexible que se caracteriza que contempla sistemas paralelos, distribuidos y adaptativos, todo lo cual se traduce en un mejor rendimiento y en una mayor velocidad de procesamiento. Las redes neuronales pueden entenderse como modelos multiecuacionales o multietapas, en que el *output* de unas constituye el *input* de otras. En el caso de las redes multicapas, existen etapas en las cuales las ecuaciones operan en forma paralela. Los modelos de redes neuronales, al igual que, por ejemplo, los modelos de suavizamiento exponencial y de análisis de regresión, utilizan *inputs* para generar un *output* en la forma de una proyección. La diferencia radica en que las redes neuronales incorporan inteligencia artificial en el proceso que conecta los *inputs* con los *outputs* (Kuo y Reitsch, winter 1995-1996).

Herbrich, Keilbach, Graepel, Bollmann-Sdorff y Obermayer (2000) señalan que la característica más importante de las redes neuronales es su capacidad para aprender dependencias basadas en un número finito de observaciones, donde el término “aprendizaje” significa que el conocimiento adquirido a partir de la muestra de observaciones históricas puede ser empleado para proporcionar una respuesta correcta ante datos no utilizados en el entrenamiento de la red y, por lo tanto, no conocidos por esta. La literatura sugiere que las redes neuronales poseen varias ventajas potenciales sobre los métodos estadísticos tradicionales, destacándose que pueden ser aproximadoras de funciones universales, aun para funciones no lineales (Homik, Stinchcombe y White, 1989), lo que significa que ellas pueden aproximar automáticamente cualquier forma funcional (lineal o no lineal) que mejor caracterice los datos, permitiéndole a la red extraer más

señales a partir de formas funcionales subyacentes complejas (Hill, Marquez, O'Connor y Remus, 1994). Cabe señalar que algunos investigadores han encontrado que, en general, los mercados financieros se comportan de una forma no lineal, cuestión que ha favorecido el empleo de modelos de redes neuronales, ya que, como se dijo anteriormente, estas han evidenciado un buen desempeño en modelamientos no lineales.

Es posible distinguir al menos dos importantes aplicaciones de las redes neuronales en las áreas de economía y finanzas: primero, la clasificación de agentes económicos, por ejemplo, para obtener una estimación de la probabilidad de quiebra (Wilson y Sharda, 1994); segundo, la predicción de series de tiempo (Tang et al., 1991). Cabe destacar que el propósito de un modelo de predicción es capturar patrones de comportamiento en datos multivariados que distingan varios resultados, cosa que es bien realizada por los modelos no paramétricos de redes neuronales, los cuales han sido desarrollados para predecir valores de índices bursátiles y de activos individuales, situándose la mayoría de las primeras investigaciones y aplicaciones en mercados establecidos en U.S.A., Gran Bretaña y Japón. Dichos modelos han sido empleados para predecir el nivel o signo de los retornos de índices bursátiles, entre otras aplicaciones relacionadas a la toma de decisiones en las áreas de finanzas e inversión.

2.5 La técnica de la “Fuerza Bruta”

La técnica fuerza bruta, según Parisi (2016), utiliza la capacidad de las computadoras para poder encontrar la mejor solución a un problema de optimización. Esta técnica aplicada a los modelos multivariados dinámicos simula la inteligencia humana, puesto que genera escenarios diferentes en los cuales cada uno de ellos brinda una solución única al problema. La función de este modelo multivariado dinámico con fuerza bruta es comparar los nuevos escenarios generados con los anteriores y elegir el

mejor. Dicho de otra manera, recuerda, al igual que un humano, el propio comportamiento para ofrecer una mejor solución a determinado problema; si ese comportamiento solucionó el problema, cada vez que suceda un escenario parecido se utilizará el mismo comportamiento. De la misma manera, los modelos multivariados dinámicos con fuerza bruta utilizan el mejor modelo.

En los modelos multivariados dinámicos, que son modelos de regresión, la técnica fuerza bruta permite generar infinitos coeficientes de un universo establecido, para darle un peso a cada variable establecida y evaluada en el modelo. Incluso se puede afirmar que usando fuerza bruta se puede contemplar todos los escenarios del universo establecido, siendo así, una mejora a los algoritmos genéticos, los cuales sólo buscan alrededor de un punto en el universo que ofrece una solución de primera instancia óptima.

Como afirma Durán (2006), la fuerza bruta consiste en enlistar todos los casos y para cada uno calcular la solución, identificando de este modo el caso que ofrezca la mejor solución. Asimismo, Riveros (2015), en un estudio para encontrar la solución óptima al problema del camino más corto para una empresa de logística, comenta que la solución más directa es con fuerza bruta, es decir evaluar todas las posibles combinaciones (de recorridos) y quedarse con el trayecto que utiliza una menor distancia.

Los métodos mencionados anteriormente sirven para resolver los mismos problemas de optimización simulando la inteligencia humana. Muchos científicos y expertos en ciencias sociales a lo largo de los años han estado trabajando en el desarrollo de cada vez mejores métodos para la solución de problemas. Lo curioso es que el primer método empleado para resolver problemas es el conocido como fuerza bruta. Desde tiempos antiguos el hombre utiliza la fuerza bruta para resolver los problemas. Pero ¿por qué se crearon nuevos métodos si con este bastaba? Sencillo: los problemas cada vez alcanzaron di-

mensiones mayores y más complejas, lo cual hizo necesario crear métodos que demoraran menos en resolver un problema.

Como se ha dicho, la fuerza bruta prueba una a una las diferentes condiciones y características de un sistema para resolver el problema. Una vez que se encuentra la solución, se queda con dicho sistema. Se dejó de usar fuerza bruta puesto que no existía la capacidad para resolver problemas que requerían la evaluación de una cantidad de variables considerada demasiado grande. Sin embargo, hoy en día la tecnología ha vuelto a superar los problemas, y cualquier persona puede contar con un computador con recursos altamente efectivos capaces de procesar información mucho más rápido que aquellas computadoras de hace 10 años atrás. Por lo tanto, ahora es prudente e incluso más eficaz volver a utilizar la técnica fuerza bruta utilizando la capacidad de una computadora de alta tecnología.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación y diseño

Se ha establecido como una investigación de carácter exploratoria que busca validar a partir de un modelo multivariado dinámico la incorporación de la técnica de fuerza bruta (Parisi, 2016) para obtener un porcentaje de predicción de signo significativo respecto a otros modelos en la acción RIO.AX. También es correlacional puesto que utiliza la relación entre el precio pasado como base de proyección del precio futuro de un valor, necesariamente determinando la relación en específico.

La población para este estudio contempla los precios de la acción *Rio Tinto Limited* que transan en el New York Stock Exchange (NYSE) a partir de una muestra de precios de cierre semanales¹, obtenido de la base

¹ Se usaron los valores de cierre semanales debido a que los administradores de fondos de inversión tienden a recomponer sus carteras en función de pronósticos semanales.

de datos de precios históricos del portal web yahoo.com sección finanzas correspondiente al periodo 30 de septiembre de 2013-02 de octubre del 2017. Por la naturaleza de este estudio, se utilizó recopilación documental o datos secundarios, lo que implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos (Hernández, 2010), utilizando el nemotécnico de la acción: *Rio Tinto Limited* (RIO.AX) totalizando 209 observaciones.

3.2 Análisis estadístico de datos

Para efectos de evaluar el poder predictivo de frecuencias semanales, los modelos multivariados dinámicos utilizados son modelos de series de tiempo que expresan el comportamiento de una variable en función de sus valores rezagados, de variables exógenas rezagadas y de los rezagos de los residuos (errores) del modelo. La variable exógena incluida es el DJI², considerado un indicador líder de lo que ocurre en los mercados bursátiles internacionales, sobre todo en una región integrada geográfica y comercialmente como América del Norte, resumiendo el comportamiento del mercado.

El modelo multivariado dinámico usado para predecir el signo de las fluctuaciones semanales de la acción evaluada se presenta en la ecuación 1.

$$\Delta RIO.AX_t = \alpha_1 \cdot \Delta RIO.AX_{t-1} + \dots + \alpha_{AR} \cdot \Delta RIO.AX_{t-AR} + \beta_1 \cdot E_{t-1} + \dots + \beta_{MA} \cdot E_{t-MA} + \theta_1 \cdot \Delta DJI_{t-1} + \dots + \theta_X \cdot \Delta DJI_{t-X} + E_t$$

En los que E_t corresponde al término de error del modelo; RIO.AX a las cotizaciones de la acción RIO.AX y DJI a las cotizaciones del índice Dow Jones, que son las variables de la ecuación. Los subíndices AR, MA y X representan el máximo orden de rezagos de las variables independientes. Los coeficientes α , β y θ son los coeficientes mejor adaptados que de

² *Dow Jones Industrial* es el índice que agrupa a las 30 empresas más grandes y representativas que transan en el mercado de EE.UU.

acuerdo con su valor le dan un peso determinado, por el modelo, a las variables. Estos últimos indican que tanto afecta la variable incluida en el precio del valor en estudio.

3.3 Evaluación de la predicción

En concordancia con el punto anterior, se evaluó la calidad de cada modelo en función del porcentaje de predicción de signo alcanzado (PPS). La evaluación se realizó sobre la base de un conjunto extramuestral de 209 datos semanales, por medio de un proceso recursivo correspondiente a la ventana de datos entre 30 de septiembre de 2013 y el 2 de octubre del 2017. Metodológicamente, la recursividad ha sido empleada para medir el desempeño de modelos de redes neuronales que buscan predecir periodos de recesión en los Estados Unidos (Qi, 2001; Estrella y N'lishkin, 1998) y para proyectar el signo de las variaciones de índices bursátiles Internacionales (Parisi, Parisi y Guerrero, 2003; Parisi, Parisi y Díaz, 2006).

Se utilizó la muestra total tanto para estimar los coeficientes α , β y θ de cada modelo por medio de la minimización de la suma del cuadrado de los residuos del modelo, como para evaluar la capacidad predictiva de los modelos. Para ello, se comparó el signo de la proyección con el signo de la variación observada en cada i -ésimo periodo, en el que $i = 1, 2, \dots, m$. Si los signos entre la proyección y el observado coinciden, entonces se puede señalar que aumenta la efectividad del modelo analizado y, en caso contrario, disminuye su capacidad predictiva.

Una vez proyectado el signo de la variación del precio para el periodo $n+1$, la variación observada correspondiente se incluye en la muestra de tamaño de n con objeto de reestimar los coeficientes del modelo, contando ahora con una observación más. Así, el mismo modelo, pero con sus coeficientes recalculados, es utilizado para realizar la proyección correspondiente al periodo $n+2$. Este procedimiento recursivo se efectuó una y otra vez hasta acabar con las observaciones del conjunto extramuestral. Finalmente, el

PPS de cada modelo se calculó de la siguiente forma:

$$p_i = \begin{cases} 1, & \text{si } \Delta Index_i * \hat{\Delta} index_i > 0 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}, i = [n + 1, \dots, n + \hat{m}]$$

en la que Δ representa la variación observada, $\hat{\Delta}$ la variación estimada, $n=0$ y $m=209$. De esta manera, el modelo multivariado dinámico construido con la técnica fuerza bruta fue evaluado en función de su capacidad para predecir el signo de los movimientos de los precios de la acción RIO.AX. Además, en esta etapa se aplicó la prueba de acierto direccional de Pesaran y Timmermann (1992), con objeto de medir la significancia estadística de la capacidad predictiva de cada uno de los modelos analizados.

Luego, para analizar si la capacidad predictiva de los modelos se traduce en beneficios económicos, se calculó la rentabilidad acumulada que se habría obtenido si se hubiesen comprado o vendido los valores en estudio siguiendo las recomendaciones de compra-venta del modelo de predicción. Para ello, la proyección de una variación positiva de los precios (un alza del mercado) fue interpretada como una señal de compra, mientras que el pronóstico de una variación negativa (una caída del mercado) fue interpretado como una señal de venta. Se supuso una inversión inicial de 100 mil dólares y la rentabilidad acumulada se calculó sobre un conjunto extramuestral de 209 semanas. Al momento de calcular la rentabilidad los costos de transacción no fueron considerados.

Por lo demás, con el objetivo de evitar el problema de *data snooping*³ (White, 2000) y de despejar las dudas

³ El término *data snooping* (también conocido como *data mining*) "ocurre cuando un determinado conjunto de datos es usado más de una vez para propósito de inferencia o selección de modelos. Cuando esta reutilización de datos siempre existe la posibilidad de que cualquier resultado satisfactorio que se haya obtenido pueda deberse sencillamente a la suerte, en vez de algún mérito inherente al modelo que generó los resultados." (White, 2000).

respecto de si la capacidad predictiva se debe a la bondad del modelo, a las características de la muestra de observaciones a la que ha sido aplicado o sencillamente al factor suerte, se tomó el mejor modelo de proyección para cada valor (el de mayor PPS) y se lo evaluó sobre un total de cien conjuntos extramuestrales de 209 datos de cierre semanales cada uno. Estos cien conjuntos extramuestrales fueron generados a partir del conjunto extramuestral original utilizando un proceso de block bootstrap⁴.

4. RESULTADOS

Al desarrollar la estructura para el modelo multivariado dinámico optimizado con fuerza bruta, se utilizó la capacidad de un computador para realizar la evaluación de cada valor estudiado. La función del modelo multivariado dinámico consistió en evaluar cada coeficiente para cada variable considerada que aumente el PPS, quedándose al final de la evaluación con el mejor modelo.

A continuación se presenta el mejor modelo multivariado dinámico, de acuerdo con el PPS:

$$\Delta RIO.AX_t = \alpha_1 \cdot \Delta RIO.AX_{t-1} + \alpha_2 \cdot \Delta RIO.AX_{t-2} + \alpha_3 \cdot \Delta RIO.AX_{t-3} + \alpha_4 \cdot \Delta RIO.AX_{t-4} + \beta_1 \cdot E_{t-1} + \beta_2 \cdot E_{t-2} + \beta_3 \cdot E_{t-3} + \beta_4 \cdot E_{t-4} + \theta_1 \cdot DJI_{t-1} + \theta_2 \cdot DJI_{t-2} + \theta_3 \cdot DJI_{t-3} + \theta_4 \cdot DJI_{t-4} + E_t$$

⁴ Una manera de probar la bondad de los modelos y la validez de sus resultados, independientemente de la muestra de datos a los que han sido aplicados, es utilizar un proceso de *bootstrap*. El *bootstrap* es un proceso de generación de observaciones ficticias a partir de datos históricos, a fin de resolver el problema de escasez de datos y, de este modo, obtener suficiente información para elaborar diferentes conjuntos extramuestrales en los cuales probar la validez de los modelos.

En la tabla 1 se muestran los mejores coeficientes α , β y θ obtenidos por el modelo que maximizan el PPS para el valor estudiado.

En la tabla 2 se muestra el mejor modelo multivariado dinámico optimizado con fuerza bruta arrojando un PPS de un 65.70% y su rentabilidad acumulada, que se obtiene al seguir las recomendaciones de compra y venta del modelo.

Esta capacidad predictiva, estimada en un conjunto extramuestral de 209 datos semanales, resultó estadísticamente significativa en cada uno de los valores, de acuerdo con la prueba de acierto direccional, comprobándose así la hipótesis de que sí existe capacidad predictiva en los modelos multivariados optimizados con fuerza bruta para el caso RIO.AX.

Tabla 1: Resumen de los parámetros estimados para la acción Rio Tinto Limited

VARIABLES	COEFICIENTE
$\Delta RIO.AX_{t-1}$	-0,98
$\Delta RIO.AX_{t-2}$	0,68
$\Delta RIO.AX_{t-3}$	0,94
$\Delta RIO.AX_{t-4}$	0,58
E_{t-1}	0,27
E_{t-2}	-0,39
E_{t-3}	0,67
E_{t-4}	-0,76
ΔDJI_{t-1}	0,96
ΔDJI_{t-2}	-0,38
ΔDJI_{t-3}	-0,48
ΔDJI_{t-4}	-0,32

Se pudo observar que la capacidad predictiva de los modelos se tradujo en beneficios económicos. Los modelos ARIMA construidos con fuerza bruta ob-

tuvieron el PPS esperado superior al 60%. Además, independientemente de la significación estadística de la capacidad predictiva de los modelos, estos superaron en rentabilidad a la estrategia de inversión pasiva o *buy and hold*, la cual evidenció una rentabilidad negativa en cada uno de los valores analizados.

Tabla 2: Resumen de los resultados (porcentaje)

Modelo	PPS	Rentabilidad acumulada
RIO.AX	67.70%	301.43%

Se probó la solidez de estos resultados a fin de evitar el problema de data snooping. Para ello, se tomó el mejor modelo de proyección para cada valor y se lo evaluó en un total de cien conjuntos extramuestrales de 209 datos de cierre semanales cada uno. Estos cien conjuntos extramuestrales fueron generados a partir del conjunto extramuestral original utilizando un proceso de *block bootstrap*.

Al analizar la rentabilidad acumulada que se habría obtenido siguiendo las recomendaciones de compra-venta del modelo multivariado dinámico, se encontró que de los cien conjuntos extramuestrales, estos superaron el rendimiento de una estrategia *buy and hold* en 301.43%

En este estudio, para la selección del mejor modelo multivariado dinámico del universo infinito de combinaciones, la computadora demoró cerca de ocho horas en conseguir el mejor resultado. Por lo tanto, se comprueba que utilizar fuerza bruta con un equipo de alta tecnología es un método altamente eficiente.

5. CONCLUSIONES

Es factible construir un modelo multivariado dinámico con una capacidad de predicción superior al 60% para la acción *Rio Tinto Limited*. Los modelos se construyeron con un millón de iteraciones bajo la técnica fuerza bruta, dado que la optimización por simplex y/o solver no alcanzó el resultado esperado.

El modelo multivariado dinámico elaborado a partir de las variables endógenas (precios históricos del valor) y exógenas (variación del valor del DJI) optimizado con fuerza bruta computacional, obtuvo una gran capacidad para predecir el signo de las variaciones semanales de los valores de la acción *Rio Tinto Limited*. Los resultados de la prueba de acierto direccional de Pesaran y Timmermann (1992) indicaron que el modelo presentó una capacidad predictiva estadísticamente significativa. A su vez, el modelo obtuvo la mayor rentabilidad acumulada en el periodo extramuestral con un 65.70% de PPS.

Al analizar la rentabilidad acumulada que se habría obtenido siguiendo las recomendaciones de compra-venta para modelo multivariado dinámico se encontró que, de los cien conjuntos extramuestrales, se superó el rendimiento de una estrategia *buy and hold* en 301.43%.

De esta manera, este estudio presenta evidencia empírica de que los modelos multivariados dinámicos optimizados con fuerza bruta computacional pueden ser utilizados como otra metodología para mejorar los modelos de proyección de series de tiempo en función de su capacidad de predicción de signo.

Se entiende como alcanzado el objetivo, por lo tanto este estudio y modelo puede ser útil para tomadores de decisiones o inversionistas de este sector.

6. REFERENCIAS

- Arango, A., Velásquez, J., y Franco C. (2013). Técnicas de lógica difusa en la predicción de índices de mercados de valores: una revisión de literatura. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 12, núm. 22, enero-junio, pp. 117-125.
- Atsalakis, G. (2016). Using computational intelligence to forecast carbon prices. Grecia. Technical University of Crete, School of Production Engineering and Management, Chania, Crete. *Applied Soft Computing Journal*. Volume 43, 1 June 2016, Pages 107-116.
- Pierdzioch C. (2015). Forecasting gold-price fluctuations: a real-time boosting approach. Alemania: Department of Economics, Helmut Schmidt University, Hamburg. *Applied Economics Letters*, 22 (1), pp. 46-50.
- Shafiee, S. y Topal, E. (2010). *An overview of global gold market and gold price forecasting*. Australia. Resources Policy. Volume 35, Issue 3, September 2010, Pages 178-189.
- Fama y French (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance*, Vol. 47, Blackwell Publishing, Oxford.
- Holland, John H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Ann Arbor, The University of Michigan Press.
- Davis, Lawrence (1994). *Genetic Algorithms and Financial Applications*, in Deboeck, pp. 133-147.
- Bauer, Richard J., Jr. (1994). *Genetic Algorithms and Investment Strategies*, John Wiley y Sons, Inc.
- Kingdon, J., y K. Feldman (1995). Genetic Algorithms and Applications to Finance, *Applied Mathematical Finance*, vol. 2, num. 2, junio, pp. 89-116.
- Pereira, R. (1996). Selecting Parameters for Technical Trading Rules Using Genetic Algorithms, *Journal of Applied Finance and Investment*, vol. 1, núm. 3, julio-agosto, pp. 27-34.
- Allen, F., y R. Karjalainen (1999). Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules, *Journal of Financial Economics*, 51, pp. 245-271.
- Kim, K., e I. Han (2000). Genetic Algorithms Approach to Feature Discretization in Artificial Neural Networks for the Prediction of Stock Price Index, *Expert Systems with Applications*, vol. 19, num. 2, agosto, pp. 125-132.
- Feldman, K., y P. Treleaven (1994). Intelligent Systems in Finance, *Appl. Mathematical Finance* 1, pp. 195-207, Londres, Chapman & Hall.
- Cepeda A. y Gonzáles G., (2009). *Predicción de variaciones de precio en el mercado inmobiliario mediante autómatas celulares*. Chile: Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad de Chile, pág.28.
- Martín del Brío, B. y Sanz, A. (1997). *Redes neuronales y sistemas borrosos: Introducción, teórica y práctica*. Primera Edición. Ra-ma, pág. 387.
- Kuo y Reitsch, winter (1995-1996). Neural networks vs. conventional methods of forecasting, *Journal of Business Forecasting* 14, N° 4, pp. 17-22.
- Herbrich et al. (2000). "Neural networks in economics: Background, applications and new developments". In T. Brenner, editor, *Advances in Computational Economics: Computational Techniques for Modeling Learning in Economics*, volume 11, pages 169-196. Kluwer Academics.
- Wilson, R. y Sharda, R. (1994). *Bankruptcy prediction using neural networks*. *Decision Support Systems*, Vol. 11, Nro. 5, pp. 545-557.
- Tang, Z., De Almeida, C. y Fishwick, P. (1991). Times-series forecasting using neural networks vs. Box-Jenkins methodology. *Simulation* 57, pp. 303-310.
- Durán, G. (2006). *Investigación de operaciones, modelos matemáticos y optimización*. Chile: Universidad de Chile. Obtenido de: http://old.dii.uchile.cl/~gdu-ran/docs/charlas/junaeb_willy_8.pdf

Riveros, D. (2015). *Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la distribución a una empresa logística*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4365/1/Riveros_vd.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México. McGraw W-Hill, pág. 261.

Qi, M. (2001). Predicting US recessions with leading indicators via neural networks models. *International Journal of Forecasting*, vol. 17, pp. 383-401.

Parisi, A. (2015). *Modelo predictivo de precio accionario adoptando fuerza bruta*. Documento de trabajo Programa Magíster Dirección de Empresas (MDE), Universidad del Bío- Bío, Chile. 7 pág.

Parisi, A., Parisi, F. y Guerrero, J. (2003). Modelos predictivos de redes neuronales en índices bursátiles. *El Trimestre Económico*, vol. LXX (4), núm. 280, octubre-diciembre, pp. 721-744.

Parisi, A., Parisi, F., y Díaz, D. (2006). Modelos de Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales en la Predicción de Índices Bursátiles Asiáticos. *Cuadernos de economía*, 43(128), 251-284. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-68212006000200002>.

Pesaran, M. y Timmermann, A. (1992). A simple non-parametric test of predictive performance. *Journal of business and economic statistics* 10, pp. 461-165.

LECCIONES DE LOS FRACASOS DEL MODELO EXTRACTIVISTA CHILENO

LESSONS FROM THE FAILURES OF THE CHILEAN 'EXTRACTIVISM' MODEL

René Fernández Montt* | Sebastián Arriaza Barriga**

RESUMEN

La historia del último siglo ha sido señal inequívoca de la debilidad del modelo extractivista en Chile. El auge del salitre desde fines del siglo XIX y comienzos del XX, así como su posterior reemplazo por otro mineral generó gran impacto en la economía de esta angosta faja de tierra. También ocurrió en el caso del apogeo del carbón y el posterior cierre de las minas que se dedicaban a ello, con el claro impacto socio económico del que la ciudad de Lota es prueba viva. Adicionalmente, hoy la economía nacional se sustenta en forma importante por el “sueldo de Chile” y es justamente la variación del precio internacional del metal rojo, una de las piezas clave en nuestro sistema de recaudación pública. En dicho contexto, es posible continuar jugando fichas a nuevos minerales, como el litio o incluso el molibdeno, pero complementariamente realizar cambios en el modelo que permitan nuevas formas de desarrollo local.

Palabras Clave: Energía, Transporte, Cambio tecnológico.

Clasificación JEL: L23, O54

ABSTRACT

The history of the last century has been an unmistakable sign of the weakness of the extractivist model in Chile. The saltpeter's boom from late nineteenth to early twentieth centuries had a significant impact on the economy of this narrow strip of land. Moreover, its subsequent replacement by another mineral made an important impact on it as well. It also happened in the case of the coal's apogee and the subsequent closure of the mines that were dedicated to extract it. This led to a clear socio-economic impact of which the city of Lota is its living proof. In addition, today the national economy is heavily supported by the “salary of Chile”. It is precisely the variation of the international price of the red metal, one of the key elements in our public collection system. In this context, it is possible to continue betting on new minerals such as lithium or even molybdenum. However, it should be complemented with changes in the model which allow new forms of local development.

Key words: Energy, Transport, Technological change

JEL Code: L23, O54

* Profesor del Centro de Estudios Organizacionales, Universidad de Santiago de Chile.

** Profesor de la Facultad de Administración y Economía, Universidad Tecnológica Metropolitana.

Fecha de recepción: 9 de octubre de 2017

Fecha de aceptación: 13 de noviembre de 2017

1. EL OCASO DEL SALITRE Y EL CARBÓN

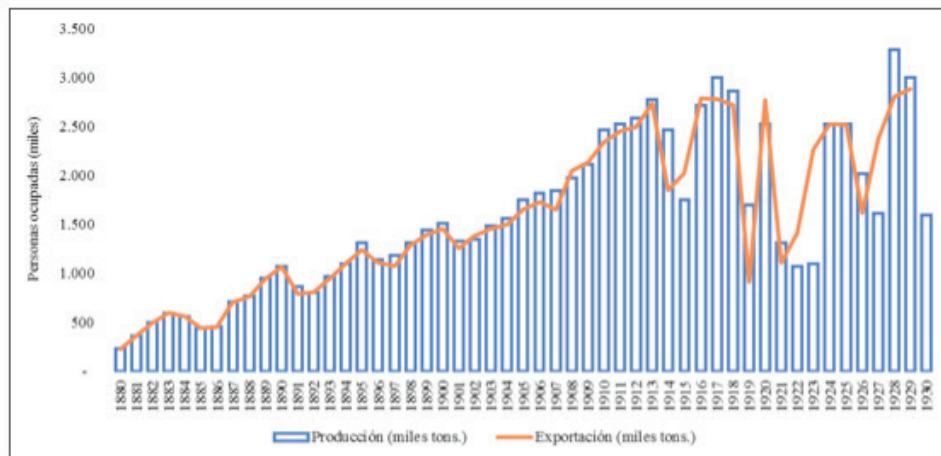
Los primeros aprendizajes en torno al modelo extractivo nacional se encuentran en la revisión de la novel industria salitrera nacional de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. El modelo extractivo implementado por la industria salitrera se caracterizó por utilizar de manera intensiva el capital humano disponible, involucrando al minero del salitre en largas y agotadoras jornadas de trabajo, obligándolo a desenvolver su vida en torno a la oficina salitrera. Más allá de las deplorables condiciones de trabajo que afectaron a los trabajadores del salitre, las cuales se encuentran documentadas en diversas recopilaciones académicas, un punto importante que deseamos tratar en el presente documento de trabajo, dice relación con las circunstancias históricas que afectaron al salitre y la limitada capacidad de respuesta que la industria tuvo para hacer frente a dichos escenarios. La falta de implementación de mejoras sobre la capacidad productiva, o bien, la nula creación de valor agregado sobre la producción, explican en gran medida la permeabilidad de la industria salitrera a diversos *shocks* económicos, afectando de manera significativa la economía del

Norte Grande de nuestro país y, por tanto, la calidad de vida de miles de familias.

Al introducirnos en la problemática originada por el declive de la industria salitrera, necesariamente debemos referirnos al desempleo, el que es avalado por diversos indicadores, junto a las externalidades que ello implica a partir del cierre de las respectivas minas u oficinas, situación que en el caso de la industria salitrera ocurrió en los comienzos del siglo XX.

Previo a dicho declive de la industria salitrera, el crecimiento experimentado en la actividad económica del Norte Grande, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, fue importante y de ello se da cuenta en el Gráfico N°1. La primera consecuencia de dicho crecimiento fue el aumento de la migración de la fuerza de trabajo hacia el Norte Grande, la cual no solo era representativa de la búsqueda de puestos de trabajo en la industria salitrera, sino también de oportunidades laborales en otras industrias que se desarrollaron a partir del auge del salitre, como por ejemplo, la expansión de las líneas férreas, la agricultura y la actividad portuaria, esta última potenciada con el crecimiento en la producción y exportación de salitre a través de puertos nortinos.

Gráfico N°1. Producción y exportación de salitre en Chile

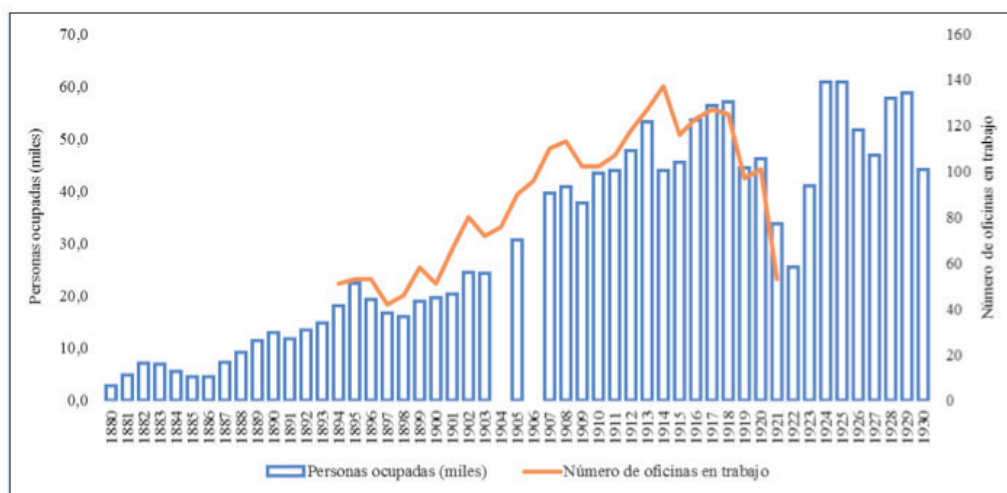


Fuente: *Un siglo de historia económica de Chile 1830-1930* (Cariola y Sunkel).

*Año 1930 sin información exportación.

Desde sus inicios, la producción de salitre nacional se caracterizó por unidades productivas dispersas y de baja tecnología. El principal sistema utilizado por las oficinas salitreras en actividades productivas fue denominado “Shank”¹, el que dio origen a la creación de un sistema de vida en torno a las oficinas salitreras, creando un número importante de puestos de trabajo en torno a ellas.

Gráfico N°2. Número de personas ocupadas en la industria del salitre en Chile.



Fuente: Un siglo de historia económica de Chile 1830-1930 (Cariola y Sunkel).

*Años 1904 y 1906 sin información.

Dicho sistema nace a partir de la necesidad de aumentar los volúmenes de producción, ya que es precisamente en este punto “el volumen de producción” o, mejor dicho, “toneladas de extracción”, donde la industria salitrera puso sus energías y en funcionamiento todo su capital y fuerza de trabajo. Tal cultura industrial, como veremos más adelante, ha cambiado en muchos aspectos, no obstante, perdura uno en particular, este es la baja capacidad de aumentar el valor productivo incluyendo valor agregado al material extraído.

El Gráfico N°2 pone de manifiesto el crecimiento experimentado en los puestos de trabajo ligados a la industria salitrera a principios del siglo XX, estrechamente ligado al número de oficinas en operación durante el periodo. Los efectos de la Primera Guerra Mundial, y la introducción del salitre sintético, afectaron de sobre manera a la industria salitrera, la que no podía competir de igual a igual en términos de costos de producción. Los efectos en la disminución de puestos de trabajo y cierre de oficinas fueron notorios durante el conflicto bélico mencionado.

1 Sistema de producción basado en el análisis del terreno, selección y extracción de caliche, transporte del material, triturado del material a través de máquinas chancadoras y la cristalización de material.

Tardíamente, a finales de la década de 1920, la industria introduciría una modernización en sus labores productivas a través de la incorporación del sistema de producción Guggenheim en las salitreras de María Elena y Pedro de Valdivia. Dicho sistema aprovechó el mineral de baja ley y lograba recuperar hasta el doble del salitre contenido en el caliche, disminuyendo de manera importante los costos de producción. Coincidentemente, serían solo estas dos oficinas las que lograrían sobrevivir a la crisis de la industria salitrera, marcada por el estallido de la Gran Depresión Mundial en 1930. Lo anterior, representa un claro ejemplo de cómo la tecnología e innovación, permitieron la subsistencia de solo aquellas oficinas que no se negaron a invertir en mejoras y en agregar valor a su producción con miras al futuro.

Si bien es complejo obtener información exacta respecto al nivel de desempleo en la industria del salitre, sí es posible obtener información aproximada para el sector minero de la época a partir del trabajo de C. Fuenzalida (1934), las estimaciones realizadas por Fuenzalida señalan que el sector minero contaba con 90 800 obreros en 1929, mientras que en 1930 con 71 700 obreros. Las estimaciones entregadas indican que tras el estallido de la Gran Depresión la tasa de desempleo habría alcanzado al 21% en 1930 y luego elevado al 40% en 1931.

Al igual como ocurrió con el auge del salitre, a mediados del siglo XIX el crecimiento de la industria del carbón y la necesidad por mano de obra extractiva dio origen a las ciudades de Lota y Coronel, ciudades que se constituyeron en los principales centros de extracción carbonífera en la costa del Golfo de Arauco.

Fue un 16 de abril de 1997, cuando se puso fin a una de las más emblemáticas minas subterráneas de la Región del Bío Bío y del país. Por supuesto, la pregunta en torno a este hecho es lógica, ¿Qué llevo al cierre de la mina de Lota? Lo cierto es que la crisis

del carbón experimentó una lenta agonía, la cual se arrastraba desde el término de la Segunda Guerra Mundial, conflicto que había elevado el consumo de carbón hasta niveles sorprendentes, como consecuencia de los requerimientos de este mineral por parte de la maquinaria de guerra.

Tras el término de la Segunda Guerra Mundial, el consumo de carbón comenzó a evidenciar un lento declive, hasta el punto en que la industria nacional comenzó a resentir el *shock*. Fue así, como entre otras medidas desesperadas, las empresas Schwager y Lota se fusionarían en la década de 1960, tomando el nombre de Carbonífera Lota-Schwager S.A. No obstante, los intentos por mantener a flote la industria no fueron fructíferos, sucumbiendo finalmente ante la gran crisis del carbón en la década de 1980. La crisis del carbón surge debido al bajo costo de producción por tonelada en el extranjero, en comparación al costo de producción nacional. Toda vez que los nuevos países productores de carbón, entre los cuales destacan, Australia, Colombia y Sudáfrica, cuentan con minas en superficie, lo que difiere ostensiblemente respecto de Lota, la cual corresponde a una mina subterránea.

Costos de producción carboníferos US\$/Ton. Mt.

Año	Chile	Australia	Colombia	Sudafrica
1974	44,0	44,9	S/I	S/I
1987	52,1	36,6	36,0	35,2
1990	70,0	48,0	21,0	39,8

Fuente: Banco Mundial.

Por tanto, la cada vez más complicada faena de extracción del mineral, sumada a la falta de capacidad de modernización de las labores extractivas, incrementaron de manera importante los costes. Como resultado, Lota se ha convertido en

la actualidad, en una ciudad símbolo de la depresión minera y la casi nula capacidad gubernamental o privada para revertir un camino que la ha llevado a alcanzar niveles de desempleo alarmantes.

Luego del declive de la industria del carbón ocurrida aproximadamente hace dos décadas, se han implementado diversas medidas paliativas, para entre otros aspectos, disminuir el desempleo, asunto que es solo parcialmente exitoso, pues no logra desarrollar una dinámica económica autónoma, integrada y convergente con las tendencias de la región y del país. Más aun, transcurridos veinte años desde el cierre de la minería del carbón, la Ciudad de Lota se encuentra entre las que poseen mayor desempleo en el país. Al respecto, según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas entregadas en junio de 2017, la tasa de desempleo alcanzó a 10,6%.

Las diversas medidas paliativas han considerado aportes de empleos desde los programas Lota Sorprendente, CFT Lota-Arauco y Contacto24Horas BancoEstado. Si a las mencionadas empresas agregamos las *mypymes* surgidas en el contexto de recuperación de vida económica y barrial de Lota Alto, es posible apreciar una mitigación de la débil situación socioeconómica de Lota.

Sin embargo, existe meridiana claridad en los negativos indicadores socioeconómicos de la comuna de Lota y la conclusión es inequívoca si se compara con la gran mayoría de las comunas de la Región y del país, es imperioso tomar medidas al respecto.

En este escenario, una de las medidas planteadas como potencial herramienta de desarrollo para la zona se encuentra en el turismo.

Para desarrollar la actividad turística es fundamental eliminar las resistencias potenciales de la población, alineando los incentivos de forma correcta. En dicho contexto, se hace presente el trabajo que se

debe realizar en la búsqueda del fortalecimiento de la “Cultura Tradicional”. En particular el punto de atención debe estar puesto en la “Cultura Tradicional”, puesto que el impulso y la promoción de este tipo de cultura refuerzan la identidad en una comunidad, lo que se puede traducir en mejores expectativas de vida y, con ello, mejores condiciones para la puesta en valor y visibilidad de productos típicos, así como de experiencias que sirvan al turismo y puedan servir también de salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial.

Si bien es importante proteger y conservar todos los edificios y monumentos típicos que pueden existir en alguna localidad, podemos mencionar aquí el claro ejemplo de la Ciudad de Sewell, ubicada en la Región de O’Higgins de nuestro país, ciudad minera que se ubicó en plena Cordillera de los Andes, y que recibió el título de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO el año 2006.

En función de lo recientemente expresado, se asume de magna relevancia organizar una estructura ordenada con actores claves que se encarguen de liderar cada eslabón de la cadena de valor. Por ello, debe haber, por ejemplo, al menos un Hotel de estándar internacional, un restaurante que brinde servicios *gourmet*, etcétera. En vista y considerando que se busca el desarrollo humano de la comuna, se debe generar incentivos para que este actor clave o ancla de cada eslabón genere empleo relevante en la zona. Además, debe incentivarse que la comunidad local sea incorporada no solo en términos de empleo, sino que mediante aporte de capitales externos en términos de copropiedad.

2. EL COBRE ES EL PRESENTE, ¿EL LITIO EL FUTURO?

La revista *Forbes* en 2008 publicó un artículo titulado “La Arabia Saudita del Litio”² en el que agrupaba los yacimientos de este valioso mineral no metálico, en un triángulo conformado por los salares de Atacama, Hombre Muerto en Argentina y Uyuni en Bolivia, los que en su conjunto, representarían el 85% de las reservas mundiales.

En 2015 la producción mundial rondó las 32 500 toneladas métricas de litio y se espera que para el año 2035 la demanda global alcance las 611.000³, impulsada principalmente por su uso en todo tipo de baterías eléctricas.

Actualmente Chile cuenta con el 52,8% de las reservas mundiales de litio, de las cuales, una parte es explotada por las empresas Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) de capitales nacionales y Sociedad Chilena del Litio (SCL) de capitales extranjeros mayoritariamente, y si bien este negocio no contempla las magnitudes estratosféricas del cobre, la creciente demanda de la tecnología relacionada al litio (ejemplos: *notebooks* y teléfonos celulares), exigen abrir un debate nacional en torno a la explotación de este recurso.

A diferencia del metal rojo, el Estado de Chile tiene a su disposición todas las reservas de litio que existen en el país y solo arrienda las pertenencias mineras de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) a SQM y SCL para su explotación mediante contratos con un tope de producción determinado, no existiendo por el momento, señales de que tal escenario cambie en el corto plazo.

La Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO, en 2009 publicó el documento *Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio*⁴, en el que se destaca la importancia de este recurso para el país, la necesidad de actualizar los cálculos de las reservas existentes (los salares de Pedernales, Punta Negra, Maricunga, Incahuasi y Aguas Calientes cuentan con reservas poco estudiadas), además de mencionar la legislación vigente que protege al litio como recurso “no concesionable”, por ser un bien estratégico con aplicaciones para la energía nuclear.

Las exportaciones de litio y derivados han mostrado un crecimiento sostenido durante el tiempo, alcanzando en 2015 los USD 303 millones valor FOB. Si bien las toneladas métricas de producción muestran un crecimiento importante, la principal variable que explica el aumento sostenido en el valor de las exportaciones corresponde al precio del litio y derivados. De esta forma, podemos apreciar como en 2005 el precio promedio FOB por tonelada métrica exportada alcanzó los 2112 USD/TM, mientras diez años después en 2015, tal precio alcanzaría un crecimiento de más del doble, llegando a 5371 USD/TM (+154%).

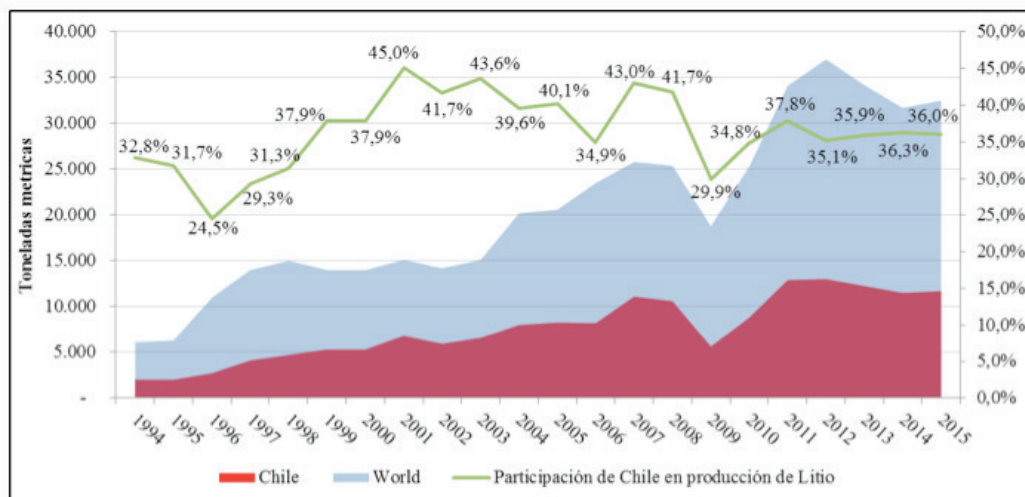
Por su parte, COCHILCO estimó que los costos unitarios de producción de SQM se encuentran en torno a las 0.5 USD y 0.8 USD (los más baratos del mundo para el carbonato producido en salmueras), estableciéndose un más que atractivo margen de ganancia que ronda los USD 1.70 promedio por cada libra producida, cifra no menor si consideramos que la capacidad de producción instalada en SQM asciende en la actualidad a 40 000 toneladas anuales.

2 <http://www.forbes.com/forbes/2008/1124/034.html>

3 Presentación “Convocatoria Litio”, preparada por la Corporación de Fomento y Producción en 2016.

4 Informe Minerales Estratégicos: Litio, Cochilco (2009)

Gráfico N°3. Producción mundial y chilena de litio.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información USGS.

Por la explotación del litio, SQM paga a CORFO un arriendo de USD 15 000 anuales y una renta de arrendamiento correspondiente al 6,8% de sus ventas de litio y de 1,8% a 5% por otros minerales. SCL por su parte, solo paga a CORFO una renta de arrendamiento correspondiente al 10% de las ventas de magnesio y 3% de las de cloruro de potasio.

En consecuencia, durante el año 2015 SQM habría aportado al Estado, por concepto de operaciones en el Salar de Atacama, un monto aproximado de USD 15,2 millones, respecto a los USD 223 millones percibidos por la compañía. Por su parte, SCL aportó USD 1,4 millones⁵, poco si consideramos que para ese año el precio promedio superó los USD 5300 por tonelada métrica, según datos extraídos de COCHILCO.

En perspectiva, lo que se observa es un modelo de tipo extractivo similar al acontecido en la industria salitrera de principios del siglo XX, donde el Estado concedió la explotación de minerales a privados,

recibiendo por este concepto, retribuciones bastante menores en relación con los ingresos obtenidos por privados. El caso del litio pone de manifiesto que el modelo extractivo minero nacional aún no logra cambios profundos y mucho menos entregar valor agregado a su producción. La extracción del litio corre el riesgo de transformarse, tal cual ocurrió con el salitre, en una industria que se sostendrá por volúmenes de producción, sin innovación, y peor aún, sin entregar recursos potenciales y necesarios al erario nacional.

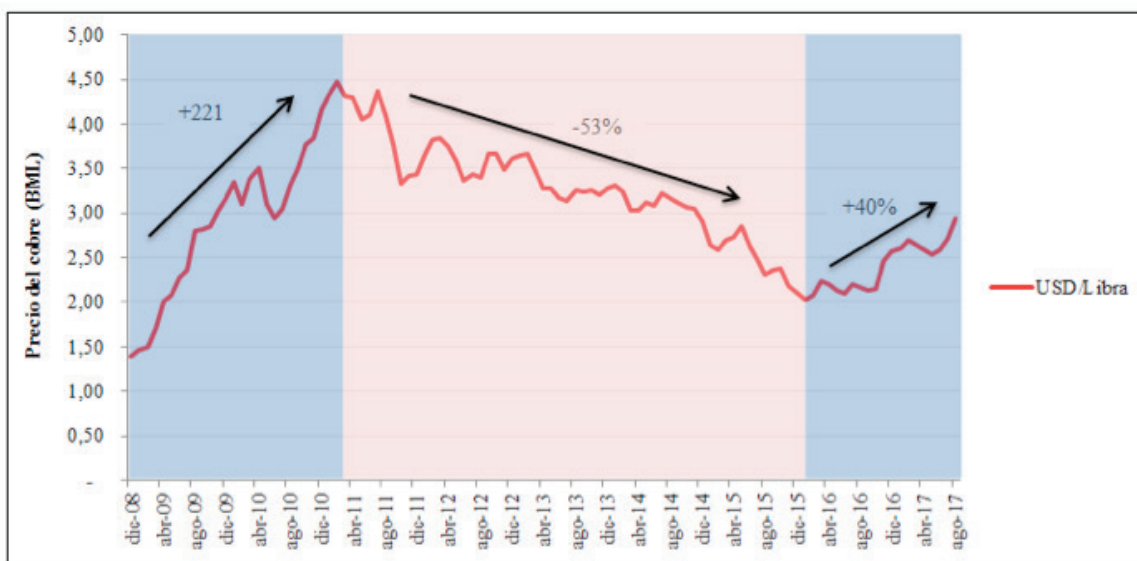
En lo que respecta al cobre, no se puede perder de vista en esta discusión que el metal rojo durante la última década mostró uno de los crecimientos más importantes de los que se tengan registro. Sería posteriormente al estallido de la crisis *subprime* que el precio del cobre anotó un crecimiento entre diciembre de 2008 y febrero de 2011 de un 221%, alcanzando en este último mes un *peak* de 4,48 USD/ Libra.

⁵ Lagos, C. Jara, J. (2010). COCHILCO, Políticas y Experiencias acerca del Litio Chile. Dirección de Estudios y Políticas Públicas, noviembre.

Luego, en marzo de 2011 el precio del cobre comenzaría a experimentar una racha negativa que solo se detendría en diciembre de 2015. Durante dicho periodo, el cobre anotó una disminución importante de un 53%. No obstante, durante los últimos dos años el precio ha experimentado nuevamente un periodo alcista, el cual ha encumbrado el precio del metal rojo en casi los 3,0 USD/libra.

Serían estas importantes rachas alcistas las que explicarían la pugna que mantuvo la gigante minera Anglo American con la Estatal Codelco, por la compra de parte de la participación en la minera Disputada de las Condes.

Gráfico N°4. Evolución en el precio del cobre durante la última década.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de COCHILCO. Precio de transacción en la Bolsa de Metales de Londres.

Para entender dicha disputa es necesario remontarnos al pasado, en específico al año 1978. En aquel entonces la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), vendería los activos de la Disputada de las Condes a Exxon por un monto cercano a los USD 90 millones. Posteriormente, en 2001 –y sin pagar un solo dólar de impuestos en todos esos años–, Exxon traspasaría la minera a Anglo American por

un monto de USD 1 300 millones. La paradoja se produce a posterior, toda vez que el Estado chileno considerara “buen negocio” ejercer su derecho por la compra⁶ del 49% de la Disputada de las Condes

⁶ Según acuerdo previo en la venta de la minera a Exxon, ENAMI u otro ente estatal podría ejercer un derecho por la compra del 49% de la propiedad de la minera en el futuro.

a Anglo American. El intento de Codelco por ejercer su derecho traería una serie de disputas legales con la minera sudafricana, las que se prolongarían por casi un año. Finalmente, en agosto de 2012 las partes llegarían a un acuerdo, el que estipuló entre otros puntos, la venta del 24,5% de la minera a Codelco, en una operación que alcanzaría los USD 1700 millones.

Está claro que en la disputa que enfrentó al Estado de Chile y Anglo American, por un lado, y la fórmula de *Contratos especiales de operación del Litio (CEOL)* propuesta por el gobierno para dinamizar el mercado del litio, existen grandes diferencias. Sin embargo, nos lleva a plantear la siguiente pregunta, ¿por qué el Estado con una mano buscó recuperar participación accionaria en una empresa que en su momento le perteneció, y con la otra está ofreciendo su patrimonio en el recurso que nos podría poner a la altura de los países petroleros?

La respuesta a esta pregunta se desglosa en dos componentes, por una parte, la falta de perspectiva para el desarrollo de la minería estatal a futuro y, por otra, al componente ideológico que motiva las decisiones gubernamentales. Es preciso en este sentido que los diversos actores políticos, generen una adecuada ruta de trabajo y desarrollo de la industria minera, evitando el sesgo ideológico y la enajenación de activos estratégicos.

Al referirnos a un sesgo ideológico, no solo ponemos sobre la mesa la idea de la recompra absurda de activos mineros que pertenecieron al Estado, sino también a la falta de visión y evaluación técnica, previa a la toma de decisiones estratégicas, tales como, la venta de activos y concesiones de recursos mineros que cuentan con un enorme potencial de inclusión de valor agregado.

Hablando en términos estrictamente económicos, ¿por qué un actor privilegiado⁷, que cuenta con los recursos humanos y financieros para invertir⁸ se va a desprender de un negocio gigantesco con excelentes proyecciones de utilidades durante los próximos 20 años?, y, además, adoptando *voluntariamente* una posición secundaria que restringe sus beneficios solo hasta 17,5 millones de dólares anuales aproximados⁹.

¿Error estratégico como pasa con el cobre? ¿Nuevamente quienes deciden poseen conflictos de intereses que pudieran incentivar este tipo de transacciones?¹⁰

Si el tema se mira desde el frío punto de vista del inversor, la oportunidad es inmejorable. Actualmente en el mundo no hay muchos socios como Chile que cuenten con indicadores robustos -superávit fiscal, deuda externa, etcétera-, importantes yacimientos por explotar y con la posición de CODELCO en el mercado minero. Sin duda, para cualquier inversor se trataría de una apuesta segura.

Por tanto, ¿existe algún argumento que avale la tesis de que Chile, tomándolo solo como un actor más en el mercado perdería dinero si se convierte en el principal exportador de litio en el mundo?, ¿y si esta empresa fuera abordada con nuestros vecinos para

7 Segundo mayor productor actual (después de Australia) y la más grande reserva a nivel mundial.

8 Los Fondos Soberanos que se crearon el 2006 para invertir los ingresos por el alto precio del cobre se componen en: Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES) con USD 13 156,6 millones y Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) con USD 4405,6 millones a diciembre 2011. Además, existe la posibilidad de que Chile emita deuda en el exterior, como lo hizo en septiembre del 2011 con USD 1.000 a 10 años pagando una tasa de interés anual de 3,25%, o que emita deuda en Chile.

9 Según el Ministerio de Minería el Estado recaudará aproximadamente por cada proyecto CEOL USD 350 millones en los 20 años que dura el acuerdo. http://www.df.cl/gobierno-licitara-extraccion-de-litio-mediantre-contratos-especiales-de-operacion/prontus_df/2012-02-07/104844.html

10 <http://www.elciudadano.cl/2012/02/14/48305/ejecutivos-de-codelco-todos-saben-para-quien-trabajan/>

darle el valor agregado del que todos hablan y tan poco se invierte?

Antes de firmar una *concesión express* y a la medida, hay que sacar a la luz algunos detalles importantes sobre todo debido a la magnitud de los montos involucrados, estudios, valores y proyecciones, por lo menos, sin dejar pasar algunas relaciones que son llamativamente cercanas en el diseño de los CEOL.

Sin duda, la gallina de los huevos de litio no es tan grande como la del cobre, más bien es pequeña si las ponemos frente a frente. La diferencia esencial está en que aún nos pertenece a todos los chilenos, además posee un enorme valor estratégico indiscutible y por lo mismo se debe cuidar.

Es imprescindible en los meses siguientes, diseñar una fórmula que, sin perjudicar el desarrollo de las empresas, permita al Estado recibir las ganancias de este manantial que tenemos en el jardín¹¹, aprovechando la coyuntura y las perspectivas excepcionalmente positivas.

Lo que no es negociable es que el Estado de Chile deje de ser el principal beneficiario en la explotación del litio. Pero tampoco, podemos aceptar que los siguientes pasos se concentren netamente en la explotación por parte del Estado de un recurso sin entregar el menor valor agregado. Tal pecado sería mortal, en consideración con las enormes oportunidades que el litio entrega a Chile en nuestros tiempos, tiempos dominados por el incesante y espectacular desarrollo de nuevas tecnologías alimentadas por el litio.

3. CONCLUSIONES

Sobre la base de la evidencia presentada, sustentada en información histórica, podemos apreciar que la industria minera nacional adolece de una problemática crónica, la cual no ha sido resuelta independiente del mineral objeto de extracción, o los gobiernos de turno. Tal problema, reconocido en la carencia de valor agregado sobre la producción minera, no ha sido abordado con fuerza por las autoridades.

Si bien la industria minera ha avanzado en muchas materias, como por ejemplo en términos de calidad de vida y seguridad del trabajador de la minería, lo cierto es que el producto desarrollado por la industria minera nacional no pasa de tratarse de solo una materia prima extraída. Un escenario ideal para las naciones industrializadas o desarrolladas, quienes ven la oportunidad de comprar materia prima, normalmente a bajo costo, para alimentar sus procesos productivos que agregan valor a dichas minerales.

Una economía concentrada en demasía en la extracción de materias primas adolece de riesgos significativos en torno a los efectos derivados de shocks económicos. Este documento menciona casos emblemáticos, como la Primera y la Segunda Guerra Mundial o la Gran Depresión, los cuales originaron enormes y negativos efectos sobre la fuerza de trabajo, afectada inmediatamente ante la baja en la demanda internacional de minerales, o bien, la incapacidad de las industrias nacionales para competir contra la extracción a menor costo internacional.

¹¹ ¿Por qué sería impresentable subir los impuestos? Por Milton Bertin Jones

Pero no debemos olvidar que efectos menos violentos son apreciables por otros factores. El mejor ejemplo es China, país que ya sea por el alto nivel de producción de minerales a bajo costo o la capacidad de esta economía para afectar la demanda mundial de *commodities*, puede explicar en gran medida el buen o mal pasar de las diversas industrias minera nacionales.

Por último, resulta imperativo que las autoridades realicen un cambio en su actuar, comenzando por la enorme oportunidad que entrega el litio a nuestra economía, en vista a las enormes reservas con que cuenta nuestro país, las cuales entregan una ventaja estratégica al tratarse de las mayores a nivel mundial. En este sentido, lo que vemos en la actualidad, es como la concesión de la extracción fue entregada a un par de empresas para su explotación a cambio de porcentaje de las ventas, lo cual resulta inaudito.

El Estado debe tomar una postura principal en la explotación del mineral, aprovechando las oportunidades que entrega en un mundo cada vez más demandante por nuevas tecnologías asociadas al litio. Depende de las autoridades tomar el control e iniciar un trabajo tendiente al futuro, donde el litio sea aprovechado, con una carta de ruta clara, estudiada y profesional, incluyendo la visión de investigadores y académicos, que permitan obtener los mayores beneficios posibles de la extracción y agregación de valor sobre el mineral no metálico. Solo de tal manera podríamos estar en presencia de una nueva postura de gobierno por parte del gobierno, en torno a la explotación de minerales diferentes del cobre, que nos permiten alejar definitivamente modelos extractivos apreciados en el siglo XIX.

REFERENCIAS

Lagos, C. y Jara, J. (2010). *Políticas y Experiencias acerca del Litio: Chile*. Santiago de Chile: Dirección de Estudios y Políticas Públicas, Cochilco.

Villablanca, C. y Fernández, R. (2012). ¿Por qué prestar la gallina de los huevos de litio? En línea: www.paisproactivo.cl

Cariola, C. y Sunkel, O. (1982). *Un siglo de Historia Económica de Chile*. España: Cultura Hispánica del Instituto Cooperación Iberoamericana.

Fuenzalida, C. (1935). ¿Hemos vencido la crisis? Santiago de Chile: Nascimento.

Koerner, B. (2008). *The Saudi Arabia of Lithium*. USA, NY: Forbes.

Lagos M., C. (2009). *Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio*. Santiago de Chile: Dirección de Estudios y Políticas Públicas, Cochilco.

Bertin, M. (2011). ¿Por qué sería impresentable subir los impuestos? En línea: <http://ciperchile.cl/2011/09/22/por-que-seria-impresentable-subir-los-impuestos/>

Corporación de Fomento y Producción (2016). *Convocatoria Litio*. Santiago de Chile: Comité de Minería No Metálica

United States Geological Survey. Minerals Information.

Ministerio de Minería, Cochilco. Estadísticas minerales metálicos y no metálicos.

Banco Mundial. Series Estadísticas de Consumo Energético.

Estados financieros Sociedad Química y Minera de Chile 2015.

FACTORES DE PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD EN REDES EMPRESARIALES DE LOS SECTORES FINANCIERO, HOTELERO Y DE CARGA DE LA ZONA DE EL DORADO, BOGOTÁ D.C.*

FACTORS IN COMPETITIVENESS AND PRODUCTIVITY IN BUSINESS NETWORKS OF THE FINANCIAL, HOTELIER, AND THE EL DORADO LOADING ZONE IN BOGOTA, D.C.

Jan Leonard Hernández Tinoco* | Nohra Milena López Sánchez**

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló respondiendo la pregunta: ¿cómo influyen las redes empresariales en el mejoramiento de la productividad y la competitividad de las empresas ubicadas en la zona empresarial El Dorado de la ciudad de Bogotá D.C.?, de tal manera que permitiera reconocer los beneficios y factores de impacto para el desarrollo productivo y la competitividad que se genera en las empresas al pertenecer a redes o parques empresariales, desde el análisis de las empresas pertenecientes a los sectores hotelero, financiero y de carga ubicados en el eje de la avenida El Dorado en Bogotá, Colombia. Teórica y metodológicamente se empleó el análisis de redes

sociales como herramienta para analizar los elementos relacionales del sistema. Se identificó como principal resultado que a partir del establecimiento de los lazos más débiles de la red, sumado a los indicadores más altos de cercanía entre las empresas, permite una mayor conexión de información y una mejor conectividad de la red empresarial; en consecuencia, un aumento en su productividad y competitividad.

Palabras Clave: Redes empresariales, Redes Sociales, perfil económico, localidad de Engativá, localidad de Fontibón, productividad, competitividad.

Clasificación JEL: G20, R40, Z30

* PhD (c) Administración. Magíster en Administración. Ingeniero Industrial. Asesor y consultor empresarial. Docente de Extensión de la Universidad EAN. Gestor empresarial de la Secretaría de Desarrollo Económico. Teléfono: (57 1) 2276358; Teléfono Móvil: (57) 3157492454. E- mail: janleo17@gmail.com

** PhD (c) Administración. Magíster en Docencia. Especialista en Planeación educativa. Ingeniero Industrial. Docente Investigador de la Universidad Católica de Colombia. Gestora empresarial de la Secretaría de Desarrollo Económico. Teléfono: (57 1) 7016358; Teléfono Móvil: (57) 3013351140. E- mail: ingnohralopez@gmail.com, nmlopez@ucatolica.edu.co

Fecha de recepción: 07 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 13 de septiembre de 2017

ABSTRACT

The present investigation was developed answering the question: how do business networks influence the improvement of productivity and competitiveness of companies located in the El Dorado business area of the city of Bogotá D.C., in such a way that it would allow to recognize the benefits and impact factors for the productive development and the competitiveness that is generated in the companies when belonging to networks or business parks, from the analysis of the companies belonging to the hotel, financial and cargo sectors located in the axis of the El Dorado avenue in Bogotá, Colombia. Theoretically and methodologically, the analysis of social networks was used as a tool to analyze the relational elements of the system. It was identified as the main result that from the establishment of the weakest links in the network, added to the highest indicators of closeness between companies, allows a greater connection of information and better connectivity of the business network; consequently, an increase in their productivity and competitiveness.

Key words: Business networks, Social networks, Economic profile, Engativá Locality, Fontibón Locality productivity, competitiveness

JEL Code: G20,R40, Z30

INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones más significativas en las políticas de un país, es la forma en cómo llegar a ser más productivo y, en consecuencia, proporcionalmente más competitivo. Es por ello que constantemente se buscan mecanismos que permitan generar desarrollo y crecimiento industrial, permitiendo que se puedan cumplir los objetivos planteados por el Estado en términos económicos, satisfaciendo las necesidades básicas de sus habitantes.

Es así que las redes empresariales son una alternativa al desarrollo de la productividad y competitividad de las empresas de un país, es por ello que se identificó la importancia de integrar como factor preponderante la teoría económica, que concibe la relación entre los diferentes actores como la constitución innata de redes empresariales.

Algunas de estas relaciones han sido definidas como distritos industriales, mileus y últimamente más mencionados como clúster, identificados en el ejercicio inconsciente de la sociedad de agruparse para hacer frente a los intereses de una comunidad. De tal manera, se logra identificar que las ciencias sociales, como la psicología, la sociología y la economía, buscan describir las relaciones entre individuos y organizaciones, permitiendo una mayor profundización en la comprensión del tejido social y empresarial al cual se quiere analizar.

Para ello es importante iniciar con los aportes generados por Granovetter, investigador en teorías de redes, quien menciona que los individuos logran obtener empleo gracias a lo que él denominó “vínculos débiles”: lazos y relaciones con conocidos o amistades lejanas que, a su vez, se relacionan con su círculo o red de amistades y conocidos, incrementando el nivel de interconexión de todos, visto no como un ejercicio de participación equitativa e igualitaria de la sociedad en la búsqueda del mejoramiento de las condiciones sociales de sus pueblos, sino como una relación propia del ser en la relación de confianza que establece con sus seres más cercanos (Granovetter, 1985).

Las redes son de gran multiplicidad, van desde la gestión de la agenda de la producción, hasta el programa de asesoría, con coordinación y apoyo económico. Estas pueden ser verticales u horizontales, dependiendo de las relaciones de poder y de las simetrías inter-empresariales. La red no es solamente una práctica, sino también un concepto para describir un mundo social.

Vázquez Barquero, Gereffi, Bair y Pedro Monreal González, en un análisis más específico, identifican

varios tipos de redes: distritos industriales, complejos industriales y clusters. Vásquez, apoyado en grandes pensadores como Alfred Marshall (1920) y Becattini, explica que la concentración de empresas en un distrito industrial consiste en que la proximidad geográfica propicia la creación de economías externas de escala, como consecuencia de la formación de un *pool* de fuerza de trabajo especializada, la circulación de ideas y el conocimiento entre las diferentes empresas y en diferentes actividades productivas. Es un territorio histórica y espacialmente delimitado, que se caracteriza por la presencia activa de la población y de las empresas locales (Becattini, 2003).

A partir de 1980, se desarrolla el clúster como un nuevo modelo introducido por Porter, que se define como una concentración de empresas sectorial y geográficamente, las cuales se ven beneficiadas de las economías externas, pero son grupos conformados por empresas que se diferencian de las redes en que pueden existir sin desarrollar los aspectos de eficacia colectiva que se asocian al modelo del distrito industrial, la cooperación entre empresas, el aprendizaje conjunto y la innovación fruto de la colaboración. Porter entiende que para competir en las mejores condiciones, las empresas e instituciones tienden a agruparse en un área delimitada, vinculándose entre ellas y creando así un sistema de relaciones que estimula las estrategias competitivas de las empresas y, por lo tanto, del propio clúster. Estos centralizan los proveedores, productores y clientes, además de los factores propios de la producción, como la maquinaria, tecnología y la mano de obra calificada (Porter, 2008).

Carrillo y Hualde plantean que las redes se extienden más allá de un territorio concreto y pueden iniciarse sin la fuerte cohesión social de los distritos y con una menor complejidad que los clusters industriales (Carrillo, J. y Hualde, A. 1996). Montero define cuatro tipos de redes: la territorial, la productiva, la comercial y la tecnológica. En un clúster industrial las empresas pueden estar involucradas de diversas maneras, organizadas de acuerdo con sus características, po-

sibilitando así su interrelación y convivencia. Configurando, por tanto, las redes de relaciones basadas en la subcontratación, en esquemas de colaboración interorganizacional, que se pueden clasificar de acuerdo con esta, habiendo así redes tipo árbol, estrella, de distribución, malla y polo (Montero, C y Morris, P. 1999).

Los encadenamientos productivos se garantizan a través de un conjunto de redes sociales entre empresas o grupos de empresas. Se trata de atender mercados específicos y el punto central es el desarrollo de programas de apoyo, empezando por un enfoque del lado de la demanda.

Este análisis se centrará en identificar las redes existentes en la zona empresarial de El Dorado y estas, a su vez, cómo han influido en el desarrollo de factores de productividad y competitividad. Estas se identificarán por medio de tres categorías centrales definidas así:

1. Intensidad o fuerza del vínculo (Granovetter, 1973), que permite identificar la debilidad o fortaleza de los vínculos. No existe medición. Se analizó a partir de que los actores identificarán: el tipo de comunicación, la frecuencia de los encuentros y la valoración de la fuerza del vínculo, identificados en las relaciones entre los actores, más no al nodo ni a la red.
2. Densidad (Velázquez A. & Aguilar G., 2005), que permite conocer el número de vínculos repetidos en las relaciones identificadas en toda la red.
3. Cercanía (Velázquez A. & Aguilar G., 2005), que muestra la capacidad de todos los actores de llegar al nodo de una red, así como el posicionamiento de un actor frente a otros, identificados en toda la red.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se empleó una metodología empírico-analítica de tipo descriptivo

experimental, la cual permitió realizar una descripción de las características y hechos propios de la zona de estudio, de carácter experimental ya que permitió explicar la relación causa-efecto entre las variables de investigación en cinco momentos:

En el primero se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema de redes empresariales, productividad y competitividad, junto con los estudios históricos del análisis de redes sociales como enfoque metodológico y conceptual.

En el segundo momento, se procedió con la identificación de los sujetos de estudio, el cual se delimitó a las empresas de los sectores financiero, hotelero y de carga de la zona de El Dorado de Bogotá. En un tercer momento, se seleccionaron las empresas ubicadas en el eje vial de la avenida El Dorado o Calle 26, partiendo de la ubicación geográfica del aeropuerto El Dorado, hasta la avenida Cra 68, determinando que la población objeto de estudio se encontraba constituida por 23 empresas.

Al identificar la población se investigó la forma de cálculo de la muestra para una población finita, según el modelo planteado por Arrazola García y Córdoba Hosanilla (1992), a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z^2 * p * q)/e^2}{(1 + ((Z^2 * p * q)/e^2) - 1)/N}$$

Dónde:

N: tamaño de la población.

n: muestra de la población

Z: Constante conforme al nivel de confianza elegido.

p: probabilidad de ocurrencia

q: probabilidad de no ocurrencia.

e: error muestral deseado

Luego aplicar la fórmula anterior, con margen de error del 5% y una confiabilidad del 95%, se obtuvo como muestra 22 empresas. Sin embargo, solo 16 de estas empresas participaron en la investigación.

En el cuarto momento: se aplicó el cuestionario a los representantes de cada una de las instituciones de forma personal. A partir de allí se procedió a recopilar la información, identificando la intensidad, la densidad y la cercanía entre las relaciones empresariales con las firmas seleccionadas.

Posteriormente, en el quinto momento, se procedió a sistematizar la información recolectada a partir de una matriz de Excel, actividad necesaria para vincular la misma en el software UCINET®, herramienta para el análisis de datos de la red social, desarrollado por Lin Freeman, Martin Everett y Stephen Borgatti, donde se realizó el estudio de los datos.

Por último, fueron obtenidos los indicadores de red para el análisis. En el caso concreto de esta investigación se tomaron como referencia tres: la centralidad (*degree*), la densidad (*density*) y la cercanía (*closeness*). Es importante mencionar que la intensidad o fuerza del vínculo no tiene un indicador en sí, por lo cual es necesario partir de la valoración que hacen los empresarios en ese sentido y las orientaciones analíticas elaboradas por los investigadores.

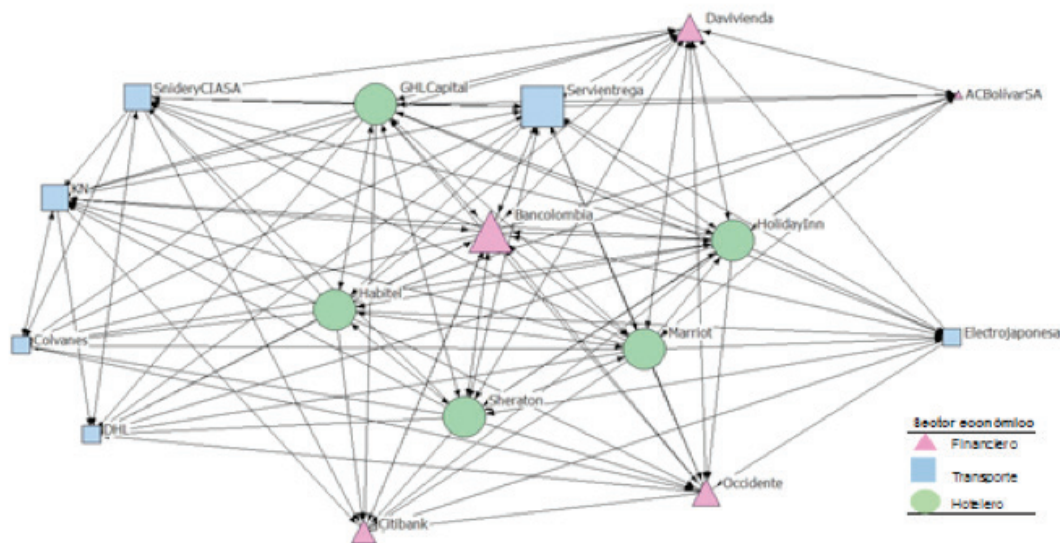
Resultados

Los resultados se presentan por medio de la relación existente dentro de las empresas ubicadas en el eje empresarial El Dorado, en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia, y pertenecientes a los sectores hotelero, financiero y de carga, de tal manera que se pueda identificar si su relación les ha brindado los mecanismos para llegar a ser más productivos y competitivos.

Reconocimiento

En la red de reconocimiento se pueden visualizar las principales interacciones que ocurren en toda

Figura 1 Reconocimiento de la Red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

primera aproximación a las relaciones personales o económicas entre sujetos o agentes. Esto quiere decir que es un nivel superficial y preliminar del análisis, que permitirá llegar a la profundidad de esas relaciones cuando se indaga por la fuerza de esos vínculos y las diferentes interacciones que allí ocurren, tal como se ve en la figura 1.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de densidad, desviación y centralidad de red.

Densidad red reconocimiento	58,58%
Desviación estándar	4,9
Centralización red	44,40%

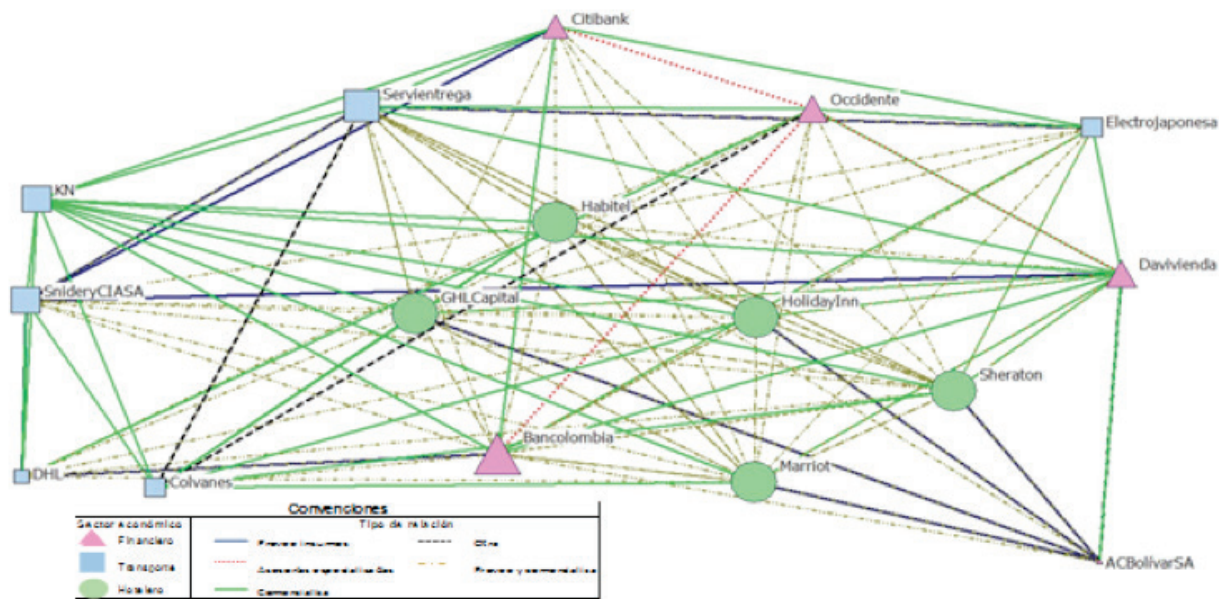
Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Es posible identificar, a través de la tabla 1, estadísticas descriptivas de densidad generadas por el software UCINET®, la desviación y centralidad de

red, que esta red de agentes tiene una tendencia a no concentrar relaciones, resultado positivo para la consolidación de la red, sobre la base de que ningún agente requerirá de otro para gestionar la red, sino de la relación establecida entre los diferentes actores, debido a que sus niveles de centralización son medios 44%, al igual que los datos de intermediación bajos. A su vez, la densidad, es decir, el grado de interacciones es medio con un 58,58%. Sumado a lo anterior se pueden evidenciar en los datos de grado de centralidad (*degree*) y de intermediación (*Betweenness*) lo siguiente: (a) los actores más centrales de la red de reconocimiento se localizan entre Bancolombia, Servientrega, GHLCapital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn con valores del 100%. Sin embargo, esta referencia cambia para el momento de profundizar en el nivel de análisis, donde sale del panorama Servientrega y los valores disminuyen, de tal manera que permite identificar la fortaleza de los vínculos (Granovetter, 1973) entre los agentes con grados medios de densidad y cercanía (Velázquez A. & Aguilar G., 2005), logrando los agentes llegar al nodo sin el

Tipo de relación

Figura 2: tipo de relación de la red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

posicionamiento de un agente frente a los otros y con una mayor posibilidad de desarrollo colectivo.

Tabla No. 2 Estadísticas descriptivas de densidad para tipo de relación.

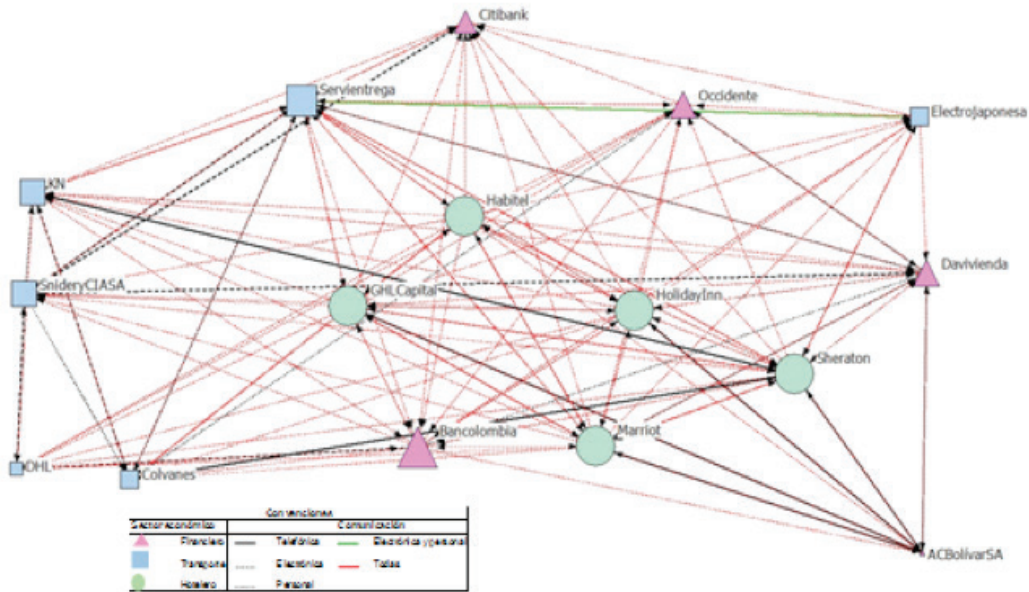
iguales a 1	Density (matrix average) = 7,14%
iguales a 2	Density (matrix average) = 2,14%
iguales a 3	Density (matrix average) = 26,43%
iguales a 5	Density (matrix average) = 62,14%

Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

En la red tipo de relación predominan las relaciones que combinan la provisión de insumos con la comercialización, con una densidad de 62%. En lugar de ello, las relaciones del tipo asesorías especializadas tienen una densidad del 2%. En relación con el grado de centralidad, como se indicó anteriormente, este se concentra en: Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn con valores de 100%, mientras disminuye el nivel de centralidad de Servientrega a 86,7%, disminuyen los valores para: AC Bolívar SA (46,7%) y DHL (60%), mientras que los demás agentes se mantienen constantes en los valores. Para la intermediación los valores se incrementan para Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn, Snider y Cía., Occidente, Davivienda; disminuye para Servientrega y se mantiene constante para Electrojaponesa, DHL y Citibank, ver figura 2 y tabla 2.

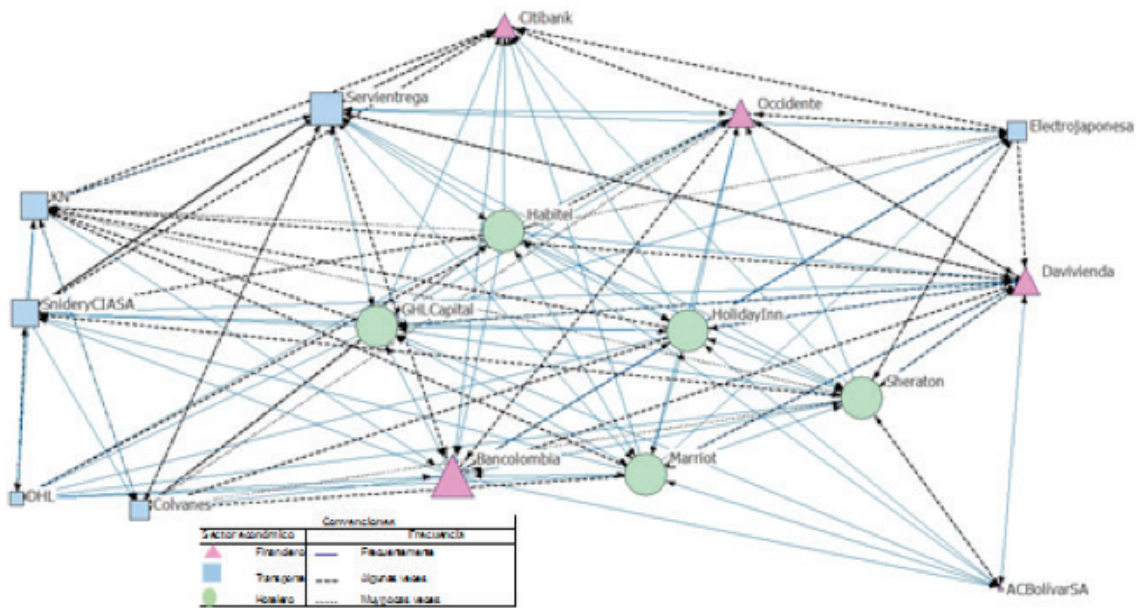
Medio de comunicación-frecuencia-fuerza del vínculo

Figura 3 Medio de Comunicación de la red



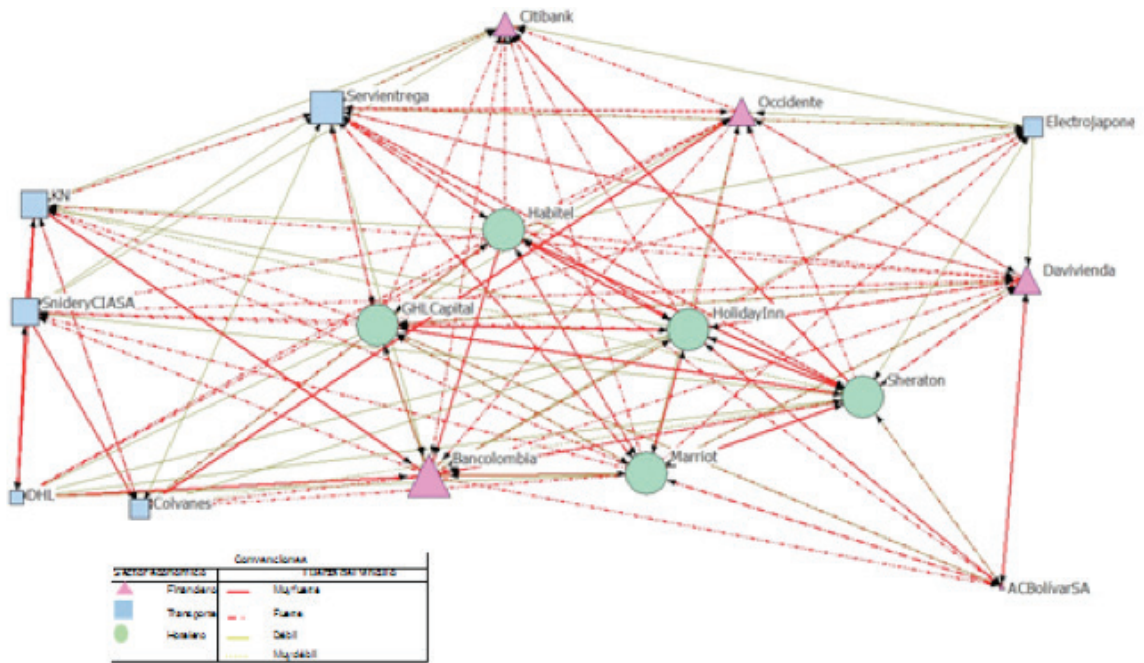
Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Figura 4 Frecuencia de la Red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Figura 5 Fuerza del Vínculo de la Red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Tabla 3 Estadísticas descriptivas de densidad para Medio de Comunicación, Frecuencia de la red y Fuerza del Vínculo de la red.

Vínculos fuertes	Density (matrix average) = 69,29%
	Standard deviation = 0.4613
vínculos débiles	Density (matrix average) = 30,71%
	Standard deviation = 0.4613

Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Estas tres últimas figuras: 3 Medio de comunicación de la red, 4 Frecuencia de la red y 5 Fuerza del vínculo de la red, permiten identificar en forma conjugada el grado de proximidad de las relaciones entre los distintos agentes económicos que conforman la red. En este sentido, al ver la tabla 3,

Estadísticas descriptivas de densidad para Medio de Comunicación, Frecuencia de la red y Fuerza del Vínculo de la red, se logra discriminar los valores de intensidad del vínculo entre fuertes y débiles, identificando la densidad para cada una de estas redes; complementando el análisis con la frecuencia y el medio por el que se comunican, es posible concluir lo siguiente:

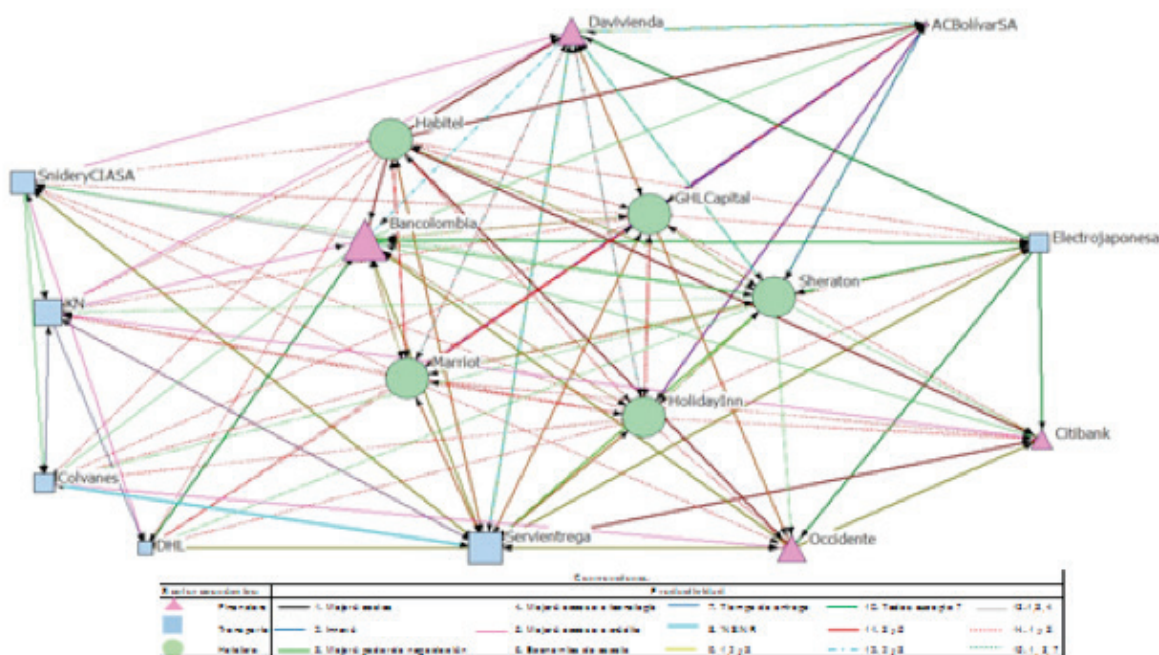
- La mayoría de vínculos es fuerte, con una densidad de esta red de 67%, y con una frecuencia muy alta, 70%.

- En contraste, las relaciones débiles son muy bajas, con un 31%, sumado a una frecuencia de encuentros algunas veces y muy pocas veces de 33%.

- De nuevo los mayores grados de centralidad (100%) se concentran en los mismos actores: Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn.

Productividad

Figura 6 Productividad de la Red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®

Tabla 4 Estadísticas descriptivas de densidad para productividad de la red.

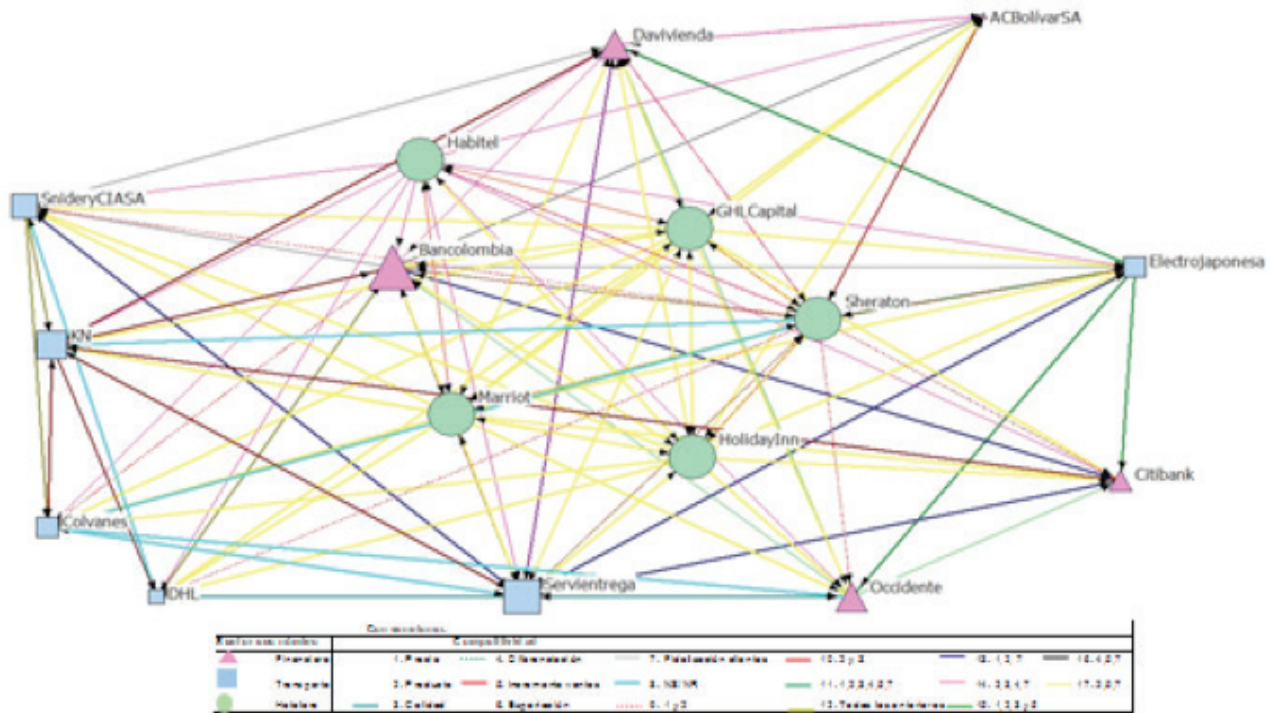
Densidad para mayores o iguales a 9*	Density (matrix average) = 79,14%
	Standard deviation = 0.4063
Densidad para menores o iguales a 7**	Density (matrix average) = 20,14%
	Standard deviation = 0.4011
*Quiere decir para todas las relaciones con alguna combinación.	
**Quiere decir la densidad para la red con solo una opción de las enunciadas.	

Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Los indicadores de red permiten deducir que la mayoría de relaciones se concentra en la combinación de varios factores de productividad, con una densidad de la red de 79%, como se puede ver en la tabla 4, Estadísticas descriptivas de Densidad para Productividad de la red, por su parte un solo factor de productividad es indicador del 20% de las relaciones. En relación con los niveles de intermediación, aumentan en relación con las otras redes analizadas. Se concentran en los mismos agentes económicos los mayores valores Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn; sin embargo, incrementan para: Servientrega, DHL, Davivienda, Occidente, Colvanes y KN.

Competitividad

Figura 7 Competitividad de la Red



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Tabla 5 Estadísticas descriptivas de Densidad para Competitividad de la red.

Densidad para Menor o igual a 7	Density (matrix average) = 8,63%
	Standard deviation = 0.2809
Densidad para Mayor o igual a 9	Density (matrix average) = 87,05%
	Standard deviation = 0.3357

Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Los indicadores de red permiten inferir que la mayoría de relaciones se concentra en la combinación de varios factores de competitividad,

con una densidad de la red de 87%. Por su parte, un solo factor de competitividad es indicador del 8% de las relaciones. Por otra parte, los niveles de intermediación aumentan con relación en las otras redes analizadas, pero en igual magnitud para los valores de productividad. Se concentran en los mismos agentes económicos los mayores valores: Bancolombia, GHIL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holliday Inn.

Conclusiones y discusión

Análisis crítico

Figura 8: Clúster Productividad

Clúster productividad

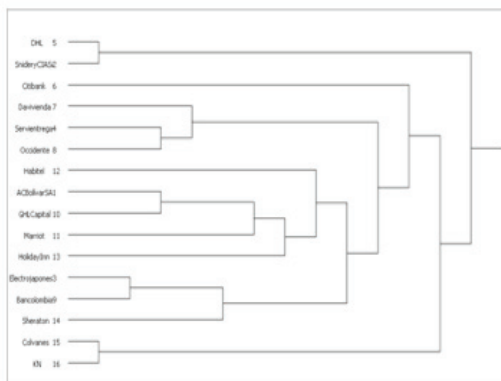
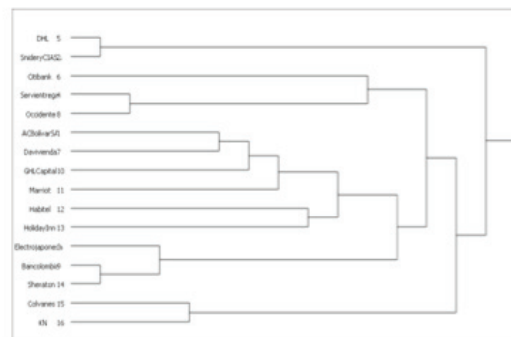


Figura 9: Clúster Competitividad

Clúster competitividad



Fuente: elaboración propia sobre la base de UCINET®.

Si se establece un análisis comparativo entre la competitividad y la productividad, es posible inferir que existe una mayor interacción en la primera que en la segunda. Esto es posible corroborarlo con los valores de densidad de la red; a su vez, los grados de centralidad asociados a la densidad de la red permiten indicar que este grupo de empresas (Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holiday Inn) concentra el mayor valor agregado y, en términos generales, se podría plantear en clave de “clúster” nuclear la interacción que establecen, de tal manera que corroboran que las relaciones establecidas dentro de los actores permiten ejecutar con una mayor eficacia el desarrollo de clúster, al estar trabajando conjuntamente.

La investigación permitió reconocer en la zona de estudio la construcción del Clúster Nuclear, estructurado por las empresas Bancolombia, GHL Capital, Habitel, Marriot, Sheraton y Holiday

Inn, las cuales pueden ser participes activos y significativos dentro de la intención de la Cámara de Comercio de Bogotá de consolidar el clúster de Turismo de Negocios y Eventos, en razón a que en el establecimiento de sus relaciones ha podido potencializar aspectos tan importantes en la construcción de redes tales como el reconocimiento, la fuerza del vínculo, la densidad y la cercanía con la que cuentan, fuente generadora de Capital para la estructura administrativa y la sociedad.

Se establece que el grado de relación establecido dentro de lo que se ha denominado Clúster Nuclear se fortalece, no solo por vínculos de red evidenciados en la presente investigación, sino por los logros obtenidos en la asociación COTELCO (Asociación Hotelera y Turística de Colombia).

Se comprobó, para el caso de la presente investigación, que la cercanía desde el punto de vista

de red (Velázquez A. & Aguilar G., 2005), propicia en mayor medida la constitución de clúster nuclear más que por la concentración geográfica (Porter, 2008), vinculando agentes de otros sectores, como los casos de las empresas Servientrega y Bancolombia, en el ofrecimiento de recursos necesarios para su competitividad y los cuales pueden concebirse como una cadena de valor al brindarle soporte y apoyo al clúster nuclear.

Frente a lo anterior, la vinculación de Servientrega y Bancolombia permite componer al clúster nuclear como una organización con la configuración de cadena de valor, ingrediente fundamental para una organización basada en procesos que busca la satisfacción permanente de su cliente y que seguramente podrá obtener normalización y certificarse en sistema de gestión de la calidad, uno de los aspectos representativos por trabajar para mejorar su nivel de competitividad.

Se hace evidente que para mejorar el desarrollo del tejido empresarial colombiano, sobre todo en temas relacionados con asociatividad y consolidación de redes empresariales, es necesario desarrollar las ciencias administrativas y dependientemente la inclusión de las ciencias sociales, las cuales brindan una orientación de las relaciones que se establecen dentro de los actores que intervienen en una sociedad compleja y con intereses diferentes.

El hecho de pertenecer a una asociación, parque empresarial o red, no es garantía de trabajo en conjunto, según el objetivo primordial por el cual se compone, evidenciado en la presente investigación, donde se logra identificar una mayor interrelación entre diferentes actores por el grado de complementariedad de sus servicios. Es decir, requieren adquirir sus servicios uno del otro para el usufructo de su razón social más que la integración de intereses guiados hacia el fortalecimiento de sus debilidades para la penetración de nuevos y mejores mercados.

REFERENCIAS

Cardona, M. (2000). Redes industriales como construcción social para la competitividad. *Revista Aldea Mundo Universidad de los Andes - Venezuela*.

Cardona, M. y Osorio, A. (2002). Gestión Empresarial de desarrollo vista a través de: las trayectorias profesionales, las redes y las competencias. Medellín, Colombia: Universidad Eafit, informe de investigación.

Cardona, M. (2006) Redes, asociatividad y alianzas. Periódico *Portafolio* - Colombia.

Deming, W. (2008). *Calidad, productividad y Competitividad: la salida a la crisis*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.

Fernández, Juan C. y Arranz, Nieves (1999). *La Cooperación entre empresas: Análisis y Diseño*. Madrid, España: Editorial ESSIC.

Hernández, Roberto, et all. (2007). *Fundamentos de metodología de la Investigación*. Madrid, España: Editorial Mc Graw Hill.

Gonzalo Maldonado-Guzmán, Carlos, H. G., y Edgar, J. G. (2012). Co-operation as a marketing strategy in Mexico's SMEs: An empirical evidence/ La colaboración como estrategia de marketing en la pyme de México: Una evidencia empírica/ Colaboração e estratégia de marketing nas PME no México: A evidência empírica. *Revista De Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 6(2), 16-28. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1037991941?accountid=48891>.

Hugo José, M. C., Tomás José, F. H., y Efraín de la, H. G. (2011). Análisis comparativo entre las cadenas productivas del sector textil-confecciones de la provincia de Jiangsu-China y el departamento del Atlántico-Colombia/ Comparative analysis between the chain of textile-apparelin of jiangsu province in china and the department of the atlántico-Colombia. *Ingeniare:*

Revista Chilena De Ingeniería, 19(3), 429-441. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1011569511?accountid=48891>.

Cámara de Comercio de Bogotá D.C. (2010). Como trabajar en red empresarial. Tomado http://www.bogotaemprende.com/documentos/3607_31_03_10_2doc_trabajarred.pdf consultado Febrero 24 de 2013, 4:00pm.

Uribe Garzón, C. (2002). Bases del Cooperativismo (Vol. Quinta edición). Bogotá: Fondo Nacional Universitario.

Secretaría del Senado de la República de Colombia (1998). Ley 454 de 1998, consultado Febrero 27 de 2013, 10:45pm en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1998/ley_0454_1998.html.

El Tiempo (2013). Medellín es la ciudad más innovadora del mundo. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12627469>. Tomado Marzo 01 de 2013, 2:40pm.

Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2012). Acuerdo 489 de 2012, consultado Marzo 01 de 2013, 5:23pm en: <http://portel.bogota.gov.co/portel/libreria/pdf/Acuerdo489de2012Plandedesarrollo2012-2016.pdf>.

HSBCNoticias.com (2013). Apoyan redes empresariales en Cundinamarca. Consultado Febrero 23 de 2013, hora 7:08pm en: <http://hsbnoticias.com/vernoticia.asp?wplaca=34833>.

Azua, Jon (2008). *Clusterizar y globalizar la economía "La magia del proceso"*. Bogotá, Colombia: Editorial Oveja Negra.

Porter, Michael (1990). *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Tacuarí.

Porter, Michael (2008). *Ventaja competitiva: Creación y sostenibilidad de un rendimiento superior*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.

Senge, Peter (2004). *La quinta disciplina*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Garnica.

Arroyo López, M. y Cárcamo Solís, M. (2010). Terceras partes como coordinadores de redes organizacionales soportadas por relaciones sociales. *Revista de Ciencias Sociales*, XVI (3), 389-399.

Asociación Chilena de Municipalidades (1995). *El desarrollo económico local*. Fundación Fiedrich Ebert. Santiago de Chile: La Asociación.

Bakerman, M. y Sirlin, P. (1998). Política industrial y estabilización, apertura e integración económicas. En *Comercio Exterior: Órgano de difusión del Banco Nacional de Comercio Exterior*. Vol. 48, No7.

Becattini, M. (ed) (1987) *Mercato e Forze Locali: Il distretto industrial*. Bologna: Il Mulino.

Burt, R. (2000). The Network Structure Of Social Capital. En: *Research in organizational Behavior*. Vol 22.Greenwich.

Garafoli, G. (1994). "Los sistemas de pequeñas empresas: un caso paradigmático de desenvolvimiento endógeno". En: *BENKO, G. y LIPIETZ, A. (eds.): Las regiones que ganan. Distritos y redes: los nuevos paradigmas de la geografía económica*. Alfonso el Magnánimo. Generalitat Valenciana. Valencia 59-80.

Gereffi, G. (1995). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Reatailers Shape Overseas Production Networks. Digesto del seminario de Política Industrial del Doctorado de Economía, UNAM.

González, P. (1998). La política industrial en la era de la globalización. En: *Comercio Exterior: órgano de difusión del Banco Nacional de Comercio Exterior*. Vol. 48, No. 7.

Granovetter, Mark S. (1973). La fuerza de los vínculos débiles. En *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.

- Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: the problem of embeddedness. En *American Journal of Sociology*, Vol.91, No.3.
- Hanneman, Robert A. (2000). Introducción a los métodos de análisis de redes sociales. Available from <http://revista-redes.rediris.es/webredes/>.
- Hualde, A. (1998). Pymes y desarrollo regional: La utilidad de los enfoques europeos y sus limitaciones. En: *Revista de la sede académica de México de la facultad de Ciencias Sociales*. Vol. 7, No. 13.
- García Macías, A. (2002). Redes sociales y clusters empresariales. *Redes*, 1(6), 1-20.
- Humprey, J. y Schmitz, H. (1995). Principles for promoting clusters & network of SMEs. En: *UNIDO. No.1 United Nations Industrial Development Organization*.
- Jarillo, J. (1993). *Estrategia Internacional*. Mcgraw-Hill.
- Masaaki, I. y Gemba, K. (1998). *Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. Santa fe de Bogotá: Mc Graw Hill.
- Montero, C. y Morris, P. (1999). "Territorio, competitividad sistémica y desarrollo endógeno. Metodología para el estudio de los Sistemas Regionales de Innovación". Ponencia presentada en el Seminario Internacional "Instituciones y actores del desarrollo territorial en el marco de la globalización", Concepción, 14 y 15 de enero de 1999).
- Monreal González, P. (2000). La paradoja global-local y la cuestión del desarrollo. p.p. 18 – 34; Centro de Investigaciones de Economía Internacional (CIEI) Universidad de La Habana. www.uh.cu/facultades/economia/Contenido/IVretosteoriaeconomica/ponenciascentrales/IV6MONREAL.doc.
- Murcia-Sandoval, M., y García-Molina, M. (2011). Grupos económicos y productividad en Colombia, una mirada a la encuesta anual manufacturera. *Innovar*, 21(40) Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1677603655?accountid=33146>
- Ortiz, C. H., Uribe, J. I., y Vivas, H. (2013). Productividad, acumulación y deseconomías públicas en el crecimiento económico colombiano. *Cuadernos De Economía*, 32(59), 235-265. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1677493015?accountid=33146>
- Perez, W. y Stumpo, G. (2001). "Las políticas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas industriales en América Latina y el Caribe". En Enrique Dussel (coord.), *Claroscuros: integración exitosa de pequeñas empresas y medianas empresas en México*, México.
- Pike, F. (1995). *Las redes cooperativas de pequeñas empresas*. Caracas, Venezuela: Ed. Galac.
- Pinto, J. y Suárez, F. (1999). "Política de talento humano para la Pyme en Colombia". En: *Banco Interamericano de Desarrollo; Departamento Nacional de Planeación y Asociación Colombiana de Pequeñas y Medianas Industrias. Desarrollo de la pequeña y mediana empresa en Colombia*. Bogotá: los editores.
- Szarka, J. (1994) Las redes y la pequeña empresa, en *Desarrollo y Gestión de PyMEs: Aportes para un debate necesario*, Hugo Kantis (Ed.), Universidad Nacional General Sarmiento, Buenos Aires, 1998.
- Vásquez Barquero, A. (2006). Surgimiento y transformación de clusters y milieus en los procesos de desarrollo. *Revista Eure* Vol. XXXII, No. 95 pp. 75-92, Santiago de Chile.
- Velázquez A., Alejandro, y Aguilar G., Norman. (2005). Manual introductorio al análisis de redes sociales. México.
- Villavicencio, D. (2003). "Economía y sociología: Historia reciente de una relación conflictiva,

discontinua y recurrente”. En: E. De la Garza Toledo (Ed.), *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo* (pp. 683-715). México D.F.: El Colegio de México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma Metropolitana, Fondo de Cultura Económica.

Nota técnica

BANCO MUNDIAL, AJUSTES ESTRUCTURALES Y ESCUELA DE LOS CHICAGO BOYS

THE WORLD BANK, STRUCTURAL ADJUSTMENTS AND THE CHICAGO BOYS' SCHOOL

Roberto Acevedo* | Bernardo Javalquinto**

RESUMEN

Se constata empíricamente que el ciudadano medio no logra un nivel de acceso razonable ni de comprensión integral en materia económica, cuestión esencial para que un país evolucione hacia una sociedad organizada. Existen numerosos ejemplos de aquello en la historia de las naciones y el orbe. Particularmente, en La República de Chile no es criterioso no verbalizar y visibilizar determinados acuerdos adoptados en la pasada década de 1980.

Es de escaso conocimiento global en la sociedad chilena que en este período se firmó un acuerdo confidencial, en el cual se vieron involucrados el Banco Mundial y el Ministerio de Hacienda del Gobierno de Chile. Es relevante señalar que la información sobre este acuerdo confidencial se mantuvo en el

más absoluto secreto en torno a un protocolo riguroso de confidencialidad.

Esta información, tras un largo período, fue desclasificada, en virtud de lo cual uno de los autores (B) solicitó autorización expresa para realizar una investigación y, en principio, escribir una obra al respecto. Esta información, expuesta en este breve artículo, muy probablemente originará un debate académico de cierta envergadura con los consecuentes efectos en lo político y económico.

Existe un tema extremadamente complejo en nuestra nación y dice relación directa con la concentración de capital en unos pocos grupos económicos y la cada día más injusta distribución de la riqueza, lo que se refleja en las altas tasas de desempleos formales, disminución de los ingresos reales (desequilibrio de

* Pasaje Rector Horacio Aravena A. Ex Pasaje 1. Casa 2950. Macul Santiago Chile CP: 7810000

** Camino Santa Inés 1000 Parque lo Carvallo Calera de Tango. Santiago Chile CP: 9560000

Trabajo empírico-investigación.

Fecha de recepción: 02 de octubre de 2017

Fecha de aceptación: 31 de octubre de 2017

ingresos versus egresos), incremento no sustentable de la deuda de los ciudadanos (se estima del orden de US\$ 12.000 por habitante, considerando un padrón de ciudadanos del orden de dieciséis millones de habitantes), entre otros factores negativos.

Este artículo técnico tiene como foco principal dar a conocer el estado de la situación económica a nivel país, durante un período de la historia en el cual surge la llamada Escuela de los Chicago Boys, su acción y consecuencias a nivel país. El presente estudio no intenta ser concluyente ni definitivo, considerando que la invitación es a analizar los datos y abrir el debate

Palabras Clave: Escuela de Chicago, política crediticia, ajustes económicos

Clasificación JEL: F30, G21, I23

ABSTRACT

It is of an empiric character to corroborate, the fact that the average citizen does not achieve a reasonable level of both access and a comprehensive understanding of economic issues which are crucial and essential for a country to undergo evolution to a well-organized society. In the history of the nations of the world, there are a number of examples and in particular, in the Republic of Chile about agreements reached among the World Bank and the Government in the last decade of the 1980s. These agreements were kept as confidential and therefore not made public and socialized with the people of the nation. We must emphasize that the information with reference to this confidential agreement was kept secret and a rather strict protocol of confidentiality was made operative. The information related to these agreements, was declassified after several decades, and one of the

author of this article (BJ) requested to the World Bank express authorization to undertake research and in principle to use the data so as to make it public. The information which is disseminated in this article is highly likely to lead to a major academic debate with the consequent effects in the political and economic spheres.

In our view, there is an extremely complex issue in Chile and this is closely related, to the undesired concentration, in very few economic groups of the economic power of the whole nation. We strongly believe that this current situation is likely to explain the increasingly unjust distribution of the wealth and as a consequence, we observe a high rate of unemployment, a real decline of the incomes (imbalance of incomes versus expenditures), unsustainable increase of citizens 'debt (estimated at US\$ 12,000 per inhabitant, considering a population register of the order of sixteen millions of inhabitants) among other negative factors.

This technical article is focused to make known the state of the economic situation, during the period of our history in which the Chicago School emerges, its actions and consequences at the country level. We must emphasize that the current article does not pretend to be conclusive and definitive, considering that we aim to welcome a thorough analysis of the data and therefore to open an academic discussion.

Key words: The Chicago School, Crediting Polity, Economic Adjustments

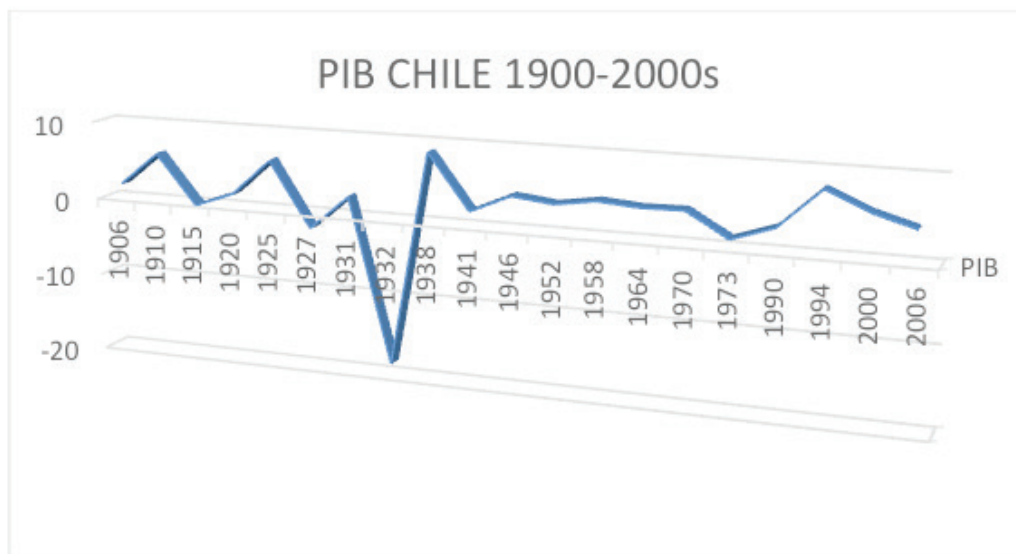
JEL Code: F30, G21, I23

Es relevante intentar racionalizar las causas más probables de este estado de la economía nacional y el deterioro de la calidad de vida de los habitantes de nuestro país. Cuando se analiza con cierto detalle el mencionado acuerdo y sus consecuencias en la población y estado de salud de nuestra economía, es relativamente fácil concluir que esta información no ha sido considerada formalmente por las máximas autoridades de la nación por varias décadas.

Cuando observamos las cifras y su comparación a través del PIB (producto interno bruto) en el período comprendido entre 1900-2000 (ver Figura 1), es posible observar nítidamente la peor crisis económica de los años treinta y cómo se ha comportado la economía a lo largo de un siglo.

Existe una presunción fundada: las autoridades superiores de la nación muestran en su hacer y quehacer un cierto grado de desconocimiento del ajuste estructural entre el Banco Mundial y el Gobierno de Chile, a través de sus ministerios de Hacienda y Economía, lo que originó un proceso de saneamiento de la economía, por medio de acciones concretas hacia una economía abierta de mercado con una diversificación de las exportaciones. Esta información privilegiada con referencia al ajuste estructural produjo una alta concentración de la riqueza y enajenación de bienes y servicios en una escala sin precedentes. Surgen con vigor los grupos económicos y se observa un aparente progreso en áreas de interés, sin embargo, los sellos de un país en una eterna senda de progreso y desarrollo son cada día más visibles.

Figura 1



Fuente: Banco Central.

Los grandes temas a nivel país (innovación, creación, desarrollo científico-tecnológico sólido y de envergadura, negocios sociales, emprendimiento, estándares universalmente aceptables en educación, vivienda, balance entre exportaciones e importaciones, entre otros elementos) siguen esperando atención, todo lo cual es altamente riesgoso ad portas de la cuarta revolución industrial-tecnológica.

En relación con el Acuerdo Confidencial entre el Banco Mundial y el Gobierno de la República de Chile, se discute con rigurosidad el verdadero rol jugado por los llamados Chicago Boys.

En Chile se instaló con fuerzas la opinión de que la Escuela de Chicago habría sentado, a través de sus exdiscípulos nacionales, las bases económicas del Chile de hoy. Escuchamos en más de una oportunidad respecto de la implementación de la política del chorreo, es decir en una concepción económica piramidal, que el crecimiento de la economía produciría un efecto importante en la microeconomía y el deseado incremento observable en la calidad de vida de los ciudadanos de nuestro país. En realidad, todo indicador objetivo sugiere que las bases de la economía de nuestra nación son el resultado de las políticas e intervención directa del Banco Mundial y de todos sus lazos políticos-económicos, más que de genialidades individuales o de pequeños grupos de exdiscípulos de la Escuela de Chicago. La Figura 1, entre otros elementos de comparación, nos muestra que la evolución del PIB entre los años 1973 y 1994 se asocia a una pendiente positiva y posteriormente se produce un marcado deterioro hacia el año 2006. Recordamos en este punto muy vívidamente la crisis de los 80, período muy complicado para los ciudadanos de este país, con éxodos masivos de talentos al extranjero y la creación de una serie de programas para mitigar la creciente cesantía.

Hacia el año 1982, el país estuvo transitando por una senda de alto riesgo, la cual podría traducirse en un

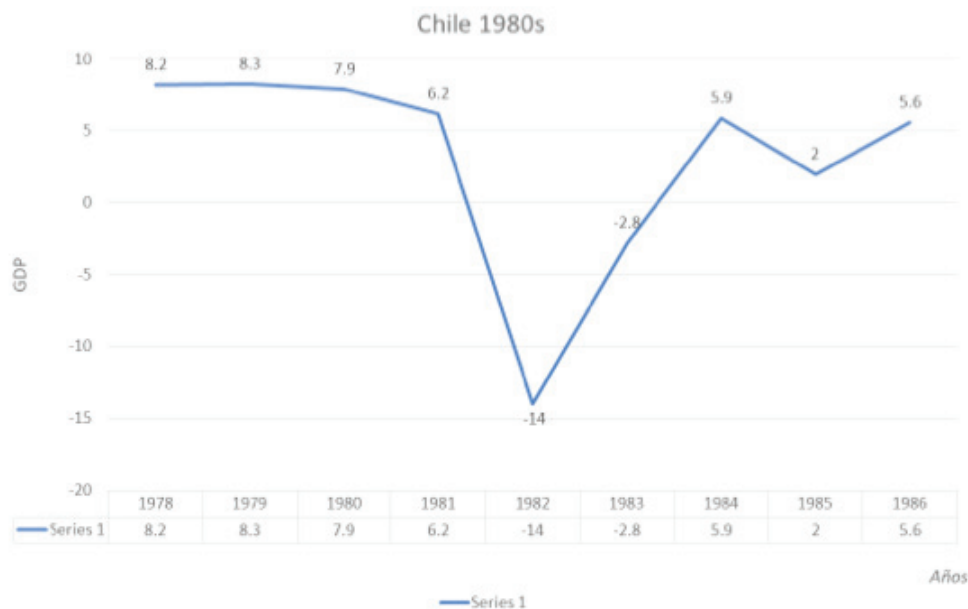
default y cesación de nuestros compromisos con las instituciones internacionales. Los economistas con gran influencia en el Gobierno de esa época fueron Hernán Buchi y Carlos Cáceres, los cuales no se distinguieron precisamente por su asertividad, empatía y cercanía con el Sector Productivo o los ciudadanos de la nación. Más bien nos quedó el sabor amargo de su soberbia y arrogancia.

En uno de los trabajos presentes en “Programas de Ajuste Estructurales en Chile, El Banco Mundial sus préstamos en 1985, 1986 y 1987 y su impacto en la economía chilena”, un estudio de esta situación económica realizado por los señores Felipe Larraín B. y Rodrigo Vergara M., “Chile en pos del desarrollo: Veinticinco Años de Transformaciones Económicas”, Parte I: “El Nuevo modelo”, trata sobre las grandes transformaciones de Chile y el efecto económico que ha causado el modelo chileno en relación con el histórico debate económico entre conservadores, marxistas y liberales.

Los autores antes mencionados hablan de la liberalización de la economía y reducción del Estado como ejes centrales, junto con otras medidas. Durante ese periodo los Chicago Boys aplican las fórmulas de Milton Friedman, pero al bajar las tasas de aranceles la economía cae en un 14%, aduciendo que la causa de que el PIB caiga es su política (ver figura 2), pero no se dan cuenta de que la crisis de los 80 era global y desconocen en esta publicación un análisis de los tres préstamos de ajuste estructural otorgados a Chile por el Banco Mundial, en el que se explica cómo Chile pasó de una economía cerrada, monoexportadora, a una abierta, incluyendo las siguientes medidas: abrir la economía mediante la aplicación de bajas en las tasas arancelarias, que para su época eran extremadamente altas, Standard (105% que llegaban a 750%); que el 80% de las exportaciones de Chile provinieran del cobre, con un Estado meramente regulador.

¹ <https://www.cepchile.cl/chile-en-pos-del-desarrollo.../093208.html>

Figura 2



AÑO	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
PIB	8,2	8,3	7,9	6,2	-14	-2,8	5,9	2	5,6
INFLACIÓN	30,3	38,9	31	9,5	20,7	23,1	23	26,4	17,4
DESEMPLEO	14,2	13,6	10	11,3	19,6	14,6	13,9	12,9	12
ARANCELES	15	11	10	10	10	18	25	26	20
US\$	31,7	37,2	39	39	44,3	78,8	98,5	161	192,9

Fuente: Banco Central.

También se planteó revertir la intervención del Estado, privatizar las empresas estatales en manos de Corfo, mejorar el desempeño económico y social, aumentar el ingreso per cápita (PPP), formar un Banco Central Autónomo, reducir la inflación, reformar y disminuir el tamaño del Estado, efectuar una reforma tributaria, iniciar concesiones de infraestructura, desarrollar nuevas políticas ambientales, analizar los tratados de libre comercio. De esta forma, Chile pasó a ser una de las economías con mayor cantidad de tratados con países de la orbe.

La Crisis de los 80. Este análisis incluye las reformas financieras, de capitales, sociales, en torno al sistema

previsional, administradoras de fondos de pensión (AFP), reformas laborales, en torno a la reducción de la pobreza, reformas en el sector salud, en el Fondo Nacional de Salud (Fonasa), municipalización de los centros de atención primaria, instituciones de salud previsional, desarrollo de un Plan de Acceso Universal con Garantías Explícitas (AUGE), reforma a la Educación en torno a la autonomía de establecimientos educacionales, universidades privadas.

Por una parte, algunas de estas reformas fueron motivadas por el gobierno de turno, luego de que Chile cayera en una gran crisis económica en 1985.

Viendo esta situación, el Jefe de Estado se dirigió al Banco Mundial para que interviniera en la crisis.

A este respecto, el artículo explica, a través del documento enviado con la autorización del Banco Mundial, “Program Performance Audit Report – Chile, First Second and Third Structural Adjustment Loans (Loans 2625-CH, 2767-CH and 2892-CH, June 26, 1990”², que todos los cambios que el Banco Mundial hizo para estabilizar la economía chilena durante el gobierno militar toman efecto a partir de la década del 90, y que la verdadera historia es que Chile transformó su economía gracias a estos préstamos de Structural Adjustments Loans (SALs). Los préstamos en sí estaban “enfocados en tres problemas fundamentales, la necesidad para acelerar y diversificar las exportaciones, el desequilibrio y la

insuficiencia en ahorro-inversión y caos financiero. El tercero, se concentró en mercado de capitales a largo plazo, seguros social y salud”, estabilizando la economía en un modelo en el cual las políticas fiscales y monetarias la mantuvieran estable frente a las crisis internacionales. Cuando se recuperó la democracia (Figura 3.), el país no sabía de la Confidencialidad del Ajuste Estructural ni del rol jugado por el Banco Mundial. Resulta razonable pensar que el Gobierno de esa época intentó continuar con las reformas siguiendo el modelo económico de Alemania post segunda guerra mundial: una economía social de mercado. No obstante, en Chile existía una economía libre de mercado abierto y mixta, dado que se mezclan las políticas monetarias y fiscales.

Figura 3



AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Media
PIB	8	12	7	5,7	11	7,4	6,6	3,2	-1	4,4	2,8	2	5
INFLACIÓN	19	13	12	8,9	8,2	6,6	6	4,7	2,3	4,5	2,6	3	15,764
DESEMPLEO	7,4	7,1	6,2	7,8	6,6	5,4	5,3	7,2	8,9	8,3	7,9	7,8	9,708
ARANCELES	11	11	11	11	11	11	11	11	10	9	8	7	13,28

Fuente: Banco Central.

² <http://documents.worldbank.org/curated/en/449111468022435116/Chile-First-Second-and-Third-Structural-Adjustment-Loan-Projects>

En la actualidad existe un consenso en torno a que la OECD recomendó al Gobierno en oficina continuar con los tres ajustes estructurales mencionados en el texto principal.

La actual presidenta de la República³, junto a sus ministerios de Hacienda, Economía y Gabinete Político, ha intentado dar los pasos iniciales para tender hacia una economía de mayor consenso a nivel país. Muchas de estas iniciativas, sin embargo, no han logrado cristalizar por errores en su implementación y, lo que es aún más complejo, por la disminución dramática de la inversión y las oscilaciones de los valores de los recursos no renovables, básicamente exportaciones de cobre y explotación inteligente de litio y otras no tradicionales.

Chile se aproxima a una renovación de sus autoridades superiores y pensamos que las reformas señaladas en el texto principal deberán ser perfeccionadas. Además, debe hacerse un esfuerzo inteligente por incrementar la inversión, la creación de negocios sociales y el emprendimiento. Los cambios deben apuntar hacia una economía sana, proactiva y con una sólida presencia en los mercados nacionales e internacionales. Este es el camino correcto que nos puede llevar a un crecimiento orgánico y sostenido en el tiempo con paz y justicia social.

Existe una inquietud importante en torno a la gestión del gobierno antecesor al segundo mandato del gobierno actual, y dice relación con la discontinuación de reformas sugeridas por la OECD y organismos internacionales. Es un tema de análisis y debate de relevancia. Deseamos una sociedad libre y organizada, proactiva y eficiente.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

ALCANCE Y POLÍTICA EDITORIAL

Los trabajos a ser considerados en la Revista Chilena de Economía y Sociedad, deben ser inéditos, no publicados en otras revistas o libros.

Excepcionalmente el Comité Editorial podrá aceptar artículos que no cumplan con este requisito.

Arbitraje: Los artículos recibidos serán sometidos a evaluación, a recomendación del Director de la Revista, donde el Comité Editorial enviará los trabajos a árbitros independientes para su aceptación o rechazo. En este último caso, se emitirá un informe al autor/a donde se señalen las razones de la decisión. El Comité Editorial podrá solicitar trabajos a autores de reconocido prestigio, quienes no serán sometidos al proceso de evaluación por árbitros.

FORMA Y PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS

Extensión: El artículo deberá tener una extensión entre 12 y 15 páginas (aproximadamente entre 8.000 y 10.000 palabras), tamaño carta, a espacio simple, cuerpo 12, incluidos gráficos, cuadros, diagramas, notas y referencias bibliográficas.

Idiomas: Se aceptan trabajos en castellano portugués e inglés, los cuales serán publicados en su idioma original.

Resumen y palabras claves: El trabajo deberá tener un resumen en español e inglés en la primera página, de no más de 200 palabras, que sintetice sus propósitos y conclusiones más relevantes. De igual modo, deben incluirse tres palabras claves, que en lo posible no se encuentren en el título del trabajo, para efectos de indización bibliográfica. Además, se incorporará el Código: Journal of Economic Literatura (JEL).

Nota biográfica: En la primera página, en nota a pie de página, deben consignarse una breve reseña curricular de los/as autores/as, considerando nacionalidad, títulos y/o afiliación profesional actual y su dirección de correo electrónico, para posibles comunicaciones de los/as lectores/as con los/as autores/as.

Referencia bibliográfica: Utilizar para las referencias bibliográficas la modalidad de (Autor, Año) en el texto, evitando su utilización a pie de página. Ejemplo: (González, 2000). Agregar al final del texto, la bibliografía completa, sólo con los/as autores/as y obras citadas, numeradas y ordenadas alfabéticamente. Para el formato de la bibliografía, utilizar la “Guía para la presentación de referencias bibliográficas de publicaciones impresas y electrónicas” disponibles en formato electrónico en: <http://eprints.rclis.org/6944/1/ReferenciasBibliograficas.pdf>

Derechos: Los derechos sobre los trabajos publicados, serán cedidos por los/as autores/as a la Revista. Investigadores jóvenes: El Comité Editorial considerará positivamente el envío de trabajo por parte de investigadores/as jóvenes, como una forma de incentivo y apoyo a quienes comienzan su carrera en investigación.

Ejemplares de cortesía: Los/as autores/as recibirán cinco (5) ejemplares de cortesía del número de la revista en que se publique su artículo.

ENVÍO DE MANUSCRITOS

Todas las colaboraciones deberán ser enviadas impresas en duplicado. Los autores podrán remitir sus artículos en, CD o a los correo electrónicos:

editorial@utem.cl
clmolina@utem.cl



UTEM

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA
del Estado de Chile



UTEM

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA

del Estado de Chile



EDICIONES UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA METROPOLITANA

ISSN: 0718-3933 (formato impreso)

ISSN: 0719-0891 (formato on-line)