



Logística del comercio internacional de la región de la Cuenca del Pacífico a través del Análisis Envolvente de Datos Network

International trade logistics of Pacific Region through a Network Data Envelopment Analysis

América Ivonne Zamora Torres*

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Recibido el 29 de diciembre del 2016; aceptado el 19 de junio del 2017

Disponible en Internet el 17 de septiembre de 2018

Resumen

El objetivo de la presente investigación es identificar el grado de eficiencia o ineficiencia de la red logística del comercio exterior (exportaciones), de 17 países que conforman la región de la Cuenca del Pacífico, así como analizar que variables pueden mejorar y en qué medida para que los países que no son eficientes logren la optimización de sus recursos. La metodología propuesta para la presente investigación es el modelo no paramétrico de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) Network, presentado en dos etapas en la primer etapa o nodo, se utilizan como *inputs* las variables aduanas, infraestructura y servicios de transporte y como *outputs* del primer nodo e *inputs* en el segundo nodo, las variables servicios logísticos, costos y tiempo de ejecución y finalmente las variables volumen y valor de las exportaciones fueron utilizadas como *outputs* para el segundo nodo. Los resultados muestran que solo Singapur obtuvo los tres tipos de eficiencia analizados (Eficiencia Técnica Global, Eficiencia Técnica Pura y Eficiencia de Escala) mientras que, algunos países muestran solo Eficiencia Técnica Pura tales el caso de México, China, Indonesia, Nueva Zelanda, Perú, Singapur y Tailandia lo que muestra que la mayoría de los países no están operando a una escala óptima a pesar de que algunos aprovechan bien sus recursos.

Códigos JEL: F10, F20, R40, R42.

Palabras clave: Eficiencia; logística; comercio exterior; DEA, Network

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: americazt@hotmail.com A.I. Zamora Torres

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1359>

0186- 1042/©2018 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. This is an open access article under the CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Abstract

The aim of this research is to identify the degree of efficiency or inefficiency of the foreign trade logistics network (exports) from 17 countries that make up the Pacific region, as well as to analyze which variables can be improved and to what extent so that countries that do not are efficient to achieve the optimization of their resources. The methodology proposed for the present research is the non-parametric model called Data Envelopment Analysis (DEA) Network presented in two stages in the first stage or node are used as *inputs* the variables customs, infrastructure and transport services and as *outputs* of the First node or stage and *inputs* in the second stage or node the variables logistic services, costs and execution time and finally the variables volume and value of exports were used as *outputs* for the second node. The results show that only Singapore obtained the three types of efficiency analyzed (Global Technical Efficiency, Pure Technical Efficiency and Scale Efficiency), while some countries show only Pure Technical Efficiency such as Mexico, China, Indonesia, New Zealand, Peru, Singapore and Thailand which shows that most countries are not operating at an optimal scale despite the fact that some countries make good use of their resources.

JEL classification: F10, F20, R40, R42.

Keywords: Efficiency; logistics; foreign trade; DEA; Network.

Introducción

El probable origen del término logística es el griego *logistikos*, que significa “experto en el cálculo” (BTRE, 2001). Acorde con el Consejo de Administración Logística se puede definir a la logística como parte del proceso de la cadena de suministro que planea, implementa y controla la eficiencia, el flujo hacia adelante y atrás así como el almacenamiento de bienes y servicios e información entre el punto de origen y el punto de destino a fin de satisfacer las necesidades de los clientes (Tilanus, 1997).

La logística fue inicialmente algo utilizado por los militares, quienes a través de ella planeaban eficientemente estrategias militares en los campos de batalla. Posteriormente la logística se volvió parte importante del sistema integral del proceso de producción. Su desarrollo fue justamente en la recesión de Estados Unidos en los años 50, donde los industriales pusieron especial importancia en la circulación de las mercancías. Sin embargo, el término como tal no fue un tema que interesara a la academia hasta la década de 1960.

El concepto de logística como una administración integrada surge en la década de 1980, donde a la logística se le agrega la función de distribución física, esto como respuesta a la desregulación del transporte y a la creciente globalización (Coyle, Langley, Gibson, Novack, & Bardi, 2009). A mediados de 1980 la logística fue reconocida como un elemento clave del comercio considerando dentro de sus elementos a los costos de transporte y almacenamiento (BTRE, 2001). No obstante, a mediados del siglo 20 fue cuando comenzó el auge por los estudios encaminados hacia los sistemas logísticos del comercio internacional así como, el reconocimiento de la logística como elemento esencial de las actividades empresariales y el mantenimiento de la competitividad (Tseng, Yue, & Taylor, 2005).

Una red competitiva de logística global es el epicentro del comercio internacional (Arvis & et al, 2010). La nueva realidad competitiva presenta un espacio en donde la flexibilidad, la velocidad de llegada al mercado y la productividad serán las variables claves que determinarán

la permanencia de las empresas en los mercados. Y es aquí donde la logística en el comercio exterior juega un papel crucial, a partir del manejo eficiente del flujo de bienes y servicios hacia el consumidor final (Monterroso, 2000).

Debido a la interconexión cada vez más fuerte de los mercados hoy en día la logística en el comercio exterior es un factor clave en el comercio exterior principalmente por dos factores: los costos y el tiempo.

Las distancias han incrementado la necesidad de una adecuada planeación para que el consumidor puede acceder al producto que desee en el momento que así lo requiera, para lo cual es indispensable que los productos se muevan a través de un sistema integrado a un costo accesible que permita llevar las operaciones del comercio exterior de manera eficiente. Por estas razones, la logística ahora carga una enorme importancia para las compañías (Yardımcıoğlu *et al.*, 2012).

La presente investigación se encuentra estructurada en cuatro apartados: en el primero se hace una introducción a la logística del comercio internacional, en el segundo se realiza una revisión de literatura de la eficiencia en la logística del comercio internacional, en el tercer apartado se abordan los elementos metodológicos del modelo DEA *network* para calcular la eficiencia técnica global, técnica pura y de escala así como los análisis de benchmarking por nodo y de las variables *slacks*, y en el cuarto apartado se revisan los resultados obtenidos con las mediciones DEA *network*, identificando así las economías de la zona que conforma la cuenca del Pacífico que utilizaron eficientemente sus recursos. Por último, se establecen las conclusiones, en las que se destaca la importancia del uso eficiente de los recursos a través de la red logística para generar un mayor volumen y valor del comercio internacional.

Estudios empíricos de la eficiencia en la logística del comercio internacional

Acorde con Tuzun, (2015) los servicios logísticos, los sistemas de información y los recursos de infraestructura son los tres componentes del sistema y están íntimamente ligados. De tal forma que, la interacción de estos componentes principales en el sistema logístico se interpreta de la siguiente manera: los servicios logísticos permiten el movimiento de materiales y productos, por lo que los servicios logísticos comprenden actividades físicas tales como transporte y almacenaje; así como actividades no físicas como el diseño de la cadena de suministro etc.

Szymonik, (2014) menciona que la logística internacional consiste en dos elementos básicos: la configuración de un sistema internacional de logística o *network* y una dimensión de la cadena de suministro internacional o bien los canales internacionales de operación de la logística internacional. Estos elementos básicos mencionados incluyen rutas para todo tipo de transporte, almacenes, centros logísticos, terminales, contenedores, equipo de transporte y sus facilidades, medios de transmisión y rastreo, puntos de inspección y recursos humanos capacitados a los largo de la red.

Diversos autores tales como Coskuntunce (2014), Loder (2014), Gebresenbet y Bosona (2012) afirman que el volumen del comercio internacional mejora significativamente entre los países que poseen redes globales e infraestructura logística eficiente, por lo que las operaciones logísticas se han vuelto cada vez más importantes en el marco del comercio internacional. Por dichas razones los servicios logísticos han aumentado en importancia y se han convertido en parte esencial de la eficiencia y la efectividad de las operaciones de comercio exterior.

Existen distintas perspectivas al abordar el estudio de la logística internacional, Yu (2011) buscando capturar los problemas que enfrentan las firmas japonesas en sus operaciones en China, identifica tres elementos que influyen en la competitividad logística siendo estos calidad en los procesos, costos y tiempos de entrega. Easton (2003) indica en un estudio comparado de varios países que la cadena de suministro internacional es altamente ineficiente y poco confiable; adicionalmente comenta que una mala infraestructura logística y operacional limita el desarrollo económico y el desempeño de empresas locales y foráneas.

Ta *et al.* (2000) analizó el desempeño logístico internacional de Singapur y encontró que una de las limitantes más importantes en la competitividad de este país son los problemas de transporte. Carter *et al.* (1997) realizaron un estudio para identificar barreras logísticas entre Estados Unidos y China, donde descubrieron diferentes problemas que afectan la competitividad del comercio exterior entre esos dos países, problemas que incluyen aspectos tales como transporte, almacén en aduanas, servicios de importación y exportación y costos.

Yasui (2012) en su trabajo: “*Customs Environmental Scan 2012*” realiza un estudio de los factores clave concernientes al comercio internacional de mercancías y transporte, medidas y reglas de las fronteras, prácticas de negocios y reforzamiento de aduanas; donde destaca indicadores tales como volumen total de importaciones y exportaciones, tratados y acuerdos comerciales, facilitaciones al comercio y reforzamiento de aduanas (ganancias, seguridad y propiedad intelectual). Garaviz (2009) en su propuesta para el desarrollo de un *cluster* logístico para un corredor logístico nacional e internacional competitivo en Colombia, toma tres factores como clave: acceso a mercados, administración de fronteras e infraestructura de comunicación y transporte.

La Cámara de Florida en su estudio de logística considera como factores fundamentales para la competitividad en este sector los sistemas de transporte internacional, flujos comerciales, penetración de mercados foráneos, capacidad del sistema de transporte y fondos invertidos por el sector gobierno. La importancia de la investigación de operaciones logísticas en el contexto internacional ha sido reconocido por Sweeney (1994), Hayashi et al (2010) y Easton and Zhang (2002).

El Banco Mundial (2013) en su reporte: “*Connecting to Compete 2012 Trade Logistic in the Global Economy*” utiliza las variables: tiempo de importación y exportación, *red tape*¹ (como agencias de importación y exportación, documentos de importación y exportación) y retrasos, confiabilidad y servicios de entrega. El Índice de desempeño logístico (LPI) del BM es una herramienta comparativa que se realiza cada dos años, para ayudar a los países a identificar desafíos y oportunidades que enfrentan en su desempeño en logística comercial y ver qué pueden hacer para mejorar dicho desempeño. EL LPI (2014) permite comparar a 160 países y sus resultados están basados en encuestas a casi mil profesionales logísticos que proveen retroalimentación cualitativa sobre la realidad logística de diversas naciones.

LPI internacional: provee evaluaciones cualitativas de los países en seis áreas definidas, realizadas por profesionales del mundo de la logística que trabajan fuera del país en cuestión, siendo sus indicadores:

- Eficiencia del proceso del despacho de aduanas (*customs*).
- Calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte (*infrastructure*).

¹ Los indicadores de *red tape* muestran la falta de coordinación en la frontera, que genera la necesidad de operadores privados en las operaciones logísticas.

- Facilidad de acordar envíos internacionales a precios competitivos (*international shipment*).
- Competencia y calidad de los servicios logísticos (*logistics competence*).
- Capacidad de seguir y rastrear los envíos, o trazabilidad (*tracking y tracing*).
- Frecuencia con la cual los embarques llegan al destinatario en el tiempo programado, o puntualidad (*timeliness*).

DEA Network de dos etapas

La técnica del DEA (*Data Envelopment Analysis*) es una aplicación de los métodos de programación lineal, que se emplea para medir la eficiencia relativa de unidades organizativas que presentan las mismas metas y objetivos. Esta técnica fue desarrollada inicialmente por Charnes, Coopers y Rhodes (1978), quienes se basaron en un trabajo preliminar de Farrell (1957).

La técnica DEA es una alternativa a los modelos de *ratios* y de regresión, ya que permite trabajar con múltiples variables de entrada y salida. Es más, no requiere que las variables del modelo reúnan características estadísticas especiales, ya que esta técnica mide la eficiencia de cada país respecto de a los otros países de la muestra, y permite una gran flexibilidad en la selección de las variables según los diferentes tipos de medida.

Para calcular la eficiencia relativa de una firma, actualmente se prefiere resolver el problema dual, modelo que puede ser escrito de la siguiente manera (Charnes *et al.*, 1978):

Min $0, \lambda, \theta$

s a:

$-y_i + \lambda Y \geq 0$

$\theta x_i - X\lambda \geq 0$

$\lambda \geq 0$

Dónde:

X = matriz de *inputs* K x N

Y = matriz de *outputs* M x N

θ es un escalar. Multiplica al vector de *inputs*

λ es un vector de constantes N x 1. Multiplica a la matriz de *inputs* y *outputs*.

N = número de firmas.

El modelo presentado asume que todos los casos llamados DMUs² (para esta investigación países) se encuentran operando en una escala óptima con rendimientos a escala constantes (RCE).

Más adelante, Banker *et al.* (1984) sugieren una extensión del modelo hacia situaciones de rendimientos variables a escala, modificando el programa lineal incorporando una restricción de convexidad³ ($\sum \lambda = 1$). Para diferenciarlo del anterior se le llama modelo de rendimientos variables a escala (RVE), y la expresión del mismo es la siguiente:

² *Decision Making Unit* o unidades de toma de decisión.

³ La restricción de convexidad permite definir la frontera considerando que cualquier combinación lineal de dos unidades de decisión observadas pertenecerá al conjunto de producción, si dichas unidades observadas también pertenecen al mismo. Por consiguiente, la eliminación de este supuesto y el mantenimiento de los postulados de fuerte disponibilidad de *inputs* y *outputs* y rendimientos variables de escala modifica la forma de la función de producción de frontera y, en consecuencia, transforma el conjunto de producción.

$$\begin{aligned} & \min 0, \lambda \theta \\ & \text{s a:} \\ & -y_i + \lambda Y \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Dónde: $N1$ es un vector unitario $N \times 1$.

Dicha modificación permitió descomponer a la eficiencia técnica en dos, eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Para ello deben calcularse los dos modelos, RCE y RVE, con los mismos datos: si hay una diferencia entre las dos mediciones para una firma en particular, entonces significa que dicha firma posee ineficiencia de escala, y que el valor de ineficiencia es la diferencia entre la medición RCE y la medición RVE.

La eficiencia técnica pura coincide con la medición RVE. La ineficiencia de escala se origina de producir en un nivel de escala que no es óptimo. La eficiencia técnica global es el producto de las dos eficiencias, técnica pura y de escala.

En el modelo DEA *Network* en dos etapas considera que cada DMU transforma algunas entradas externas X a las salidas finales Y , a través de las medidas intermediarias Z en un proceso de dos etapas, como se muestra en la siguiente figura 1.

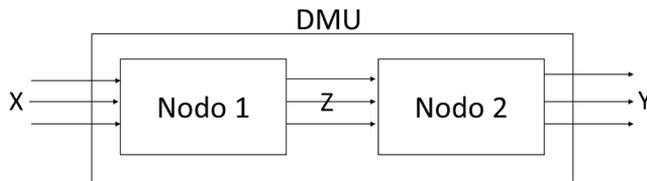


Figura 1. Construcción de un modelo de dos etapas.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Un ejemplo de este tipo de estudios es el presentado por Charnes (1994), donde aplica un modelo del DEA en dos etapas para evaluar las políticas y administración en el reclutamiento del ejército norteamericano. Por su parte, Zhu (2000) aplica un modelo en dos etapas para analizar el desempeño financiero de las 500 primeras compañías según la revista *Fortune*, a través de la generación de la frontera de mejor practica mediante las ocho variables de desempeño financiero que emplea la revista para hacer su clasificación.

Suponga n DMUs ($j = 1, \dots, n$), cada una usando m entradas externas x_{ij} , $i = 1, \dots, m$ en la primera etapa para producir q salidas z_{pj} , $p = 1, \dots, q$ de esa etapa. Los resultados obtenidos de la primera etapa se utilizan entonces como entradas en la segunda etapa para producir productos finales y_{rj} , $r = 1, \dots, s$. En este entorno básico, nada más que las entradas externas a la primera etapa entran al sistema y nada más que las salidas de la segunda etapa dejan el sistema. Siguiendo la siguiente notación:

$j \in J = \{1, \dots, n\}$: En conjunto de índices de las n DMUs.

$j \in 2 J$: Denota la DMU evaluada.

$X_j = (x_{ij}, i = 1, \dots, m)$: El vector de los insumos externos utilizados por DMU_j , $j \in J$

$Z_j = (z_{pj}, p = 1, \dots, q)$: El vector de las variables intermediarias por DMU_j , $j \in J$

- $Y_j = (y_{rj}, r = 1, \dots, s)$: El vector utilizado por los productos finales por DMU $_j$, $j \in J$
- $n = (n_1, \dots, n_m)$: El vector de pesos en el modelo fraccionario
- $v = (v_1, \dots, v_m)$: El vector de pesos para las entradas externas en el modelo lineal.
- $u = (u_1, \dots, u_q)$: El vector de pesos para las medidas intermedias en el modelo fraccional.
- $w = (w_1, \dots, w_q)$: El vector de pesos para las medidas intermedias en el modelo lineal.
- $x = (x_1, \dots, x_s)$: El vector de pesos para las salidas finales en el modelo fraccional.
- $m = (m_1, \dots, m_s)$: El vector de pesos para las salidas finales en el modelo lineal.
- $e_j o$: La eficiencia global de DMU $_j$, $j \in J$
- $e_j 1$: La eficiencia de la primera etapa por DMU $_j$, $j \in J$
- $e_j 2$: La eficiencia de la segunda etapa por DMU $_j$, $j \in J$

El modelo empleado para esta investigación tiene una orientación *output*; puesto que el objetivo del sistema logístico es incrementar el valor y el volumen del comercio internacional utilizando los diferentes elementos que componen la red logística.

El modelo DEA *network* que se propone para este estudio consta de dos etapas compuestas por dos nodos y variables intermedias. Para lo cual se realizaron tres pruebas (una para el nodo 1, otra para el nodo 2 y una última para la verificar la relación entre los *inputs* iniciales y *outputs* finales) a través del análisis factorial con la técnica de análisis de componentes principales para determinar la validez de los *inputs* y *outputs* a utilizar en el estudio así como las pruebas de KMO⁴ para cada análisis (ver anexo). Finalmente, se determinó que los modelos a realizar en la investigación quedaran de la siguiente manera:

El primer nodo o estación es el de logística e infraestructura y se compone de la variable aduanas y la variable infraestructura como *inputs*. El segundo nodo o estación es el de comercio internacional y tiene como *outputs* el valor y volumen de las exportaciones. Las variables intermedias (que fungirán como *outputs* en la primera estación y como *inputs* en la segunda estación) son envíos internacionales, servicios logísticos, trazabilidad y rastreo y ejecución en tiempo. La estructura del modelo se puede apreciar de mejor manera en la figura 2.

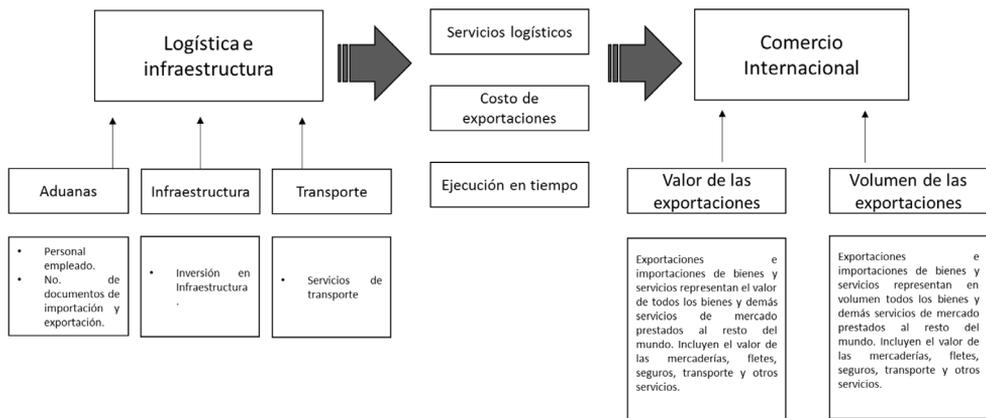


Figura 2. Red del modelo DEA propuesto en la logística del comercio internacional.
 Fuente: Elaboración propia, 2016.

⁴ El test KMO(Kaiser, Mayer y Oklin).

Los datos de las variables presentadas en la figura 2 se obtuvieron del banco de datos de la Organización Mundial de Comercio, la Organización Mundial de Aduanas y el Banco Mundial para el año 2014 y se definen de la siguiente manera:

a) Inputs

Personal en aduanas. Se compone del número total de personas empleadas en la aduana de manera directa.

Inversión en infraestructura. Esta variable engloba la infraestructura normalmente utilizada para llevar a cabo servicios logísticos tales como almacenes, redes carreteras, ferreas, portuaria y aeroportuaria, personal empleado y capacitado, construcción, mantenimiento e inversión en infraestructura logística.

Servicios de transporte de carga internacional. Estos abarcan todos los servicios de transporte (marítimos, aéreos, terrestres, fluviales internos, espaciales y por ductos) prestados por los residentes de una economía a los de otra, que involucran el movimiento de bienes (flete), el alquiler de transportistas con tripulación, como también el soporte relacionado y los servicios auxiliares.

b) Variables intermedias outputs/inputs

Servicios logísticos. Incluye los seguros y servicios financieros y otros servicios relacionadas con la logística de bienes exportados tales como; el seguro de flete sobre bienes exportados y otros seguros directos tales como el seguro de vida; los servicios de intermediación financiera, como son las comisiones, las transacciones cambiarias y los servicios de corretaje; y los servicios auxiliares tales como los servicios de operación y reglamentación del mercado.

Costo de las exportaciones. El costo calcula las tarifas aplicadas a un contenedor de 20 pies en dólares estadounidenses. Todos los cargos vinculados con la realización de los procedimientos para exportar los productos están incluidos. Estos incluyen costos de documentación, tarifas administrativas para despacho de aduana y control técnico, honorarios del despachante, gastos de manipulación en la terminal y transporte terrestre. El cálculo del costo no incluye tarifas o impuestos comerciales. Solo se registran los costos oficiales.

Ejecución en tiempo. Se refiere a la entrega del producto dentro de los plazos establecidos. El tiempo se registra en días calendario. El cálculo de tiempo para un procedimiento comienza en el momento en que se inicia y ejecuta hasta que se haya completado. Si un procedimiento se puede acelerar por un costo adicional, se elige el procedimiento legal más rápido. El tiempo de espera entre procedimientos —por ejemplo, durante la descarga del producto— está incluido en la medida.

c) Outputs

Valor de las exportaciones. Representan el valor de todos los bienes y demás servicios de mercado prestados al resto del mundo, incluyendo el valor de las mercaderías, fletes, seguros, transporte y otros servicios.

Volumen de las exportaciones. Representan en volumen todos los bienes y demás servicios de mercado prestados al resto del mundo, incluyendo el valor de las mercaderías, fletes, seguros, transporte y otros servicios.

Resultados

Los resultados se presentan en tres apartados: el primero corresponde a los valores de eficiencia obtenidos respecto de diferentes tipos de eficiencia: Eficiencia Técnica Global, Eficiencia Técnica Pura y Eficiencia de Escala; el segundo apartado muestra el comportamiento de benchmarking por nodo permitiendo así, ver cuales países están siendo considerados como referencia acorde con el uso de sus recursos y los resultados que obtienen (*inputs-outputs*), y en la última parte de resultados se muestran los resultados de las variables *slacks* así como las proyecciones, a fin de no solo determinar la eficiencia o ineficiencia de los países respecto de las variables sino adicionalmente dar propuestas de acción para corregir en los países que resultaron ineficientes el uso de sus recursos logísticos para el comercio internacional.

Resultados de eficiencia

La Eficiencia Técnica Global (ETG) se calcula considerando rendimientos constantes (RCE), es decir si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en la misma proporción. Los resultados de dicha eficiencia se muestran en la columna tres donde como se observa en la tabla 1 solamente Singapur es eficiente.

La Eficiencia Técnica Global se descompone en dos eficiencias la Eficiencia Técnica Pura (ETP) y la Eficiencia de Escala (EE). La Eficiencia Técnica Pura incorpora rendimientos variables (RVE) para la medición de la eficiencia, de esta manera muestra en qué medida la unidad productiva analizada extrae el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición, es decir este tipo de eficiencia analiza qué tan bien se desempeña una unidad productiva con la tecnología existente, para este caso que también funciona el sistema logístico del comercio internacional de un país dados los recursos que emplea.

La eficiencia a escala es relevante cuando la tecnología de producción presenta rendimientos de escala variables, por lo que muestra si la unidad ha logrado a alcanzar el punto óptimo de escala, dicho de otro modo los rendimientos de escala se obtienen al aumentar proporcionalmente la cantidad de todos los factores que intervinieron en la función de producción. Debido a que solamente un país obtuvo Eficiencia de Escala (Singapur) el resultado implica que la mayoría de los países no están operando a una escala óptima a pesar de que algunos aprovechan bien sus recursos.

El resultado de la ETG y EE, se reflejan en los estándares de eficiencia técnica global, mostrando que no se encuentran en un nivel de eficiencia como tal –igual a 1-, es decir, no se está extrayendo la máxima producción física factible dada la tecnología existente en lo que respecta al comercio exterior.

La última columna permite clasificar los resultados según sus tipos de rendimientos de escala los cuales pueden ser: crecientes, decrecientes y contantes.

Los países que mostraron valores crecientes o bien que el aumento de un factor genera una subida de mayor proporción al aumento inicial son Filipinas, Indonesia, Malasia, Nueva Zelanda y Tailandia; el único país que mostro un rendimiento constante fue Singapur y por último los países que mostraron valores decrecientes son Australia, Canadá, Chile, China, Corea, Estados Unidos, Hong Kong, Japón, México, Perú y Rusia.

Tabla 1
 Resultados de eficiencia.

NO	DMU	ETG (RCE)	ETP (RVE)	EE	Tipo
1	Australia	0.272299	0.401816	67.77%	decreciente
2	Canadá	0.077711	0.182582	42.56%	decreciente
3	Chile	0.389024	0.429169	90.65%	decreciente
4	China	0.210561	1	21.06%	decreciente
5	Corea	0.420072	0.553939	75.83%	decreciente
6	Estados Unidos	0.051111	0.22812	22.41%	decreciente
7	Filipinas	0.371018	0.669324	55.43%	creciente
8	Hong Kong, China	0.275776	0.643159	42.88%	decreciente
9	Indonesia	0.376691	1	37.67%	creciente
10	Japón	0.086221	0.217862	39.58%	decreciente
11	Malasia	0.432685	0.600356	72.07%	creciente
12	México	0.178268	1	17.83%	decreciente
13	Nueva Zelanda	0.741265	1	74.13%	creciente
14	Perú	0.794694	1	79.47%	decreciente
15	Rusia	0.10463	0.504205	20.75%	decreciente
16	Singapur	1	1	100.00%	constante
17	Tailandia	0.684226	1	68.42%	creciente

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados DEA Network.

Resultados de benchmarking

Al analizar el *benchmarking* por nodo se observa que, para el primer nodo (logística e infraestructura) se utilizan más países como referencia que en el segundo nodo (comercio internacional); lo que puntualiza que a pesar de que las variables de aduanas, infraestructura y transporte son altamente significativas en la eficiencia del comercio internacional no son los mismos países los que están siendo referenciados en ambos nodos necesariamente.

En el caso del nodo 1 es Filipinas el país que es más utilizado como referencia con nueve menciones con rendimientos constantes (RCE) y siete con rendimientos variables (RVE) seguido de Nueva Zelanda con seis menciones tanto para rendimiento constante como variables y México con seis menciones a rendimientos constantes y cinco con rendimientos variables. Cabe señalar casos como el de Perú y Singapur que con rendimientos constantes Perú es tomado como referencia siete veces mientras que con rendimientos constantes solo dos veces y Singapur a la inversa con rendimientos variables es tomado como referencia seis veces y a rendimientos constantes solo una (véase figura 3).

Nodo 1: Logística e Infraestructura

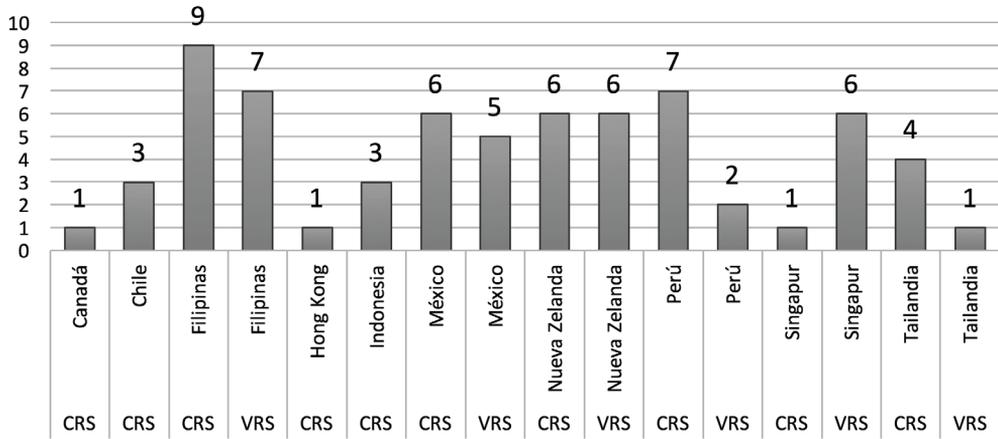


Figura 3. Benchmarking del nodo 1: logística e infraestructura.
 Fuente: Elaboración propia con base en los resultados DEA Network.

En el caso del nodo 2 (ver figura 4), comercio internacional es claro que China es el país con más referencias como modelo a seguir obteniendo 15 menciones a rendimientos constantes y nueve a rendimientos variables; después de China son Hong Kong, Corea y Singapur (los tres con rendimientos contantes) los países que son referenciados seis veces el primero y cuatro veces el segundo y tercero.

Nodo 2: Comercio internacional

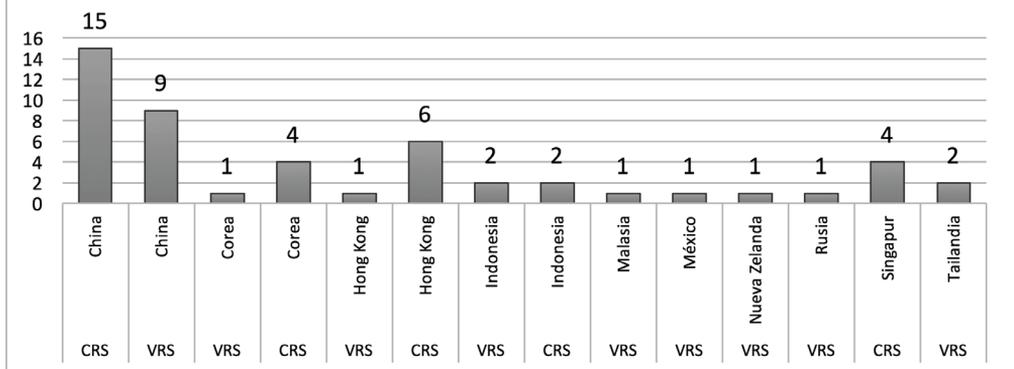


Figura 4. Benchmarking del nodo 2: comercio internacional.
 Fuente: Elaboración propia con base en los resultados DEA Network.

Resultados de las variables slacks y proyecciones

El análisis *slack* permite ver el exceso de *inputs* y la falta de *outputs* para DMUs dentro del modelo señalando que variables están delimitando la eficiencia para cada unidad de análisis (Cooper, Seiford, & Tone, 2000). Cuando una DMU se muestra como no eficiente al hacerse una reducción radial hacia un punto eficiente proyectado, continúa ofreciendo la posibilidad de reducción de *inputs*. Por ello, dicho punto proyectado no puede considerarse realmente óptimo, dado que puede haber otra explotación produciendo una similar cantidad de *output* con un consumo menor de *inputs*.

La distancia entre el punto eficiente proyectado radialmente a la explotación eficiente de referencia se denomina holgura o *slacks*. Su medida dará la ineficiencia de holgura. Por lo expuesto, se hace necesario plantear una segunda etapa en la determinación de eficiencia, para eliminar el efecto de la ineficiencia de holgura. Luego, la consideración en común de ambas medidas (radial y holgura) dará la eficiencia técnica (Coelli, 1998).

Por medio del análisis de las variables *slacks*, se obtiene la dirección en que debe reducirse los *inputs* y en la que deben aumentarse los *outputs* para convertir las DMUs ineficientes en eficientes. Por lo que en este apartado se realiza el análisis para cada una de las divisiones del modelo denominadas nodos.

Para el nodo 1 se revisan las recomendaciones respecto de las variables aduanas, infraestructura y servicios de transporte (véase tabla 2).

En cuanto a la variable aduanas medida a través del número de documentos y personal en aduana se obtiene que, respecto al número de documentos tanto electrónicos como físicos es necesario acorde con los resultados mostrados en la tabla 2 que las aduanas de Estados Unidos, Hong, Kong, Australia y Tailandia disminuyan el número de documentos solicitados para llevar a cabo exportaciones; mientras que China, Japón y Corea dado el nivel de *outputs* que están obteniendo podrían incluso aumentar el número de documentos requeridos sin que afecte el valor y volumen de sus exportaciones. En cuanto al personal de aduana los resultados de la holguras o *slacks* muestran que Estados Unidos, China y Rusia principalmente, tienen demasiado personal en aduana acorde con sus resultados u *outputs* obtenidos, así como también en menor medida Malasia, Indonesia, Canadá, Tailandia y Filipinas. Cabe señalar que este número de empleados puede obedecer al nivel de seguridad que se busca implementar en dichas aduanas. Puesto que la aduana tiene una doble función: la facilitación del comercio exterior y la seguridad nacional; no obstante para la variable analizada comercio exterior se podría emplear un número menor de personal y lograr un mejor *output*.

Respecto a la variable Infraestructura los resultados de las variables *slacks* muestran un gasto mayor respecto a los resultados obtenidos para los países de Estados Unidos, Chile, Rusia, Canadá y Australia. Es importante puntualizar que el gasto en infraestructura del transporte engloba la infraestructura normalmente utilizada para llevar a cabo servicios logísticos tales como almacenes, redes carreteras, ferreas, portuaria y aeroportuaria, personal empleado y capacitado, construcción, mantenimiento e inversión en infraestructura logística, por lo que no solo es útil para el transporte de carga sino que además cumple con la doble finalidad de promover el turismo, transporte de particulares, etc. Por lo que ese gasto mayor podría representar inversión para promover el turismo así como también ofrecer un mejor servicio de comunicación a particulares. En el caso de Japón y China por el contrario el resultado de la variable *slack* recomienda un aumento en el gasto en infraestructura para ser más eficientes en el comercio exterior.

Para la variable transporte la gran mayoría de los países analizados están utilizando eficientemente sus servicios de transporte (marítimos, aéreos, terrestres, fluviales internos y por ductos) que involucran el movimiento de bienes (flete), salvo Chile y Nueva Zelanda que podría reducir el uso del transporte de carga, quizá utilizando el transporte bajo el concepto comodal, es decir que un mismo medio de transporte de entrega regrese también cargado reduciendo costos y tiempos.

Tabla 2
 Resultados de las variables *Slacks* y proyecciones del nodo 1

DMU	<i>Slack</i> (documentos para exportar)	<i>Slack</i> (personal aduana)	<i>Slack</i> (Servicios de transporte)	<i>Slack</i> (Inversión en infraestructura)
Australia	-664378.86	0.00	0.00	-1624412952.08
Canadá	0.00	-3523.25	0.00	-13822211728.71
Chile	0.00	0.00	-9.60	-204371793929.66
China	-38863569.53	-32530.60	0.00	-387856950473.28
Corea	-11536754.69	0.00	0.00	0.00
Estados Unidos	-11764061.73	-37568.94	0.00	-61774346186.33
Filipinas	0.00	-1112.86	0.00	0.00
Hong Kong, China	-8494702.67	0.00	0.00	0.00
Indonesia	0.00	-4718.25	0.00	0.00
Japón	-13492395.59	0.00	0.00	-1203490968179.95
Malasia	-2446047.51	-7861.96	0.00	0.00
México	0.00	0.00	0.00	0.00
Nueva Zelanda	0.00	0.00	-4.20	0.00
Perú	0.00	0.00	0.00	0.00
Rusia	0.00	-29268.40	0.00	-16437335458.96
Singapur	0.00	0.00	0.00	0.00
Tailandia	-1532643.81	-1863.21	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia con base en los resultados DEA Network.

En el nodo 2 (tabla 3) se revisan las recomendaciones respecto de las variables costo, seguros y servicios logísticos, tiempo de ejecución.

Acorde con los resultados de las *slacks* para la variable costos de exportación Nueva Zelanda, Filipinas, Tailandia, Malasia y Chile necesitan reducir el costo que implica exportar; mientras que en orden descendente China, Estados Unidos, Rusia, Japón, Corea, Hong, Kong, Canadá, Indonesia y Australia podrían aumentar sus costos y seguir siendo eficientes con el volumen y valor actual de sus exportaciones. Es importante señalar que teóricamente se buscará abaratar los costos para ser más competitivos sin embargo lo que señala en este punto el modelo es que los costos podrían subir sin mermar la eficiencia de su comercio exterior, esto por lo tanto podría implicar un beneficio para el personal que trabaja en estas áreas implicando una mejora directa para sus familias e indirecta y consecuente en el bienestar de sus poblaciones. En el caso se México, Perú y Singapur el costo de sus exportaciones es el adecuado acorde con el modelo.

Respecto a los seguros y servicios logísticos Hong Kong, Canadá, Australia y Nueva Zelanda podría disminuir sus servicios logísticos para ser eficientes; mientras que China, Estados Unidos, Rusia, Indonesia, Japón, Corea, Tailandia y en mucho menor medida Filipinas, Chile y Malasia con valores de (0.86, 0.25, 0.05 respectivamente) deberán de reducir sus seguros y servicios logísticos para ser eficientes. Esto sugiere un uso excesivo de controles de la mercancía o bien un costo más alto respecto de los otros países de los seguros y servicios contratados.

Finalmente el resultado de los tiempos de ejecución para las variables *slacks* muestra que en general los países que conforman el análisis tienen buenos tiempos de ejecución respecto de su comercio exterior y el conjunto de variables analizadas; es interesante señalar que las proyecciones en días muestran diferentes supuestos para cada país correspondientes con el conjunto de variables mostrando el número de días óptimo para cada país por lo que mientras para un país el número de días óptimo puede ser un día y medio (1.5) como es el caso de Perú, para China sería de diez días (9.99), esto conforme a sus situación particular y como ya se dijo el conjunto de variables analizadas. Los países que necesitan disminuir el tiempo de ejecución son Chile, Indonesia, Filipinas y Tailandia.

Tabla 3
Resultados de las variables *slacks* y proyecciones del nodo 2

DMU	<i>Slack</i> (Costo exportaciones)	<i>Slack</i> (Seguro y servicios financieros)	<i>Slack</i> (Tiempo de ejecución)
Australia	14.45	-1.46	1.45
Canadá	256.09	-3.03	2.22
Chile	-23.35	0.25	-0.85
China	4170.46	52.88	7.99
Corea	573.23	2.11	1.69
Estados Unidos	3353.50	34.16	6.66
Filipinas	-221.29	0.86	-0.70
Hong Kong, China	545.14	-6.07	0.91
Indonesia	71.58	2.71	-0.86
Japón	1250.25	2.67	4.05
Malasia	-32.54	0.05	0.65
México	0.00	0.00	0.00
Nueva Zelanda	-302.43	-0.74	0.44
Perú	0.00	0.00	0.00
Rusia	1580.59	13.81	3.24
Singapur	0.00	0.00	0.00
Tailandia	-97.88	1.69	-0.16

Fuente: elaboración propia con base en los resultados Dea Network.

Conclusiones

Los fundamentos teóricos de la investigación están basados en el concepto de la logística y la eficiencia. La logística como un ejemplo del enfoque de sistemas para la solución de problemas dentro del comercio exterior y la eficiencia como parte de la competitividad que hace referencia al logro de las metas con la menor cantidad de recursos, u operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada.

Contrarrestando la teoría con los resultados se observa que son más el número de países respecto de la eficiencia técnica global los que muestran eficiencia. Siendo estos China, Indonesia, México, Nueva Zelanda, Perú, Singapur y Tailandia; dichos resultados denotan que los países que mostraron eficiencia en esta columna están aprovechando adecuadamente los recursos físicos disponibles. Existen diversas investigaciones utilizando la misma técnica (DEA) en materia de logística, particularmente el transporte, donde los autores concluyen cómo la inversión en la infraestructura y transporte son de gran importancia puesto que incrementa su calidad y su red, así como permite reducir costos y tiempos en el traslado tanto de personas como de mercancías, creando mayor cobertura y conectividad.

El objetivo de la presente investigación es identificar el grado de eficiencia o ineficiencia de la red logística del comercio exterior particularmente exportaciones de 17 países que conforman la región de la Cuenca del Pacífico, así como analizar que variables pueden mejorar y en qué medida para que los países que no son eficientes logren la optimización de sus recursos. Acorde al objetivo de la investigación se en este trabajo se presenta a partir de la metodología DEA, la medición de la eficiencia técnica, de escala y pura de un modelo de rendimientos constantes con orientación *output*. Se analizan para el año 2014, variables de 17 países de la Cuenca del Pacífico.

Con base en los datos de *input* y *output* utilizados para realizar los cálculos de los niveles de eficiencia para cada país en comercio exterior, se puede observar y concluir que Singapur es el país que muestra los tres tipos de eficiencia analizados (Eficiencia Técnica Global, Eficiencia Técnica Pura y la Eficiencia de Escala). Mientras que los países de China, Indonesia, México, Nueva Zelanda, Perú, Singapur y Tailandia; mostraron Eficiencia Técnica Pura por lo que se puede asumir que están aprovechando adecuadamente los recursos físicos disponibles.

En cuanto al análisis de benchmarking se puede concluir que el país con mejores prácticas es Filipinas mientras que en el segundo nodo es China.

Para el caso de México se observa que a pesar de un adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles no se está llegando a un nivel óptimo dada la tecnología existente. México tendrá que aumentar su Eficiencia de Escala y Eficiencia Técnica Global en un 82.17 por ciento; siendo las proyecciones para alcanzar la eficiencia para México un tiempo de ejecución idóneo es de 3 días, con un costo aproximado de 1,499.30 dólares, con un personal en aduana de 7,347 personas principalmente.

Cabe puntualizar que la técnica utilizada solo analiza el uso de los recursos existentes y los resultados que se obtienen con el aprovechamiento de los mismos así como comparativamente respecto al grupo de países analizados, por lo tanto para esta investigación no se considera el nivel de atraso en la infraestructura logística de algunos de los países objeto del estudio.

Finalmente, los resultados dan cuenta de la necesidad de implementar una política industrial que mejore el rezago tecnológico y esté más enfocada en incrementar la innovación y tecnología, fortaleciendo la capacitación laboral, sobre todo en las micro, pequeñas y medianas empresas que son las que integran el grueso del sector exportador.

Referencias

Arvis, J.; Saslavsky, D.; Ojala, L.; Shepherd, B.; Busch, Ch.; Raj, A.; Naula, T. (2016). *Connecting to Compete 2016: Trade Logistics in the Global Economy--The Logistics Performance Index and Its Indicators*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24598> License: CC BY 3.0 IGO.

- BTRE (2001) Logistics in Australia: A Preliminary Analysis. Bureau of Transport and Regional Economics, Canberra, <http://www.btre.gov.au/docs/wp49_contents.htm>.
- Carter, J. R. J., Pearson, N. y Peng, L. (1997). Logistics Berries to International Operations: The Case of the People's Republic of China. *Journal of Business Logistics*. Oak Brook. Vol.18 No.2, 129-145.
- Charnes A, Cooper W, Rhodes E. (1978). Measurement the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Charnes A, Cooper, W.W., Lewin, A.Y and Seiford, L.M. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology and application*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1978). Measurement the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Coelli, T. (1998). A Multistage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models. *Operation Research Letters*. Vol 23, Iss 3,5, 143-149.
- Cooper, W.W., L. Seiford L. y K. Tone (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers.
- Coskuntuncel, A. (2014). *Defining the advancement of logistic sector of mersin*. Master's Thesis, Mersin University Institute of Social Sciences, Mersin.
- Coyle, J., Langley, J., Gibson, B., Novack, R., & Bardi, E. (2009). *Supply Chain Management: A Logistics Perspective*. USA: Cengage Learning.
- Easton, R. (2003). On the Edge: The Changing Face of Supply Chain Management in China. *Supply Chain Perspectives*. Accenture, 15-35.
- Easton, R. y Zhang, T.B. (2002). Supply Chains in Asia: Challenges and Opportunities. *Supply Chain Management*. Accenture, pp. 5-11.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. Vol. 120, Part III.
- Garaviz, E. (2009). *Propuesta para el desarrollo de un cluster logístico para un corredor logístico nacional e internacional competitivo en Colombia*. Universidad del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá, Colombia.
- Gebresenbet, G. and T. Bosona. (2012). *Logistics and supply chains in agriculture and food, pathways to supply chain excellence*. Dr. Ales Groznik (Eds), ISBN: 978-953-510367-7, InTech: 125-146. Available from <http://www.intechopen.com/books/pathways-to-supplychain-excellence/logistics-chains-infood-andagriculture-sector>.
- Hayashi, T. Nemoto, N. Hashimoto y F. Kobayashi (2010). Procurement logistics of auto parts in inland China - A case study of Japanese auto manufacturers in Sichuan. *Journal of Japan Logistics Society*, 18, 201-208.
- Loder, (2014). World bank logistic performance index published 2014, logistic organization. Available from <http://www.loder.org.tr/announces.php?id=278>.
- Moorstenn, R.H. (1961). On Measuring Productive Potencial and Relative Efficiency. *Quarterly Journal of Economics* 75, 451-467. <https://doi.org/10.2307/1885133>
- Monterroso, E. (2000). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento*. Obtenido de <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/logistica.pdf>
- Sweeney, M. (1994). A Methodology for the Strategic Management of International Manufacturing and Sourcing. *International Journal of Logistics Management*. Vol. 24 No. 1, 55-65. <https://doi.org/10.1108/09574099410805072>
- Szymonik A. (2014). *Information Technologies in Logistics*, Lodz University of Technology, monographs.
- Ta, H., Choo, H y Sum, C. (2000). Transportation Concerns of Foreign Firms in China. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 30 No. 1, 35-54. <https://doi.org/10.1108/09600030010307975>
- Tsang, Y.-y., Yue, W. L., & Taylor, M. (2005). The Role of Transportation in Logistic Chain. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 5, 1657-1672.
- Tilanus, B. (1997). *Information Systems in Logistics and Transportation*. Elsevier Science Ltd., UK.
- Tüzün, R. S. y Coskuntuncel, A. (2015). The International Logistics Center of Turkey: Situational Analysis of Mersin Port's Seaways Logistics. *International Journal of Management and Sustainability*, 4(4), 89-103. <https://doi.org/10.18488/journal.11/2015.4.4/11.4.89.103>

- Yardımcıoğlu, M., H. Kocamaz and Ö. Özer, (2012). Transportation systems in logistic management and cost methods, II. Regional Problems and Turkey Symposium, Kahramanmaraş, 245-259.
- Yasui, T., (2012). Customs Environmental Scan 2012. *WCO Research Paper No. 23*. World Customs Organization.
- Yu, L. (2011). Logistics Barriers to International Operations: A Case Study of Japanese Firm in China. *International Conference on Economics and Finance Research*. Ipedr. Vol. 4, Iacsit Press, Singapore.
- Zhu, J. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 Companies. *European Journal of Operational Research*. 123 (1), 105-124. Vol. 44, No. 1 (Jan., 1998), 49-61 [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(99\)00096-x](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(99)00096-x)

Anexo

En la tabla A.1 se presenta la prueba de KMO y Barlett para el nodo 1.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.498
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	44.537
	gl	21
	Sig.	.002

La tabla A.2 comunalidades muestra los niveles de extracción o significancia de las variables consideradas para el nodo 1.

	Inicial	Extracción
documentos para exportar	1.000	.950
personal aduana	1.000	.930
Servicios de transporte	1.000	.855
Costo exportaciones	1.000	.854
Seguro y servicios financieros	1.000	.962
Tiempo de ejecución	1.000	.923
Inversión en infraestructura	1.000	.804

Método de extracción: análisis de componentes principales.

En la tabla A.3 se presenta la prueba de KMO y Barlett para el nodo 2.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.611
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	33.128
	gl	10
	Sig.	.000

La tabla A.4 comunalidades muestra los niveles de extracción o significancia de las variables consideradas para el nodo 2.

	Inicial	Extracción
Costo exportaciones	1.000	.902
Seguro y servicios financieros	1.000	.499
Tiempo de ejecución	1.000	.887
valor exportaciones	1.000	.929
volumen exportaciones	1.000	.858

Método de extracción: análisis de componentes principales.

En la tabla A.5 se presenta la prueba de KMO y Barlett para los *Inputs* iniciales, *outputs* finales

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.590
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	50.766
	gl	15
	Sig.	.000

La tabla A.6 comunalidades muestra los niveles de extracción o significancia de las variables consideradas para el nodo 2.

	Inicial	Extracción
documentos para exportar	1.000	.870
personal aduana	1.000	.500
Servicios de transporte	1.000	.677
valor exportaciones	1.000	.694
volumen exportaciones	1.000	.789
Inversión en infraestructura	1.000	.682

Método de extracción: análisis de componentes principales.