

Desempeño logístico, infraestructura portuaria y conectividad marítima en el Continente Americano: un modelo panel dinámico

Logistics performance, port infrastructure and maritime connectivity in the American Continent: a dynamic panel model

 Gutiérrez-Ortiz, Ariel^{1*}

 Méndez-González, Carlos¹

 Infante-Jiménez, Zoe Tamar²

¹Universidad de Colima, Manzanillo, México

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México

Recibido: 14 Mar. 2023 | **Aceptado:** 07 Jun. 2023 | **Publicado:** 10 Jul. 2023

Autor de correspondencia*: agutierrez18@ucon.mx

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Ortiz, A., Méndez-González, C. & Infante-Jiménez, Z. T. (2023). Desempeño logístico, infraestructura portuaria y conectividad marítima en el Continente Americano: Un modelo panel dinámico. *Revista Amazónica de Ciencias Económicas*, 2(2), e526. <https://doi.org/10.51252/race.v2i2.526>

RESUMEN

Alrededor del 80% de las mercancías que son parte del comercio internacional se mueve vía marítima, representando el 70% del valor de las mercancías. Desde el punto de vista del comercio internacional, los países que pertenecen a la región de Latinoamérica son relevantes; por lo que el objetivo de este trabajo de investigación es estudiar la dependencia del desempeño logístico hacia la calidad de la infraestructura portuaria y la conectividad de las líneas navieras tomando como unidad de análisis 20 países del continente americano. Esta investigación es de tipo cuantitativa de alcance correlacional y explicativo. La información se extrajo de la base de datos de UNCTAD; CEPAL y Global Economy para los años 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, por lo que se conformó y estimó (en el paquete econométrico E-views 10) un panel de datos balanceado de 100 observaciones. Los principales hallazgos confirman la hipótesis de que en el continente americano el desempeño logístico depende de la calidad de la infraestructura portuaria y la conectividad de las líneas navieras.

Palabras clave: carga contenerizada; comercio internacional; sector marítimo

ABSTRACT

Around 80% of the goods that are part of international trade move by sea, representing 70% of the value of the goods. From the point of view of international trade, the countries that belong to the Latin American region are relevant; Therefore, the aim of this research is to study the dependence of logistics performance on the quality of port infrastructure and the connectivity of shipping lines, taking 20 countries of the American continent as a unit of analysis. This research is of a quantitative type with a correlational and explanatory scope. The information was extracted from the UNCTAD database; ECLAC and Global Economy for the years 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, for which a balanced data panel of 100 observations was formed and estimated (in the E-views 10 econometric package). The main findings confirm the hypothesis that in the American continent, logistics performance depends on the quality of port infrastructure and the connectivity of shipping lines.

Keywords: containerized cargo; international trade; maritime sector

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas han incorporado en todos los procesos que componen su estructura organizacional una serie indicadores que les permiten evaluar los logros y/o identificar las debilidades y así realizar las adecuaciones para mejorar su desempeño. Es por ello, que las empresas que pertenecen al sector marítimo adoptan ciertos índices que les apoyan en la toma de decisiones para obtener los niveles de desempeño adecuados. Tal es el caso del índice de desempeño logístico, el índice de calidad de la infraestructura portuaria y el índice de conectividad marítima, los cuales son factores clave para ser competitivos en un mundo globalizado.

El transporte marítimo está en el centro del comercio internacional de mercancías, cerca del 80% del volumen de los bienes intercambiados en el mundo son vía marítima (UNCTAD, 2021). El predominio del transporte marítimo ha aumentado, en particular para los bienes manufacturados debido a la intensificación de los servicios de transporte en contenedores. Gracias al uso intensivo de los contenedores y a la red global de líneas navieras, pequeños y grandes importadores y exportadores de bienes terminados o intermedios de países lejanos pueden comerciar entre sí (Fugazza & Hoffmann, 2017).

Para Wang & Cullinane (2006), cada vez más los procesos productivos industriales se hacen más complejos, lo que impacta en los puertos marítimos y en la cadena de suministro. Asimismo, la actividad portuaria se expande a la provisión de servicios logísticos integrales convirtiéndose en el centro de los negocios. Bajo esta dinámica, los aspectos más relevantes del desempeño logístico son los costos y la confiabilidad de las cadenas de suministro. Una facilitación logística pobre pone a una nación en desventaja competitiva, afectando procesos de producción de justo a tiempo con altos costos y tiempos de entrega; por lo que no sólo las entregas importan sino también la confiabilidad y predictibilidad (Arvis et al., 2010).

Las economías de escala en el transporte marítimo permiten una mayor competencia y debido al aumento del comercio, también ayudan a reducir aún más los costos de transporte y mejorar la conectividad. Es por ello que, la conectividad es una variable explicativa del comercio, mientras que el comercio también es una variable explicativa de la conectividad (Hoffmann et al., 2020).

Los puertos son un nodo dentro de la cadena de transporte, por lo que evaluar y conocer el desempeño y la conectividad externa es una de las piezas fundamentales para determinar y analizar su competitividad portuaria dado el creciente desarrollo comercial que ha llevado los países la distribución se está transformando en un factor muy importante del paradigma de la globalización, el transporte marítimo y la comercialización de las cargas, siendo el acceso al transporte y la logística un factor clave para asegurar la competitividad del comercio internacional de una nación. Por lo que, los puertos juegan un rol como facilitadores de la distribución en la cadena de transporte del comercio internacional, dejando de ser un simple punto de transferencia aislado y evolucionando a ser un centro de carga regional integrado como una red donde fluyen diferentes tipos de carga de manera articulada y coordinada (Salgado Oportus & Cea Echeverría, 2012).

De igual manera, Nava-Aguirre et al. (2020) mencionan que mejorar el sistema de rendimiento logístico, es reconocido como una de las más importantes fuerzas motrices del crecimiento económico y de competitividad, ya que tiene un importante impacto en la actividad económica de las naciones, por el contrario, su ineficiencia se traduce en mayores costos en términos de tiempo y dinero, afectando negativamente la competitividad de las empresas y por ende de las naciones.

La mejor estrategia para mejorar el desempeño es un enfoque de tres frentes que (a) fomenten la participación del sector privado a través de un entorno propicio bien desarrollado, incluida una mayor adopción del modelo portuario de propietarios; (b) refuercen la gobernanza de las juntas de las autoridades portuarias; y (c) promuevan la competencia. Aunado a lo anterior, una sofisticada logística portuaria podría

ayudar a incrementar el comercio, diversificar las exportaciones, atraer más inversión extranjera directa y estimular el crecimiento económico (Herrera Dappe & Suárez-Alemán, 2017).

La conectividad portuaria es un eslabón de la red de transporte con componentes interdependientes que incluyen la conexión hacia el interior, el puerto marítimo y la conexión hacia el exterior (Paflioti et al., 2014).

La importancia de la infraestructura tanto externa como interna para la competitividad de los puertos, nace por la necesidad de espacio que están demandando para el manejo de las diversas cargas, a fin de no rezagarse y considerarse obsoletos, deficientes y poco competitivos. Un puerto internacional debe ser eficiente, coordinado y atractivo (Quintero Ramos et al., 2021).

La inversión en las instalaciones y los sistemas portuarios impulsa al comercio, así como lo pone en el mapa, es decir, si un puerto cuenta con tecnología que le ayuda acelerar los trámites o tiene recintos especializados y actualizados, así como certificaciones, los clientes tomarán la decisión de enviar o recibir su mercancía por allí, por la ventaja que genera, menos tiempo, menos costos (Zepeda-Ortega et al., 2017).

De acuerdo con López Medina & Pardo Castiblanco (2019), la falta de inversión privada y pública hacia las instalaciones portuarias internas y externas, ha provocado que las distintas líneas navieras, los actores del comercio exterior y diversas inversiones, pierdan su interés hacia los puertos principales de los países, a pesar de que son los que mueven más carga de mercancía y aportan mayor cantidad de dinero a la federación.

Para Chen et al. (2016), la conectividad se refiere a la capacidad de vincular los nodos en una red para los participantes, por lo que la calidad de las redes de transporte depende tanto de las características como de la manera en que se conectan los enlaces, teniendo siempre en cuenta a los aspectos de costo y calidad de interconectividad. La conectividad de las redes de transporte son un atributo de un red que indica si es posible llegar a todos los nodos desde todos los demás nodos (de Langen & Sharypova, 2013).

Lakshmanan (2011), mostró que la mejora en la infraestructura para el suministro de carga y en los servicios aplicados a la carga conlleva a un crecimiento en el comercio.

Martí et al. (2014) examinaron el efecto que tienen en el comercio los procedimientos aduaneros, costos logísticos y la calidad en la infraestructura portuaria; encontrando que los procedimientos aduaneros generan el mayor impacto para el comercio internacional.

Por su parte, Munim & Schramm (2018) analizaron el impacto de la calidad en la infraestructura portuaria y el desempeño logístico en el comercio marítimo. Sus resultados revelaron que ambos factores son vitales para los países en desarrollo, pero debe existir un seguimiento puntual en el mejoramiento continuo de ambos factores.

Fugazza & Hoffmann (2017) indicaron que, existe una fuerte relación entre el índice de conectividad de las líneas navieras y las exportaciones de bienes contenerizados, señalando que la escasez de una conexión marítima entre los países que realizan actividades comerciales provoca una disminución considerable en el valor de las exportaciones.

Wilmsmeier & Hoffmann (2008) analizaron el impacto de la calidad en la infraestructura portuaria y el índice de conectividad de las líneas navieras en las tasas de carga en diversos países del Caribe. Los hallazgos más relevantes mostraron que existe una fuerte relación entre los factores mencionados, lo que afecta significativamente las tasas de carga.

Desde un punto de vista operativo, lo que hace importante a un puerto de contenedores, es la conectividad (Bartholdi et al., 2016). En los últimos años, diversas bases de datos han sido estudiadas de manera empírica utilizando redes complejas. De manera particular, las redes marítimas y logísticas han provocado

un amplio interés debido a la disponibilidad de datos y al impacto generado sobre el comercio y la globalización (Ansorena, 2018).

De acuerdo con Ansorena (2018), diversos indicadores se han desarrollado con el paso de los años para monitorear la red y los sistemas globales de movimiento de carga. Uno de ellos es el Índice de Conectividad de la Líneas Navieras (LSCI, por sus siglas en inglés, *Liner Shipping Connectivity Index*), el cual fue desarrollado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés, *United Nations Conference on Trade and Development*). Dicho índice mide la competitividad de los países en relación a la logística y el transporte (Hoffmann, 2005).

El Índice de Desempeño Logístico (LPI, por sus siglas en inglés, *Logistics Performance Index*) fue desarrollado a nivel mundial para proporcionar una mejor evaluación de la clasificación de los países en términos de eficacia en la gestión logística. El LPI es un índice compuesto basado en medidas indirectas para infraestructura de transporte e información, gestión de la cadena de suministro (SCM) y facilitación comercial (Pupavac & Golubović, 2015).

El índice del Banco Mundial para medir la calidad de infraestructura portuaria (QPI, *Quality of Port Infrastructure*) mide la percepción de los ejecutivos de negocios sobre las instalaciones portuarias de un país. La calificación del índice varía de 1 a 7, donde una puntuación más alta indica mejor desarrollo de la infraestructura portuaria (Ahmodu & Okeudo, 2021).

Por lo que, el objetivo de esta investigación es estudiar la dependencia del desempeño logístico hacia la calidad de la infraestructura portuaria y la conectividad de las líneas navieras tomando como unidad de análisis 20 países del continente americano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La información se extrajo de la base de datos de UNCTAD (2021), CEPALSTAT (2021) y World Economic Forum (2019) de cinco años (2010, 2012, 2014, 2016, 2018) de 20 países del continente americano (Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El salvador, Estados Unidos, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Dominicana, Uruguay, y Venezuela). Con cinco periodos y 20 secciones cruzadas se conformó un panel de datos balanceado de 100 observaciones. Se extrajo información de tres variables: índice de desempeño logístico (IDL), índice de calidad de la infraestructura portuaria (ICIP), e índice de conectividad. Debido a que la información ya viene en índice, de manera homogeneizada para las tres variables, no hubo necesidad de convertir a logaritmos ni se requirió ningún otro tratamiento estadístico para los datos de las variables. Para analizar la información se estima una regresión con panel de datos, que según Gujarati & Porter (2009), esta metodología se ha popularizado cada vez más en los últimos años en investigaciones de la ciencia económica.

2.1. Regresión múltiple con datos panel

Se le llama modelo de regresión múltiple cuando la ecuación contiene dos o más variables independientes (se puede incluir además una constante o intercepto). De modo que la variable dependiente Y es una función lineal de un conjunto de variables independientes, en este caso de X_1 y X_2 más ruido blanco o término de error. El modelo se expresa de la siguiente forma:

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_1 X_{1it-1} + \beta_2 X_{2it-1} + \varepsilon_{it} = i_{1,2,\dots,100} = t_{1i} 1,2,3,4,5 \quad (1)$$

Donde:

Y: Variable dependiente.

X: Variables independientes.

ε : Término de error.

X_{1it} : Representa la ia observación en la variable explicativa X_1 .

β_0 : Término constante o intercepto de la ecuación.

Se proponen tres modelos de datos panel, 3 estimaciones, una con los valores contemporáneos en las variables, una introduciendo un rezago en las variables explicativas y un tercer modelo con distribución de rezagos buscando la mejor especificación econométrica.

Quedando las ecuaciones de la siguiente forma:

Modelo 1:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Modelo 2:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 X_{1t-1} + \beta_2 X_{2t-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Modelo 3:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 X_{1t-n} + \beta_2 X_{2t-n} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Dónde:

Y : Índice de desempeño logístico de los 20 países considerados (ver anexo 1) del Continente Americano.

X_1 : Índice de Calidad de la Infraestructura Portuaria (ICIP).

X_2 : Índice de Conectividad de las Líneas Navieras (ICLN).

ε : Término de error.

La estimación aquí propuesta es un modelo de regresión múltiple empleando un panel de datos corto, ya que hay menos periodos de tiempo (5 años) que secciones cruzadas (20 países) o unidades de análisis. Dentro de los modelos de regresión con datos panel existen 4 conjuntos o posibilidades de estimación: 1.- Modelo de regresión con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) agrupados, 2.- Modelo de mínimos cuadrados con variable dicotómica (MCVD) de efectos fijos, 3.- Modelo de efectos fijos dentro del grupo y 4.- Modelo de efectos aleatorios (MEFA) (Gujarati & Porter, 2009).

Este último es el que se propone en esta investigación ya que a diferencia del primero permite heterogeneidad en las secciones cruzadas lo cuál es muy factible ya que se trata de 20 países que no necesariamente son homogéneos, el modelo de efectos aleatorios tiene la ventaja por encima del segundo modelo que no pierde grados de libertad al no incorporar variables dicotómicas, y es más eficiente que el modelo de efectos fijos (Gujarati & Porter, 2009).

Una vez estimado el modelo de regresión con datos panel será necesario aplicar la prueba de Hausman para contrastar y determinar empíricamente si el modelo efectivamente se debe estimar con efectos aleatorios o fijos, la prueba de Hausman establece como hipótesis nula que el modelo preferido o que mejor se ajusta a los datos es de efectos aleatorios, en tanto que la alternativa sugiere efectos fijos. Entonces, si el valor de la probabilidad es cero o estadísticamente cercano a cero se debe rechazar la hipótesis nula. Para realizar las estimaciones tanto de regresión como la prueba Hausman se utiliza el paquete econométrico *e-views* 9.

3. RESULTADOS

La Figura 1 muestra la relación gráfica entre el índice de la calidad de la infraestructura portuaria y el índice de desempeño logístico en el continente americano. Para graficar se acomodaron los datos de los países por orden alfabético y por año, tal como se deben apilar para correr un modelo con datos panel. En general se observa una relación positiva entre ambas variables.

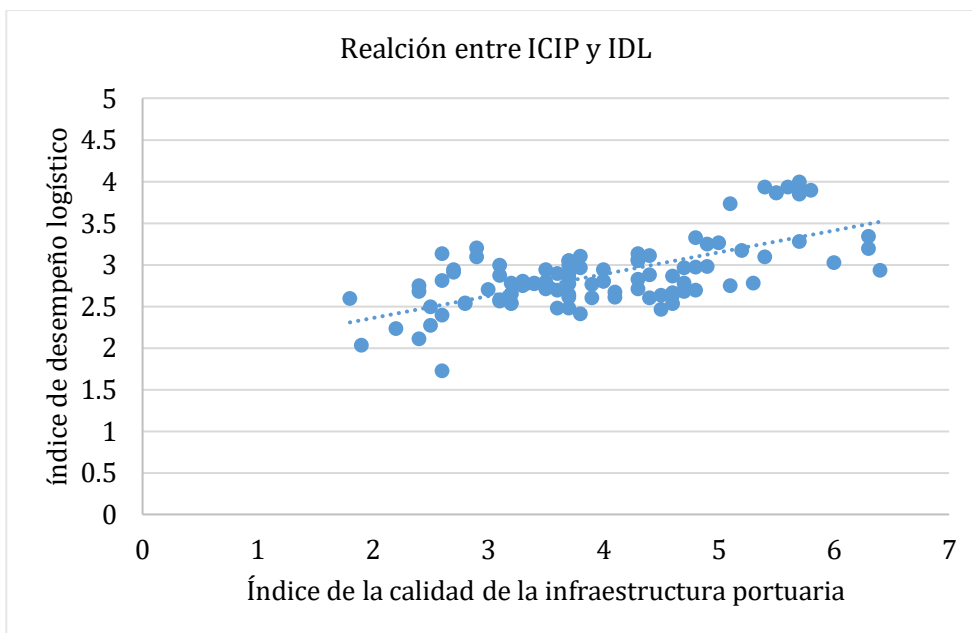


Figura 1. Relación gráfica entre el índice de la calidad de la infraestructura portuaria y el índice de desempeño logístico en el continente americano. Fuente: Elaboración propia con datos de UNCTAD (2021), CEPALSTAT (2021) y World Economic Forum (2019)

En la Figura 2 se aprecia una relación positiva entre el índice de conectividad de las líneas navieras y el índice de desempeño logístico en el continente americano

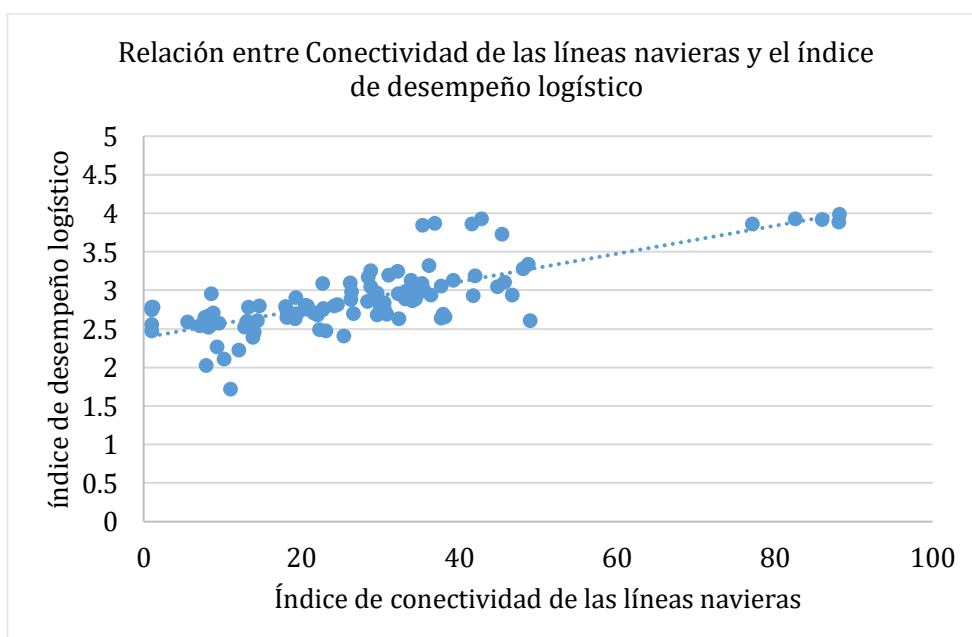


Figura 2. Relación gráfica entre el índice de conectividad de las líneas navieras y el índice de desempeño logístico en el continente americano.

Para estimar el Modelo 1, se consideraron los valores de las variables en el mismo periodo, suponiendo que las relaciones empíricas entre las variables son contemporáneas (Tabla 1).

Tabla 1.

Modelo 1 Regresión con Datos Panel con datos contemporáneos

Variable Dependiente IDL (Índice de Desempeño Logístico)				
Variabes	Coficiente	Error estándar	T- Estadístico	Valor de Prob.
X1 ICIP	0.075300	0.038934	1.934062	0.0561
X2 ICLN	0.013951	0.002739	5.092723	0.0000
C	2.200591	0.143044	15.38401	0.0000
R cuadrada	0.355569	Jarque- Bera (Probabilidad)		0.001163
R cuadrada ajustada	0.313993	Estadístico Durbin-Watson		1.941813
Estadístico F	8.552228	Hausman Test		4.727403
Valor de prob. F	0.000000	Cross-section Random		0.0941

El Modelo 1 de regresión con datos panel estimado es estadísticamente significativo tanto en su conjunto como en lo individual, se obtuvo una F estadística de 8.552228 y el valor de su probabilidad es igual a cero lo que indica un nivel de confianza de 99%. El coeficiente de determinación es de 0.31 (R cuadrada ajustada) lo que indica una bondad de ajuste razonable, es decir, el modelo propuesto explica el 31% del fenómeno abordado. El estadístico Durbin-Watson está en 1.941813, lo que da fuerte indicios de que no se está en presencia de correlación serial, y la prueba de normalidad *jarque-bera* indica que los residuos se comportan de manera normal de forma que cumple con los supuestos clásicos del modelo. En lo individual tanto el intercepto como las variables independientes son estadísticamente significativas a un 99% de confianza y son consistentes con la teoría ya que tienen el signo positivo esperado. La prueba de Hausman arrojó un valor de probabilidad de 0.0941 lo que indica que no se debe rechazar la hipótesis nula (si se considera un 99% o un 95% de confianza) que indica que el modelo se ajusta mejor con efectos aleatorios, por lo que así se estimó.

Los coeficientes obtenidos de la estimación indican que un aumento de una unidad en el índice de la calidad en la infraestructura portuaria impacta en un aumento de 0.075300 en el índice de desempeño logístico. Con respecto al índice de conectividad de las líneas navieras, un aumento de una unidad impacta en 0.013951 en el índice de desempeño logístico, esta última variable tiene un impacto menor o marginal pero altamente significativo en términos de confiabilidad estadística.

Para estimar el Modelo 2 econométrico con datos panel para probar la hipótesis se determinó un modelo dinámico rezagando un periodo las variables independientes, de modo que las relaciones empíricas entre las variables ya no son contemporáneas en este modelo. Esto significa que el desempeño logístico del año 2018 por ejemplo, depende de la calidad en la infraestructura portuaria y la conectividad de las líneas navieras del periodo anterior (del año 2016), y así sucesivamente, lo mismo para la variable conectividad de las líneas navieras.

Tabla 2.

Modelo 2. Regresión con Datos Panel con un rezago en las variables explicativas

Variable Dependiente IDL (Índice de Desempeño Logístico)				
Variabes	Coficiente	Error estándar	T- Estadístico	Valor de Prob.
X1 ICIP(-1)	0.117425	0.041311	2.842499	0.0058
X2 ICLN(-1)	0.014625	0.002946	4.964548	0.0000
C	2.011458	0.150088	13.40183	0.0000
R cuadrada	0.451076	Jarque- Bera (Probabilidad)		0.706669
R cuadrada ajustada	0.413987	Estadístico Durbin-Watson		2.176201
Estadístico F	12.16184	Hausman Test		1.849625
Valor de prob. F	0.000000	Cross-section Random		0.3966

El Modelo 2 se estimó con un rezago en cada variable independiente, para dinamizar el modelo. Este modelo es estadísticamente significativo tanto en su conjunto como en lo individual, se obtuvo una F estadística de 12.16 a un nivel de confianza de 99%. El coeficiente de determinación es de 0.41 (R cuadrada ajustada) lo que indica una bondad de ajuste considerable, es decir, el modelo propuesto explica el 41% del fenómeno abordado. El estadístico Durbin-Watson está en 2.18, lo que da fuerte indicios de que no se está en presencia de correlación serial, y la prueba de normalidad *jarque-bera* indica que los residuos se comportan de manera normal de forma que cumple con los supuestos clásicos del modelo. En lo individual tanto el intercepto como las variables independientes son estadísticamente significativas a un 99% de confianza y son consistentes con la teoría ya que tienen el signo positivo esperado. La prueba de Hausman arrojó un valor de probabilidad de 0.3966 lo que indica que no se debe rechazar la hipótesis nula que indica que el modelo se ajusta mejor con efectos aleatorios, por lo que así se estimó (Ver tabla 2).

Los coeficientes obtenidos de la estimación indican que un aumento de una unidad en el índice de la calidad en la infraestructura portuaria impacta en un aumento de 0.117425 en el índice de desempeño logístico. Con respecto al índice de conectividad de las líneas navieras, un aumento de una unidad impacta en 0.014625 en el índice de desempeño logístico, esta última variable tiene un impacto menor o marginal pero altamente significativo en términos de confiabilidad estadística.

El modelo con mejor ajuste es el 3 que incorpora 3 rezagos para la calidad de la infraestructura portuaria y uno para la conectividad de las líneas navieras, quedando la ecuación expresada así:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 X_{1t-3} + \beta_2 X_{2t-1} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Tabla 3.

Modelo 3. Regresión con rezagos distribuidos en las variables explicativas

Variable Dependiente IDL (Índice de Desempeño Logístico)				
VARIABLES	Coeficiente	Error estándar	T- Estadístico	Valor de Prob.
X ₁ ICIP(-3)	0.120317	0.051131	2.353094	0.0242
X ₂ ICLN(-1)	0.015749	0.003331	4.727633	0.0000
C	1.917537	0.178610	10.73589	0.0000
R cuadrada	0.576165	Jarque- Bera (Probabilidad)		0.858118
R cuadrada ajustada	0.540846	Estadístico Durbin-Watson		2.029468
Estadístico F	16.31292	Hausman Test		3.630722
Valor de prob. F	0.000001	Cross-section Random		0.1628

El Modelo 3 se estimó con tres rezagos en la variable índice de la calidad de la infraestructura portuaria y con un rezago en la variable índice de conectividad de las líneas navieras, ya que con esa especificación es como mejor se comporta el modelo. El modelo 3 es estadísticamente significativo tanto en su conjunto como en lo individual, se obtuvo una F estadística de 16.31 y el valor de su probabilidad es igual a cero lo que indica un nivel de confianza de 99%. El coeficiente de determinación es de 0.5408 (R cuadrada ajustada) lo que indica una bondad de ajuste importante, es decir, el modelo propuesto explica el 54.08 % del fenómeno abordado. El estadístico Durbin-Watson está en 2.03, por lo que no hay correlación serial, y la prueba de normalidad *jarque-bera* indica que los residuos se comportan de manera normal de forma que cumple con los supuestos clásicos del modelo. En lo individual tanto el intercepto como las variables independientes son estadísticamente significativas a un 99% de confianza y son consistentes con la teoría ya que tienen el signo positivo esperado.

La prueba de Hausman arrojó un valor de probabilidad de 0.1628 lo que indica que no se debe rechazar la hipótesis nula que indica que el modelo se ajusta mejor con efectos aleatorios, al ser un modelo de efectos aleatorios en las secciones cruzadas significa que los países estudiados (unidades de análisis) son

heterogéneos, es decir hay ciertas variaciones y particularidades entre ellos, lo cual es muy consistente con la realidad.

Los coeficientes obtenidos de la estimación indican que un aumento de una unidad en el índice de la calidad en la infraestructura portuaria impacta en un aumento de 0.120317 en el índice de desempeño logístico. Con respecto al índice de conectividad de las líneas navieras, un aumento de una unidad impacta en 0.015749 en el índice de desempeño logístico, esta última variable tiene un impacto menor o marginal pero altamente significativo en términos de confiabilidad estadística.

Los tres modelos son muy consistentes, ya que se mantienen los signos (positivos) que indican una relación directa entre la variable de estudio y las variables predictoras, que es lo que se esperaba teóricamente, y los tres modelos son estadísticamente confiables, destaca que la variable con más impacto en el desempeño logístico es la calidad de la infraestructura, revelándose incluso una relación sostenida en el tiempo que al aplicar rezagos sugiere una relación de largo plazo.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los modelos señalados son consistentes y muestran la relación que existe entre las variables analizadas, así como la explicación que proporciona cada variable independiente hacia la variable dependiente. De hecho, se aprecia una evolución en los modelos al exponer una explicación cada vez más fuerte en el modelo final con respecto al primer modelo.

De acuerdo con Yang & Li (2022), en las últimas dos décadas, empresas chinas han invertido en más de 100 puertos alrededor del mundo, factores como la cadena de suministro, oportunidades geopolíticas y la eficiencia portuaria son determinantes en estas inversiones.

Según Czerny et al. (2022), desde la implementación de la iniciativa de la ruta de la seda, ha habido cambios significativos en términos de inversión en infraestructura, conectividad, y redes de cadenas de suministro, así como de desarrollo comercial. A raíz de la iniciativa de la ruta de la seda se estiman alrededor de 700 proyectos de inversión en infraestructura de transporte a lo largo de 96 países trayendo cambios en la industria, en el mercado, en las finanzas y en la región, lo que motiva y promueve una mayor actividad en la coordinación de las políticas.

Adicionalmente, Dong et al. (2022) argumentan que la falta de competencia en las líneas navieras y terminales de contenedores de menor capacidad, pueden generar escenarios de aumento de precios, lo que confirma que aumentar la inversión en infraestructura portuaria y conectividad es benéfico para la competitividad del sector marítimo.

Wang et al. (2021) realizaron un estudio econométrico con series de tiempo, y encuentran que hay una relación positiva de largo plazo entre la infraestructura logística y el crecimiento económico en China. Por lo que los esfuerzos en materia de infraestructura logística impactan no nada más a los actores portuarios y aquellos relacionados directamente con la actividad logística y comercial sino también a la economía del país.

Estos resultados son consistentes con estudios recientes como el de Yip et al. (2022), quienes realzan la importancia de la conectividad marítima y el desempeño logístico como facilitadores de las exportaciones y del comercio.

También, se observa que efectivamente existen fuertes indicios de la correlación entre las variables y su explicación entre las mismas, tal cual lo señalan Ansorena (2018), Munim & Schramm (2018), Fugazza & Hoffmann (2017), Bartholdi et al. (2016) y Wilmsmeier & Hoffmann (2008).

Es importante reconocer que estas estimaciones son promedio para el periodo de estudio y los países analizados. En síntesis, tanto el Índice de Calidad de la Infraestructura Portuaria (X_1) como el Índice de

Conectividad de las Líneas Navieras (X_2) tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo en el índice de Desempeño Logístico.

CONCLUSIONES

El índice de desempeño logístico se ha convertido en un referente mundial en materia de comercio internacional, por lo que diversos países en desarrollo y desarrollados lo utilizan (consultan) con frecuencia para identificar las áreas a mejorar. Por su parte, el índice de conectividad de las líneas navieras indica la conexión que existe entre los países y sus redes marítimas, es decir la habilidad que tienen los países para participar en el comercio global marítimo, de esto se desprende la relevancia y pertinencia de conseguir un adecuado índice de conectividad marítima.

Por lo tanto, es primordial reflexionar acerca de las inversiones en materia de infraestructura portuaria y en la promoción de conectar adecuadamente a los puertos, ya que de acuerdo a esta investigación, estas dos variables tienen un impacto positivo y significativo en el desempeño logístico, por lo que una disminución en cualquiera de ellas podría generar obstáculos significativos para la comercialización entre los países.

La calidad de la infraestructura portuaria y la conectividad de las líneas navieras son decisiones importantes de largo plazo, que probablemente requieren de fuertes inversiones tanto del sector privado como del público, lo que implica una coordinación y comunicación efectiva entre diferentes dependencias, instituciones y actores del sector social y productivo relacionados con el comercio exterior y la actividad portuaria, lo cual lo vuelve complejo y retador, sin embargo, es un tema de interés tanto para funcionarios públicos como para empresarios e inversionistas, por lo que seguramente es un tema que ocupa un espacio en la agenda portuaria.

En conclusión, se confirma la hipótesis de que el desempeño logístico del continente americano depende de manera positiva y sostenida principalmente de la calidad de la infraestructura portuaria y en segundo lugar de la conectividad de las líneas navieras. Será interesante en futuras investigaciones incluir más variables en la ecuación de modo que el poder explicativo o bondad de ajuste del modelo se eleve y se tenga un estudio más robusto considerando más variables, además de las analizadas en este trabajo.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Gutiérrez-Ortiz, A., Méndez-González, C. y Infante-Jiménez, Z. T.

Curación de datos: Gutiérrez-Ortiz, A. y Méndez-González, C.

Análisis formal: Méndez-González, C. y Infante-Jiménez, Z. T.

Investigación: Gutiérrez-Ortiz, A., Méndez-González, C. y Infante-Jiménez, Z. T.

Visualización: Gutiérrez-Ortiz, A. y Infante-Jiménez, Z. T.

Redacción - borrador original: Gutiérrez-Ortiz, A., Méndez-González, C. y Infante-Jiménez, Z. T.

Redacción - revisión y edición: Gutiérrez-Ortiz, A., Méndez-González, C. y Infante-Jiménez, Z. T.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmodu, K. O., & Okeudo, G. N. (2021). Infrastructure development and service quality in the Nigerian ports. *British International Journal of Education and Social Sciences*, 8(4), 1–12.
<https://cirdjournal.com/index.php/bijess/article/view/228>
- Ansorena, I. L. (2018). Bilateral connectivity in the liner shipping network: an overview. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 7(4), 295. <https://doi.org/10.1504/WRITR.2018.095255>
- Arvis, J.-F., Alina Mustra, M., Ojala, L., Shepherd, B., & Saslavsky, D. (2010). *Connecting to Compete 2010: Trade Logistics in the Global Economy--The Logistics Performance Index and Its Indicators*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/5b468345-87e4-56fd-8107-fe913ee7f05c/full>
- Bartholdi, J. J., Jarumaneeroj, P., & Ramudhin, A. (2016). A new connectivity index for container ports. *Maritime Economics & Logistics*. <https://doi.org/10.1057/mel.2016.5>
- CEPALSTAT. (2021). *Movimiento portuario de contenedores*.
https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=1044&area_id=439&lang=es
- Chen, S.-L., Jeevan, J., & Cahoon, S. (2016). Malaysian Container Seaport-Hinterland Connectivity: Status, Challenges and Strategies. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(3), 127–138.
<https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2016.09.001>
- Czerny, A. I., Fu, X., & Lee, P. T.-W. (2022). An introductory overview of the Belt and Road Initiative studies. In *Market Development and Policy for One Belt One Road* (pp. 1–7). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815971-2.00003-7>
- de Langen, P. W., & Sharypova, K. (2013). Intermodal connectivity as a port performance indicator. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 97–102.
<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.06.003>
- Dong, G., Li, J., & Lee, P. T.-W. (2022). Collusive pricing detection in ocean container transport: A case study of Maritime Silk Road. In *Market Development and Policy for One Belt One Road* (pp. 125–153). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815971-2.00010-4>
- Fugazza, M., & Hoffmann, J. (2017). Liner shipping connectivity as determinant of trade. *Journal of Shipping and Trade*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41072-017-0019-5>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometría* (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin, Inc.
<https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Herrera Dappe, M., & Suárez-Alemán, A. (2017). *Competitiveness of South Asia's Container Ports: A Comprehensive Assessment of Performance, Drivers and Costs*. World Bank, Washington, DC.
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/deb5f6ee-b1c4-5bf8-bf93-30d978659f45>
- Hoffmann, J. (2005). *Liner Shipping Connectivity* (pp. 4–12). UNCTAD Transport Newsletter.
https://unctad.org/system/files/official-document/sdtetlbmisc20051_en.pdf
- Hoffmann, J., Saeed, N., & Sødal, S. (2020). Liner shipping bilateral connectivity and its impact on South Africa's bilateral trade flows. *Maritime Economics & Logistics*, 22(3), 473–499.
<https://doi.org/10.1057/s41278-019-00124-8>
- Lakshmanan, T. R. (2011). The broader economic consequences of transport infrastructure investments.

- Journal of Transport Geography*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.01.001>
- López Medina, M., & Pardo Castiblanco, C. F. (2019). *Transporte marítimo en Indonesia: desafío que enfrenta el país por falta de inversión en infraestructura* [Universidad El Bosque]. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3071>
- Martí, L., Puertas, R., & García, L. (2014). The importance of the Logistics Performance Index in international trade. *Applied Economics*, 46(24), 2982–2992. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.916394>
- Munim, Z. H., & Schramm, H.-J. (2018). The impacts of port infrastructure and logistics performance on economic growth: the mediating role of seaborne trade. *Journal of Shipping and Trade*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41072-018-0027-0>
- Nava-Aguirre, K. M., De las Fuentes-Melo, M., Dávila-Randall, H., & Salas-Valerio, R. (2020). Importancia del desempeño logístico en el comercio exterior mexicano. Breve análisis del periodo 2010-2016. *Ciencias Administrativas. Teoría Y Praxis*, 15(2), 79–96. <https://cienciasadmvastyp.uat.edu.mx/index.php/ACACIA/article/view/235>
- Paflioti, P., Vitsounis, T. K., Tsamourgelis, I., & Bell, M. G. H. (2014). Container Seaports Connectivity: A “Concept” Analysis. *International Forum on Shipping, Ports and Airports (IFSPA) 2014: Sustainable Development in Shipping and Transport Logistics*, 467–491. <https://trid.trb.org/view/1329084>
- Pupavac, D., & Golubović, F. (2015). Croatian competitiveness within European logistics space. *Proceedings of The 15th International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management*. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/plusm/article/view/3885>
- Quintero Ramos, M., Almanza-Vides, K., & Pimienta Gómez, S. (2021). Estrategias para potenciar la competitividad internacional de Puertos Marítimos en contextos globalizados. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(3), 250–271. <https://doi.org/10.31876/rsc.v27i3.36768>
- Salgado Oportus, O., & Cea Echeverría, P. (2012). Análisis de la conectividad externa de los puertos de Chile como un factor de competitividad. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 20(1), 25–39. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052012000100004>
- UNCTAD. (2021). *Liner shipping connectivity index, quarterly*. <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=92>
- Wang, C., Kim, Y.-S., & Kim, C. Y. (2021). Causality between logistics infrastructure and economic development in China. *Transport Policy*, 100, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.10.005>
- Wang, T.-F., & Cullinane, K. (2006). The Efficiency of European Container Terminals and Implications for Supply Chain Management. *Maritime Economics & Logistics*, 8(1), 82–99. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100151>
- Wilmsmeier, G., & Hoffmann, J. (2008). Liner Shipping Connectivity and Port Infrastructure as Determinants of Freight Rates in the Caribbean. *Maritime Economics & Logistics*, 10(1–2), 130–151. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100195>
- World Economic Forum. (2019). *Calidad de la infraestructura portuaria - Clasificaciones*. The Global Economy. https://es.theglobaleconomy.com/rankings/seaports_quality/
- Yang, D., & Li, L. (2022). The investment efficiency of overseas ports: Three macroscopic factors. In *Market Development and Policy for One Belt One Road* (pp. 77–98). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815971-2.00009-8>
- Yip, T. L., Chan, E. M. H., & Ho, D. C. K. (2022). China’s Belt and Road Initiative: Quantifying the causal

relationship between maritime connectivity and global trade. In *Market Development and Policy for One Belt One Road* (pp. 9–25). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815971-2.00007-4>

Zepeda-Ortega, I. E., Ángeles-Castro, G., & Carrillo-Murillo, D. G. (2017). Infraestructura portuaria y crecimiento económico regional en México. *Economía Sociedad y Territorio*, 337–366. <https://doi.org/10.22136/est002017806>

ANEXOS

Anexo 1.

Datos del desempeño logístico por país

País	Índice de Desempeño Logístico				
	2010	2012	2014	2016	2018
Argentina	3.10	3.05	2.99	2.96	2.89
Brasil	3.20	3.13	2.94	3.09	2.99
Canadá	3.87	3.85	3.86	3.93	3.73
Chile	3.09	3.17	3.26	3.25	3.32
Colombia	2.77	2.87	2.64	2.61	2.94
Costa Rica	2.91	2.75	2.70	2.65	2.79
Ecuador	2.77	2.76	2.71	2.78	2.88
El Salvador	2.67	2.60	2.96	2.71	2.58
Estados Unidos	3.86	3.93	3.92	3.99	3.89
Guatemala	2.63	2.80	2.80	2.48	2.41
Haití	2.59	2.03	2.27	1.72	2.11
Honduras	2.78	2.53	2.61	2.46	2.60
México	3.05	3.06	3.13	3.11	3.05
Nicaragua	2.54	2.54	2.65	2.53	2.53
Panamá	3.02	2.93	3.19	3.34	3.28
Paraguay	2.75	2.48	2.78	2.56	2.78
Perú	2.80	2.94	2.84	2.89	2.69
República Dominicana	2.82	2.70	2.86	2.63	2.66
Uruguay	2.75	2.98	2.68	2.97	2.69
Venezuela	2.68	2.49	2.81	2.39	2.23

Anexo 2.

Información de las variables acomodada como panel de datos (5 años, 20 países)

País/Año/Variable	ICIP	ICLN	IDL
Argentina2010	3.8	26.2	3.10
Argentina2012	3.7	28.8	3.05
Argentina2014	3.7	33.3	2.99
Argentina2016	3.8	32.3	2.96
Argentina2018	3.7	33.2	2.89
Brasil2010	2.9	31.1	3.20
Brasil2012	2.6	33.9	3.13
Brasil2014	2.7	36.4	2.94
Brasil2016	2.9	35.3	3.09
Brasil2018	3.1	35.4	2.99
Canada2010	5.7	36.9	3.87
Canada2012	5.7	35.4	3.85
Canada2014	5.5	41.6	3.86
Canada2016	5.4	42.8	3.93
Canada2018	5.1	45.4	3.73
Chile2010	5.4	22.7	3.09
Chile2012	5.2	28.5	3.17
Chile2014	5	28.8	3.26
Chile2016	4.9	32.2	3.25
Chile2018	4.8	36.2	3.32
Colombia2010	3.4	30.5	2.77
Colombia2012	3.1	34.1	2.87
Colombia2014	3.7	37.7	2.64
Colombia2016	3.7	49.0	2.61

Colombia2018	4	46.7	2.94
Costarica2010	2.7	19.3	2.91
Costarica2012	2.4	18.2	2.75
Costarica2014	3	19.5	2.70
Costarica2016	3.2	18.2	2.65
Costarica2018	3.5	18.0	2.79
Ecuador2010	3.7	22.8	2.77
Ecuador2012	3.9	20.6	2.76
Ecuador2014	4.3	21.6	2.71
Ecuador2016	4.7	30.0	2.78
Ecuador2018	4.4	26.3	2.88
Elsalvador2010	4.1	8.2	2.67
Elsalvador2012	3.9	7.7	2.60
Elsalvador2014	4.7	8.6	2.96
Elsalvador2016	3.5	8.8	2.71
Elsalvador2018	3.1	9.6	2.58
Estadosunidos2010	5.5	77.2	3.86
Estadosunidos2012	5.6	82.6	3.93
Estadosunidos2014	5.7	86.0	3.92
Estadosunidos2016	5.7	88.2	3.99
Estadosunidos2018	5.8	88.1	3.89
Guatemala2010	4.5	19.2	2.63
Guatemala2012	4	14.7	2.80
Guatemala2014	4	20.8	2.80
Guatemala2016	3.7	23.1	2.48
Guatemala2018	3.8	25.4	2.41
Haiti2010	1.8	5.6	2.59
Haiti2012	1.9	7.9	2.03
Haiti2014	2.5	9.3	2.27
Haiti2016	2.6	11.0	1.72
Haiti2018	2.4	10.2	2.11
Honduras2010	5.3	13.3	2.78
Honduras2012	4.6	12.8	2.53
Honduras2014	4.1	14.4	2.61
Honduras2016	4.5	14.0	2.46
Honduras2018	4.4	13.1	2.60
Mexico2010	3.7	35.2	3.05
Mexico2012	4.3	37.7	3.06
Mexico2014	4.3	39.3	3.13
Mexico2016	4.4	45.8	3.11
Mexico2018	4.3	44.9	3.05
Nicaragua2010	2.8	8.4	2.54
Nicaragua2012	3.2	7.1	2.54
Nicaragua2014	3.2	7.8	2.65
Nicaragua2016	2.8	8.3	2.53
Nicaragua2018	3.2	8.2	2.53
Panama2010	6	35.0	3.02
Panama2012	6.4	41.8	2.93
Panama2014	6.3	42.0	3.19
Panama2016	6.3	48.8	3.34
Panama2018	5.7	48.1	3.28
Paraguay2010	3.3	1.0	2.75
Paraguay2012	3.6	1.0	2.48
Paraguay2014	3.2	1.0	2.78

Paraguay2016	3.1	1.0	2.56
Paraguay2018	3.4	1.2	2.78
Peru2010	3.3	24.2	2.80
Peru2012	3.5	29.3	2.94
Peru2014	3.7	30.5	2.84
Peru2016	3.6	34.5	2.89
Peru2018	3.6	38.0	2.69
Dominicana2010	4.3	24.6	2.82
Dominicana2012	4.7	26.6	2.70
Dominicana2014	4.6	28.4	2.86
Dominicana2016	4.6	32.4	2.63
Dominicana2018	4.6	38.2	2.66
Uruguay2010	5.1	22.7	2.75
Uruguay2012	4.9	26.4	2.98
Uruguay2014	4.7	29.6	2.68
Uruguay2016	4.8	29.6	2.97
Uruguay2018	4.8	30.8	2.69
Venezuela2010	2.4	22.1	2.68
Venezuela2012	2.5	22.3	2.49
Venezuela2014	2.6	20.5	2.81
Venezuela2016	2.6	13.9	2.39
Venezuela2018	2.2	12.1	2.23