



**FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD Y FINANZAS**

**INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, MOVIMIENTO DE
CARGA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO**



**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA**

**LIMA – PERÚ
2023**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

ESCUELA DE ECONOMÍA

**INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, MOVIMIENTO DE CARGA Y
CRECIMIENTO ECONÓMICO**

PARA OPTAR POR:

EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA

PRESENTADO POR:

FERNANDO MARTIN CASTRO MURO

ASESOR:

MG. RENZO JAIR VIDAL CAYCHO

LIMA, PERÚ

2023

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

ASESOR: Mg. Renzo Jair Vidal Caycho

MIEMBROS DEL JURADO:

PRESIDENTE:

Mg. Renzo Jair Vidal Caycho

SECRETARIO:

Mg. Valeria de Fátima Sánchez Azang

MIEMBRO:

Mg. Carlos André Burneo González

PAPER NAME

INFRAESTRUCTURA PORTUARIA%2C MOVIMIENTO DE CARGA Y CRECIMIENTO ECON%3%93MICO.pdf

AUTHOR

FERNANDO MARTIN CASTRO MURO

WORD COUNT

24188 Words

CHARACTER COUNT

127876 Characters

PAGE COUNT

79 Pages

FILE SIZE

1.6MB

SUBMISSION DATE

Jun 13, 2023 10:55 PM GMT-5

REPORT DATE

Jun 13, 2023 11:01 PM GMT-5

● **9% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 7% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 5% Submitted Works database

● **Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 10 words)

Tabla de Contenido

Índice de Gráficos	6
Índice de Figuras	7
Índice de Tablas	8
Glosario de Abreviaturas	9
Definiciones Básicas	10
Resumen.....	11
Abstract	12
Capítulo I: Planteamiento del Problema	13
1.1. Planteamiento de la Situación Problemática	13
1.1.1. <i>Problema General</i>	16
1.1.2. <i>Problemas Específicos</i>	16
1.2. Objetivos de la Investigación	17
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	17
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación	18
1.4. Limitaciones del Estudio	18
1.5. Viabilidad de la Investigación	18
Capítulo II: Marco Teórico	19
2.1. Antecedentes de la Investigación	19
2.2. Bases Teóricas	30
2.2.1. <i>Externalidades del Capital: Romer (1986)</i>	30
2.2.2. <i>Crecimiento Endógeno AK: Rebelo (1991)</i>	34
2.3. Formulación de Hipótesis.....	37
2.3.1. <i>Hipótesis General</i>	37
2.3.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	37

2.4. Variables	38
2.4.1. Variable Dependiente	38
2.4.2. Variables Independientes	38
Capítulo III: Metodología.....	39
3.1. Tipo y Técnicas de Investigación.....	39
3.2. Población y Muestra	39
3.3. Procedimiento Metodológico.....	40
3.3.1. Pruebas de Raíz Unitaria.....	41
3.3.2. Pruebas de Cointegración	42
3.3.3. Prueba de Causalidad de Granger (CG)	44
Capítulo IV: Resultados	46
4.1. Hallazgos Relevantes	52
4.2. Resumen de los Datos Recolectados	56
4.3. Tratamiento Estadístico	68
Capítulo V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones	69
5.1. Discusión.....	69
5.2. Conclusiones y Recomendaciones	71
Capítulo VI: Fuentes de Información	73
Capítulo VII: Anexos	79
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	79
Anexo 2: Base de Datos	80

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Modelo de Romer con $\alpha + \eta < 1$	32
Gráfico 2 Modelo de Romer con $\alpha + \eta > 1$	33
Gráfico 3 Modelo AK de Rebelo	36
Gráfico 4 Función de Impulso – Respuesta (Impulso: K Real Respuesta: PBI PC)	50
Gráfico 5 Función de Impulso – Respuesta (Impulso: K Real Respuesta: Ln(Carga))	50
Gráfico 6 Correlación Cruzada de Residuos (PBI PC vs. K Real & Ln(Carga))	51
Gráfico 7 Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: PBI PC (en miles de USD)	61
Gráfico 8 Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: K Real (en millones de USD)	63
Gráfico 9 Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Carga (en millones de TM's)	65
Gráfico 10 Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Población (en millones de personas)	67

Índice de Figuras

Figura 1 Relación de los Beneficios de las Inversiones en Infraestructura y el Crecimiento Económico	14
Figura 2 Resumen de Procedimiento Metodológico	45
Figura 3 Fuente y Direccionalidad Causal.....	49
Figura 4 Macro Regiones de Chile e Instalaciones Portuarias	59
Figura 5 Macro Regiones del Perú e Instalaciones Portuarias	60

Índice de Tablas

Tabla 1 Resumen de Revisión Literaria	26
Tabla 2 Prueba de Raíz Unitaria para Datos de Panel	46
Tabla 3 Pruebas de Cointegración para Datos de Panel (PBI PC vs. K Real vs. Carga).....	47
Tabla 4 Ecuación de Cointegración (EC)	48
Tabla 5 Modelo de Corrección de Errores (MCE).....	48
Tabla 6 Fuente y Direccionalidad Causal.....	49
Tabla 7 Prueba de Portmanteau para Autocorrelación de Residuos	51
Tabla 8 Prueba de LM para Correlación Serial de Residuos	51
Tabla 9 Prueba de Normalidad Multivariada	52
Tabla 10 Distribución de Terminales, Regiones y Macro Regiones por País	57
Tabla 11 Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: PBI PC (en miles de USD).....	61
Tabla 12 Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: K Real (en miles de USD).....	63
Tabla 13 Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Carga (en TM's).....	65
Tabla 14 Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Población (en personas)	67
Tabla 15 Matriz de Consistencia	79
Tabla 16 Base de Datos	80

Glosario de Abreviaturas

Nomenclatura	Significado
ADF	Augmented Dickey-Fuller
AIC	Akaike Information Criterion
ÁNC	Áncash
APN	Autoridad Portuaria Nacional
APP	Asociaciones Público-Privadas
ARDL	Auto Regressive Distributed Lags
ARQP	Arequipa
ATI	Antofagasta Terminal Internacional
BCCh	Banco Central de Chile
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CA	Curva de Ahorro
CD	Curva de Depreciación
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CG	Causalidad de Granger
CPM	Complejo Portuario Mejillones
DF	Dickey-Fuller
EC	Ecuación de Cointegración
EMPORCHI	Empresa Portuaria de Chile
ENAPU	Empresa Nacional de Puertos
GRAU	Grau
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPS	Im, Pesaran & Shin
ITI	Iquique Terminal Internacional
JCM	José Carlos Mariátegui
km. / kms.	Kilómetro / Kilómetros
LIB	La Libertad
LIMA	Lima y Callao
LLC	Levin, Lin & Chu
LM	Lagrange Multiplier
LPI	Logistic Performance Index
LW	Los Libertadores Wari
MCE	Modelo de Corrección de Errores
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
NG	Norte Grande
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OLC	Observatorio Logístico de Chile
PBI	Producto Bruto Interno
PEA	Población Económicamente Activa
PP	Phillips-Perron
PPA	Poder de Paridad Adquisitivo
RMB	Renminbi
SIC	Schwarz Information Criterion
STI	San Antonio Terminal Internacional
SVTI	San Vicente Terminal Internacional
TCMS	Terminal de Contenedores Muelle Sur
TECM	Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales
TEU's	Twenty-foot Equivalent Units
TISUR	Terminal Internacional del Sur
TM's	Toneladas Métricas
TNM	Terminal Norte Multipropósito
TP Ch	Terminal Portuario de Chimbote
TP Ilo	Terminal Portuario de Ilo
TPA	Terminal Puerto Arica
TPE	Terminales Portuarios Euroandinos
TPGSM	Terminal Portuario General San Martín
TPS	Terminal Portuario de Salaverry
TPS-V	Terminal Pacífico Sur - Valparaíso
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
US BLS	U.S. Bureau of Labor Statistics
USD	United States Dollar (dólar estadounidense)
VAR	Vectores Auto Regresivos
WB	World Bank (Banco Mundial)
ZC	Zona Central
χ^2	Chi-cuadrado

Definiciones Básicas

Término	Significado	Fuente
Capital Real	"Stock de activos físicos como maquinaria, edificios y herramientas que se utilizan en la producción de bienes y servicios. También se le conoce como capital físico o fijo."	(Oxford University Press, 2013)
Deflactor del PBI	"Índice de precios de todos los bienes y servicios finales producidos, es la relación entre el PIB nominal y el PIB real."	(University of Minnesota Libraries Publishing, 2016)
Hinterland	"Región tributaria, ya sea rural o urbana o ambas, que está estrechamente vinculada económicamente con un pueblo o ciudad cercana, usada para referirse al interior de un puerto o asentamiento costero."	(Britannica, T. Editors of Encyclopedia, 1998)
Índice de Precios de Exportaciones	"Índice que mide el cambio en el tiempo en los precios de bienes o servicios vendidos a compradores extranjeros por residentes de EE. UU."	(US BLS, 2023)
PBI	"El PBI es el principal indicador económico de un país y mide el valor agregado de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de un periodo dado. Este valor es un indicador del bienestar de una nación. Se valoriza en millones de S/ corrientes y constantes, mientras que para la comparación entre países se debe valorizar en US\$"	(BCRP, 2021)
PBI per cápita	"Es la relación entre el PBI y la población de un país en un año determinado. Generalmente se asocia con el grado de desarrollo relativo de un país. Se valoriza en US\$."	(BCRP, 2021)
PBI Real	"El valor total de todos los bienes y servicios finales producidos durante un año o período en particular, ajustado para eliminar los efectos de los cambios en los precios."	(University of Minnesota Libraries Publishing, 2016)
PPA	"Tasas de conversión de moneda que intentan igualar el poder adquisitivo de las diferentes monedas, eliminando las diferencias en los niveles de precios entre países."	(OECD, 2023)

Resumen

El principal objetivo del presente trabajo de tesis consiste en la identificación de la direccionalidad causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016. Para tal fin, se ejecutan pruebas de raíz unitaria para datos de panel, posteriormente, habiendo determinado el orden de integración de las variables seleccionadas, se realiza un análisis de cointegración, un MCE, se evalúan las pruebas de causalidad de Granger y se examinan funciones de impulso respuesta. El estudio indica que existe una relación causal unidireccional en el corto plazo entre K Real y Ln(Carga) hacia PBI PC, una relación unidireccional en el corto plazo entre PBI PC y K Real (confirmando la bidireccionalidad entre PBI PC y K REAL) y una relación de largo plazo desde las variables explicativas hacia PBI PC, información consistente de acuerdo con la evidencia empírica presentada en la revisión literaria. Asimismo, un incremento de un millón de USD en inversión en capital real en infraestructura portuaria genera un aumento en el PBI per cápita regional de 106.62 USD aproximadamente y ante un incremento en 10% en el movimiento de carga portuaria se genera un aumento en el PBI per cápita regional de 3.70% aproximadamente. Las funciones impulso respuesta ofrecen una mayor profundidad al análisis al indicar el periodo de rezagos en los que una innovación de una desviación estándar de Cholesky muestra efectos sobre la variable respuesta, ante ello el estudio indica que los puntos de inflexión hallados resultan ser consistentes con las peculiaridades propias de la operatividad portuaria y la naturaleza de su comportamiento en referencia a las variables seleccionadas.

Palabras Clave: Causalidad de Granger, Crecimiento Económico, Datos de Panel, Infraestructura Portuaria, Movimiento de Carga Portuaria.

Abstract

The main objective of this thesis is to identify the short and long-term causal directionality between investment in port infrastructure, the level of port cargo throughput, and regional economic growth in the countries of the southwest coast of South America for the time horizon between 2004 - 2016. To this end, unit root tests are executed for panel data, having determined the order of integration of the selected variables, a cointegration analysis is carried out, a MCE (VECM), Granger causality tests and impulse response functions are examined. The study indicates that there is a unidirectional causal relationship in the short term between K Real and Ln (Carga) towards PBI PC, a unidirectional relationship in the short term between PBI PC and K Real (confirming the bidirectionality between PBI PC and K REAL) and a long-term relationship from the explanatory variables to PBI PC, being consistent with the empirical evidence presented in the literature review. Likewise, an increase of one million USD in investment on real capital port infrastructure generates an increase in the regional GDP per capita of approximately 106.62 USD, and a 10% increase in the cargo throughput generates an increase regional GDP per capita of approximately 3.70%. The impulse-response functions offer greater depth to the analysis by indicating the period of lags in which an innovation of one Cholesky standard deviation shows effects on the response variable. In view of this, the study indicates that the inflection points found are consistent with the characteristics of the port infrastructure and the nature of its behavior in reference to the selected variables.

Keywords: Granger Causality, Economic Growth, Panel Data, Port Infrastructure, Port Cargo Throughput.

Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Planteamiento de la Situación Problemática

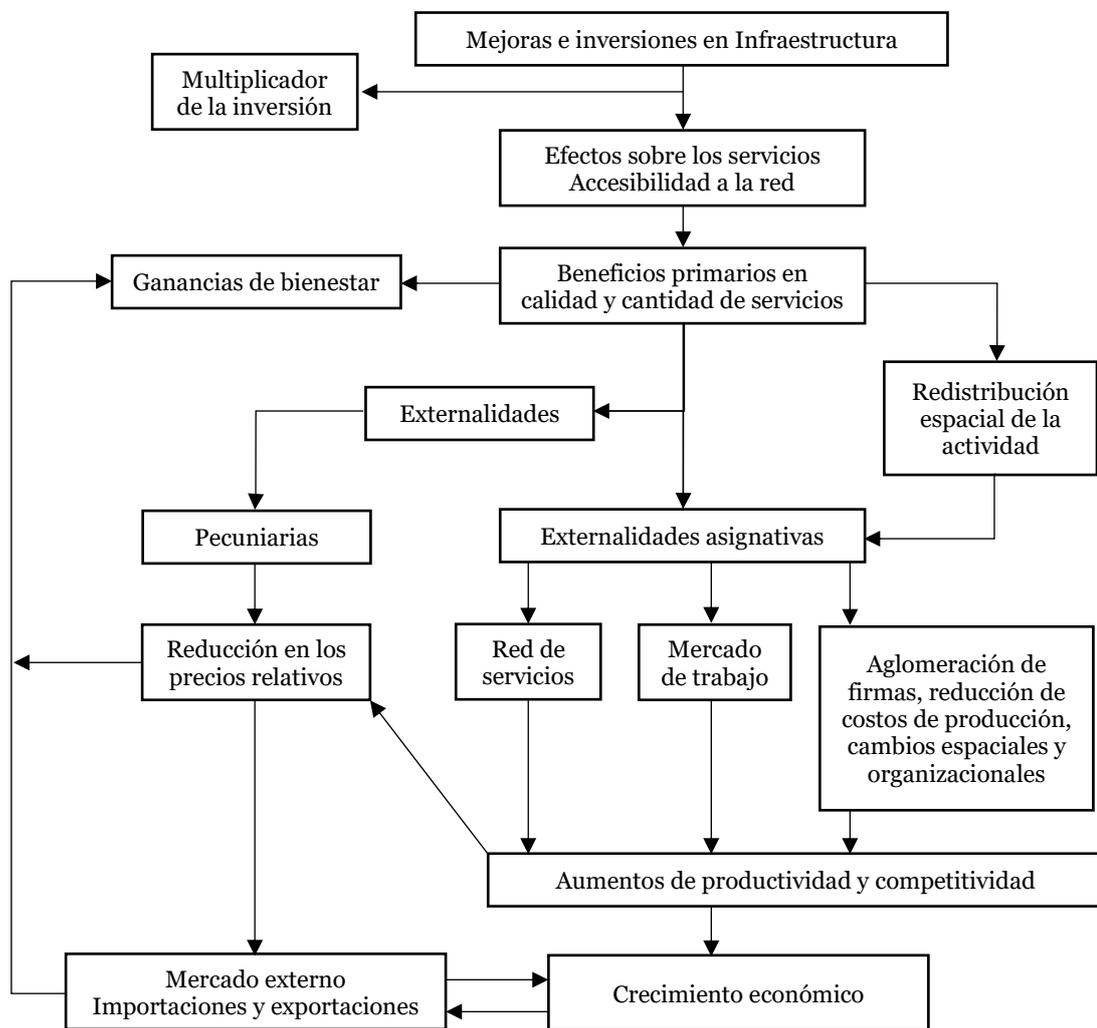
Estudios empíricos vinculados a la relación entre la inversión en infraestructuras y el crecimiento económico parten del trabajo seminal de Aschauer (1989). A la fecha, existen numerosos estudios enfocados en los beneficios que traen consigo el desarrollo de infraestructuras y el impacto que estas generan sobre el bienestar y el crecimiento económico de un país o región. Las inversiones y mejoras en infraestructuras resultan ser un factor que contribuye positivamente al crecimiento y desarrollo económico a través de la creación de instalaciones dedicadas a la producción, la mejora de la competitividad y la productividad, y como generador de oportunidades de empleo (Aschauer 1989, Sahoo & Dash 2009). La adecuada provisión de estas contribuye al desarrollo de ventajas competitivas y a mayor eficiencia y productividad en las regiones en las que son implementadas, mientras que, por otro lado, la ausencia de una infraestructura adecuada constituye un impedimento para la implementación de políticas de desarrollo y crecimiento económico, creando así lo que se denomina en la literatura como “brechas de infraestructura” (Rozas & Sánchez, 2004).

Rozas (2010) señala que el mecanismo habitual que sustenta la dinámica entre la inversión en infraestructura y el crecimiento económico consiste en que: “una mayor disponibilidad y calidad de los servicios de infraestructura [...] implican para los productores una mayor productividad de los factores y costos de producción más bajos. La mayor rentabilidad incentiva la inversión y, por ende, aumenta el crecimiento potencial del producto” (véase Figura 1 para mayor detalle). Sin embargo, si bien dicha relación puede ser intuitiva hasta cierto punto, un correlato positivo y significativo no denota dirección de causalidad entre ambas variables. Partiendo de dicha premisa, la identificación de la direccionalidad causal se vuelve una necesidad para la óptima ejecución de políticas públicas, específicamente en el contexto de la inversión en infraestructuras del transporte y su relación al crecimiento económico. Estudios indican (Maparu & Mazumder, 2017) que se

requiere de evidencia empírica para establecer dirección de causalidad, dado que en el caso la causalidad sea unidireccional, desde infraestructura de transporte hacia crecimiento económico, se debería priorizar asignación de fondos a los proyectos de infraestructura de transporte. De lo contrario, la prioridad recae sobre la creación de puestos de trabajo en los sectores secundarios y terciarios, aumento de la productividad, entre otros factores.

Figura 1

Relación de los Beneficios de las Inversiones en Infraestructura y el Crecimiento Económico



Fuente: Perrotti & Sánchez (2011, pág. 12)

Según el BID, la infraestructura se puede definir como: “un conjunto de estructuras de ingeniería, equipos e instalaciones de larga vida útil, utilizadas por los sectores productivos y por los hogares [...] tradicionalmente ha sido asimilada al stock de capital público, o a ciertas

características técnicas o económicas, tales como su vinculación con servicios básicos, sus altos costos de inversión, su indivisibilidad, su inamovilidad o su naturaleza de bien público.”. Asimismo, estas estructuras se pueden clasificar conforme a su función y alcance o cobertura geográfica, siendo los puertos y terminales portuarios considerados en el contexto sectorial del transporte con alcance internacional (BID, 2000).

Para el año 2018, más del 80% del comercio mundial de mercancías se manipulaban en puertos de todo el mundo, y casi dos tercios de dichas mercancías se cargaban y descargaban en puertos de los países en desarrollo (UNCTAD, 2018). Las proyecciones y perspectivas sobre el flujo del comercio marítimo eran bastante alentadoras dadas las expectativas de crecimiento económico mundial; y la planificación del desarrollo de las infraestructuras portuarias tenía como objetivo cubrir el volumen de tráfico portuario previsto a nivel internacional. La importancia de la infraestructura portuaria, y sus efectos sobre la capacidad y performance de los terminales portuarios, resulta ser un componente esencial en el crecimiento económico dado que ello provee las condiciones necesarias para fortalecer el comercio internacional, siendo este el principal impulso económico para la región y el país. Es por ello, por lo que ante mayor inversión en el nivel de infraestructura portuaria se generan aumentos en la conectividad, mejoras en la cantidad y calidad de servicios prestados en diversos sectores económicos (conexos), incrementos en el nivel de productividad y competitividad regional; lo cual se traduce en el desarrollo de infraestructura industriales en la región (Acciario, 2008) conduciendo así a un mayor nivel de crecimiento económico.

Chile y Perú iniciaron procesos de reformas en sus respectivos sectores portuarios en la década de los 90, ello con el fin de incentivar la inversión y mejorar la productividad. Los principales problemas que presentaba el sector portuario chileno, durante su administración por EMPORCHI, consistía en la deficiencia en performance operativa debido al uso de equipos obsoletos generando retrasos en los servicios, pérdidas frecuentes de carga, falta de coordinación entre puertos y navieras y costes operativos altos. Por otro lado, en el sector portuario peruano, durante su administración por ENAPU, la problemática radicaba en la

insuficiente asignación de recursos financieros al sector, su alto nivel de dependencia del presupuesto público, el exceso de trabajadores y la escasez de criterios técnicos en la ejecución de inversiones (Chang & Tovar, 2014). A finales de esa misma década ambos países apostarían por invertir a través de un esquema de concesiones con participación de actores privados, dando inicio así al proceso de otorgamiento de concesiones portuarias en ambos países bajo la modalidad APP. Asimismo, se publican en Chile, en el año 1997, la Ley N° 19542, que moderniza el sector portuario estatal; y por otro lado, en Perú, en el año 2003, la Ley N° 27943, dando creación así a la Ley del Sistema Portuario Nacional.

1.1.1. Problema General

¿Cuál es la dirección causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016?

1.1.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el impacto de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016?

¿Cuál es el impacto del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte comprendido entre 2004 – 2016?

¿Qué efecto tendría una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria sobre el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo?

¿Qué efecto tendría una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria sobre el nivel de movimiento de carga portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Identificar la direccionalidad causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

1.2.2. Objetivos Específicos

Cuantificar el impacto de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

Cuantificar el impacto del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

Determinar el efecto sobre el crecimiento económico ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo.

Determinar el efecto sobre el nivel de movimiento de carga portuaria ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo.

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

La motivación principal del presente trabajo de investigación consiste en la identificación y determinación de la direccionalidad causal existente entre el crecimiento económico, la inversión en infraestructura portuaria y el movimiento de carga portuaria. Adicionalmente se justifica el tema a través de la cuantificación del impacto que generan dichas inversiones, los beneficios que traen consigo sobre el movimiento de carga portuaria y cómo estos factores retribuyen al crecimiento económico. Además de ello, es posible cuantificar el periodo de tiempo necesario (expresados en años) para obtener beneficios provenientes de las inversiones en infraestructura, sobre sus efectos en el nivel de carga portuaria y consecuentemente, en el crecimiento económico.

1.4. Limitaciones del Estudio

El presente estudio no presenta limitaciones en cuanto se refiere al acceso de información dado que todas las fuentes empleadas son de acceso público y de fuente oficiales.

1.5. Viabilidad de la Investigación

Dado que no se presentan limitantes al desarrollo del presente tema, se considera el mismo, viable.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

Estudios referentes al crecimiento económico enfocados en el ámbito portuario se centran en analizar la relación entre la inversión en infraestructura y la dinámica económica del *hinterland*. Dichos estudios refuerzan la idea detrás de la relación previamente mencionada, considerando que ante mayores niveles de inversión en infraestructuras se genera un mayor nivel de crecimiento económico. Investigaciones empíricas relacionadas a dicho vínculo parten principalmente de la propuesta de Aschauer (1989), en la que indica que el efecto del stock de capitales públicos no militares resulta ser de mayor importancia para la determinación de la productividad de la economía estadounidense que el flujo de gasto (sea este militar o no militar). Asimismo, señala que la productividad guarda poca relación con el capital militar mientras que infraestructuras públicas de carreteras, aeropuertos, transporte público, alcantarillado, etc. presentan un mayor poder explicativo. El autor concluye, a través de modelos de MCO en el contexto de funciones de producción Cobb-Douglas, que existen altos coeficientes de elasticidad de productividad respecto a la inversión en capitales públicos, específicamente en un rango entre 0.38 a 0.56, estableciendo así la existencia de efectos directos sobre la performance económica por medio de métodos cuantitativos y señalando así la relación directa y estadísticamente significativa existente entre las variables de crecimiento económico e inversión en infraestructuras.

Si bien los capitales públicos y privados exhiben un impacto positivo y estadísticamente significativo en lo que concierne a la estimación de elasticidades respecto al crecimiento económico, el alcance de estos, en términos de delimitación geográfica, presenta rendimientos decrecientes a medida se reduce el área bajo análisis; y en términos temporales, se ve negativamente afectado con el tamaño de los rezagos incluidos en los modelos econométricos. Berechman, Ozmen-Ertekin & Ozbay (2006) concluyen que la ejecución de la inversión produce efectos “*spillover*” en espacio y tiempo, estableciendo así

un mayor sustento en lo que corresponde a la eficiencia de la distribución geográfica (en el *hinterland*) y temporal de los beneficios producidos a raíz de dichas inversiones.

Específicamente, los resultados de las elasticidades estimadas en dicho estudio son de 0.37, 0.34 y -0.01 para niveles de estado, condado y municipal, respectivamente.

Otros estudios buscan dar respuesta a la interrogante: ¿cuál es la relación existente entre el desarrollo económico y la performance portuaria? específicamente para los puertos de Hamburgo – Le Havre y su *hinterland* europeo central (Wildenboer, 2015). La literatura indica que existe una influencia del desarrollo económico en la performance portuaria y viceversa, y establece determinantes tales como: ubicación, acceso al *hinterland*, dragado/accesibilidad de embarcaciones, número de empresas portuarias y eficiencia de los terminales portuarios. El estudio pretende constatar diversas hipótesis de investigación a través de un análisis empírico correlativo y con modelos de regresión lineal de datos de panel con efectos fijos. Tomando como variable dependiente la carga contenedorizada en miles de TEU's, los resultados del estudio indican que el dragado resulta ser un factor con influencia positiva para la performance portuaria, así como la accesibilidad marítima, el PBI nacional, las importaciones de bienes y servicios expresadas como proporción del PBI y el PBI per cápita regional.

El efecto de las inversiones públicas en los puertos marítimos sobre el crecimiento económico de Túnez durante el periodo 1987 – 2014 demuestra que existe relación estadísticamente significativa entre el PBI real y el capital físico y humano empleado en los puertos del país. A través de modelos MCO en un contexto de funciones de producción Cobb-Douglas, Jouili (2016) examina la relación entre las variables mencionadas y concluye que el modelo propuesto, a través de transformaciones logarítmicas en primeras diferencias, resulta ser explicativo de la variable dependiente (PBI real) considerando los componentes exógenos incluidos en el modelo. Ello, constata la validez de la relación existente entre la infraestructura portuaria y el crecimiento económico, concluyendo de esta manera que los

aportes en infraestructura generan contribuciones positivas para el caso específico de la economía en Túnez en el horizonte temporal establecido.

Respecto a estudios enfocados en la direccionalidad causal, el caso específico de la India (Sahoo & Dash, 2009) permite identificar el rol de la infraestructura en el crecimiento económico de dicho país. A través de la implementación de modelos de MCO y pruebas de CG, considerando como variable dependiente el PBI per cápita y como variables independientes la formación bruta de capital y un índice de infraestructura portuaria desarrollado por los autores, se demuestra la existencia de una causalidad unidireccional de largo plazo estadísticamente significativa desde las variables de capital e infraestructura hacia PBI per cápita (crecimiento económico). Dado que las variables empleadas para dicho estudio resultan ser $I(1)$, los autores proceden a aplicar pruebas de CG en primeras diferencias cuyos resultados confirman las hipótesis planteadas referentes a la direccionalidad causal entre las variables mencionadas. Dichos resultados resultan consistentes con la literatura contemporánea y basadas en la propuesta de Aschauer (1989).

Por otro lado, Song & Mi (2016), proponen un caso de estudio para China en el que se constatan las hipótesis de direccionalidad causal entre la inversión en infraestructura portuaria y el crecimiento económico a través de pruebas de CG. Con información recopilada para el periodo comprendido entre 1999 – 2010, los autores plantean un MCE con posteriores pruebas de CG sobre la base de las variables PBI e inversión en activos fijos en puertos (ambas en millones de RMB a precios de 1999). Los resultados indican que existe una relación causal bidireccional de corto plazo y unidireccional de largo plazo entre crecimiento económico e inversión en infraestructura portuaria. Resultados consistentes con el caso indio (Sahoo & Dash, 2009).

El caso Pakistani (Mohmand, Wang, & Saeed, 2016) evalúa la existencia de vínculos causales entre el crecimiento económico y la inversión en infraestructuras de transporte a nivel nacional y provincial. Dicho estudio establece que existe una causalidad unidireccional

del desarrollo económico a la inversión en infraestructura en el largo plazo, mientras que en el corto plazo los resultados son dependientes del nivel de desarrollo económico de la región bajo análisis. El estudio indica que a nivel provincial, la causalidad bidireccional existe en provincias ricas y desarrolladas; mientras que en provincias subdesarrolladas existe una causalidad unidireccional a lo Granger desde el crecimiento económico a la infraestructura de transporte. Dicho estudio fue desarrollado bajo un contexto de datos de panel bajo el enfoque de MCE y CG considerando como variable dependiente el PBI per cápita regional y kms. de carreteras como *proxy* de la inversión en infraestructura como variable independiente.

Asímismo, existen estudios que abarcan múltiples infraestructuras de transporte y analizan el impacto conjunto que dichas infraestructuras aportan al crecimiento económico. Ejemplos de dichas literaturas son las propuestas realizadas en México (Zepeda, Ángeles, & Carrillo, 2017), India (Maparu & Mazumder, 2017), Pakistán (Alam, Baig, Li, Ghanem, & Hanif, 2021) y China (Wang, Kim, & Kim, 2021).

En el caso mexicano los autores (Zepeda, Ángeles, & Carrillo, 2017) explican la relación existente entre la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico regional a través del uso de diversos métodos (MCO con variables dicotómicas, datos de panel con efectos fijos y aleatorios y un análisis de cointegración). Las variables empleadas en dicho estudio pretenden explicar y cuantificar la relación entre el PBI regional, un factor de infraestructura portuaria desarrollado por los autores, la densidad de infraestructura vial en carreteras, el número de vuelos anuales y la PEA. Las variables seleccionadas para el estudio resultan ser estadísticamente significativas y exhiben una relación positiva con la variable dependiente, y los coeficientes hallados presentan valores similares a través de los diversos métodos estadísticos ejecutados. Los autores señalan como parte de sus conclusiones al estudio que la disponibilidad de infraestructura portuaria aporta positivamente en el crecimiento económico regional.

Los autores proponentes de la casuística de la India (Maparu & Mazumder, 2017) buscan encontrar los nexos causales entre el PBI per cápita regional, la tasa de urbanización (como proporción de la población urbana respecto a la población total) y las siguientes variables explicativas: infraestructura vial (como la razón de kms. de carreteras por cada 1,000 kms. cuadrados de área regional), infraestructura férrea (como la razón de kms. de vías férreas por cada 1,000 kms. cuadrados de área regional), infraestructura portuaria (como el movimiento de carga portuaria expresada en miles de toneladas) y el gasto en infraestructura de transporte (expresado en rupias indias). A través de modelos VAR y MCE, y por medio de pruebas de CG, estudian la direccionalidad causal que existe para el corto y largo plazo considerando información recolectada para el periodo comprendido entre los años 1990-2011. Los hallazgos indican la existencia de relaciones de largo plazo entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico; y la direccionalidad causal es de desarrollo económico a infraestructura de transporte en el mayor de los casos. Específicamente, en el contexto portuario, los autores indican que existe una relación de largo plazo con el crecimiento económico; asimismo, se identifica una causalidad unidireccional de crecimiento económico a infraestructura portuaria y de infraestructura portuaria a urbanización, estableciendo así el mecanismo de transmisión entre el crecimiento económico, la infraestructura portuaria (representada por el nivel de movimiento de carga portuaria) y la tasa de urbanización.

En el contexto Pakistání (Alam, Baig, Li, Ghanem, & Hanif, 2021), los autores proponen investigar la causalidad entre la infraestructura del transporte y su impacto en el desarrollo económico a través de dos métodos: MCE y ARDL. Empleando como variable dependiente el PBI per cápita expresado en moneda local, los autores examinan la relación entre dicha variable y el nivel de comercio (medido a través del valor de las exportaciones en moneda local), *proxies* tales como: infraestructura vial (en kms. de carreteras), infraestructura ferroviaria (en kms. de vías férreas), infraestructura aeroportuaria (en número de vuelos) e infraestructura portuaria (en miles de toneladas de carga). Los resultados hallados por los

autores concluyen que existe evidencia de direccionalidad causal de corto y largo plazo desde infraestructura de transporte hacia desarrollo económico, resultados consistentes con la literatura.

La propuesta realizada por Wang, Kim & Kim (2021) tiene como objetivo determinar la direccionalidad causal e identificar el equilibrio de largo plazo entre la infraestructura logística (medida a través de indicadores por tipo de medio de transporte) y el desarrollo económico en China a través de métodos cuantitativos, específicamente a través de modelos VAR y MCE, y por medio de pruebas de CG. El estudio incluye indicadores logísticos tales como: carga aeroportuaria (en decenas de miles de toneladas), cantidad de pasajeros aeroportuarios (en decenas de miles de pasajeros), tráfico de naves marítimas (en número de naves), capacidad de carga marítima (en decenas de miles de toneladas), infraestructura vial (en decenas de miles de kms.), infraestructura férrea (en decenas de miles de kms.), PEA y el gasto en infraestructura (en billones de RMB); e indicadores económicos tales como: la suma de exportaciones e importaciones, exportaciones, importaciones, PBI nacional y PBI per cápita (en RMB). En lo que concierne al ámbito marítimo portuario, los autores resaltan la importancia de la infraestructura portuaria marítima y su rol en el desarrollo de la economía de China, siendo esta relación el principal impulso del comercio internacional en el país. Los hallazgos también incluyen la identificación de un equilibrio de largo plazo entre la infraestructura logística y se determina que en general, es la causa a lo Granger del desarrollo económico.

En el ámbito nacional, Molina (2019), en su tesis denominada: “Impacto de la Infraestructura Portuaria en el Crecimiento Económico de: Huarí, Lima, La Libertad, Chavín y Grau del 2004 al 2016” establece que la inversión en infraestructuras portuarias y viales (terrestres), así como la PEA, son factores determinantes del PBI regional de la muestra empleada en dicho estudio. Tomando como referencia conceptual/teórica el modelo de crecimiento de Solow, el estudio plantea modelos de regresión para datos de panel con efectos fijos y aleatorios con el fin de constatar las hipótesis de investigación planteadas por

el autor. Los resultados indican que la inversión en infraestructuras portuarias afecta positivamente en el PBI regional de las macro regiones analizadas, es así como, ante un incremento de 1% en la infraestructura portuaria se incrementa el PBI regional en 0.12% para la muestra correspondiente al periodo 2004 – 2016. Para el caso de la infraestructura vial y PEA, el impacto marginal sobre el PBI regional es de 0.11% y 1.42%, respectivamente. En términos generales, los determinantes aportan positivamente al PBI regional, siendo los coeficientes estimados estadísticamente significativos.

Por otro lado, Chang & Flores (2020) analizan la relación entre la demanda de múltiples infraestructuras de transporte y el crecimiento económico a través de un análisis dinámico de series temporales, específicamente a través de modelos ARDL. Su objetivo consiste en analizar la dinámica entre la relación previamente mencionada para el caso peruano a través de la prueba de no CG con el fin de determinar las relaciones de corto y largo plazo entre 4 demandas de infraestructura de transporte y el crecimiento económico. Dicho estudio presenta como variable dependiente el PBI regional y variables independientes tales como: infraestructura aeroportuaria (miles de pasajeros y carga en miles de TM's), infraestructura vial (kms. de carreteras pavimentadas), infraestructura férrea (cantidad de pasajeros por km. Recorrido) e infraestructura portuaria (movimiento de carga portuaria transportada en miles de TM's). Los autores concluyen que el crecimiento económico impulsa la demanda de transporte, específicamente, un incremento de 1% en el PBI regional genera un aumento en 1.243% en la demanda de carga portuaria.

Tabla 1

Resumen de Revisión Literaria

Título (Autor, Año)	Periodo	País/Región	Metodología(s)	Variables	Objetivos	Resultados y Conclusiones
"Is Public Expenditure Productive? (Aschauer, 1989)"	1949-1985	EE.UU.	- Modelos de Funciones de Producción Cobb-Douglas - MCO	- Producción - Capitales privados - Productividad - Stock de capitales públicos - Gasto del gobierno	Investigar el efecto del stock de capitales públicos (militares y no militares) en diversas infraestructuras y el gasto del estado sobre la productividad de la economías estadounidense	El stock de capitales públicos no militares es de mayor importancia para determinar la productividad que el flujo de gasto militar o no militar, el capital militar guarda poca relación con la productividad y una infraestructura central de calles, carreteras, aeropuertos, transporte público, alcantarillado, etc. presenta un mayor poder explicativo sobre la productividad. En términos cuantitativos, el estudio demuestra que existe un alto coeficiente de elasticidad para el stock de capitales públicos y estos se encuentran en un rango de entre 0.38 a 0.56.
"Empirical Analysis of Transportation Investment and Economic Development at State, County and Municipality Levels (Berechman, Ozmen-Ertekin, & Ozbay, 2006)"	1990-2000	EE.UU.	- Modelos de Funciones de Producción - Modelos de rezagos - Modelos Spillover	<u>Dependiente:</u> - PBI (millones de USD 100=2000) <u>Independientes:</u> - Empleo (en número de trabajos) - Stock de capital público (millones de USD 100=2000) - Capital privado (millones de USD 100=2000) - Capital público en zonas aledañas (millones de USD 100=2000)	Investigar de forma analítica y empírica y proporcionar una explicación plausible a la siguiente interrogante: ¿cuáles son las relaciones entre el desarrollo de capital de transporte y la actividad económica a nivel estatal, condado y municipales?	Capitales públicos y privados muestran un impacto estadísticamente significativo y positivo a nivel estado y condado. La magnitud del impacto disminuye a medida el nivel geográfico disminuye dado los efectos spillover. Los resultados de las elasticidades obtenidas en este estudio (0.37, 0.34, y -0.01 para niveles de estado, de condado y municipal, respectivamente) presentan consistencia con resultados obtenidos en estudios previos.
"Infrastructure Development and Economic Growth in India (Sahoo & Dash, 2009)"	1970-2006	India	- MCO - CG	<u>Dependientes:</u> - PBI real per cápita <u>Independientes:</u> - Formación bruta de capital interno (indicador) - Índice de infraestructura (adimensional)	Investigar la relación de largo plazo entre el desarrollo de infraestructuras portuarias y el crecimiento económico de India.	Los resultados muestran que la causalidad va de infraestructura a crecimiento. Dado que las variables resultan ser I(1) se aplicó la prueba de CG en primeras diferencias, cuyos resultados confirman la relación unidireccional que se evidencia a largo plazo desde infraestructura hacia crecimiento económico.

<p>“The Relation Between Port Performance and Economic Development (Wildenboer, 2015)”</p>	2002-2011	Alemania, Países Bajos, Bélgica, Francia	- Datos de panel con efectos fijos	<p><u>Dependientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Carga Contenedorizada (miles de TEU's) <p><u>Independientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calado (m.) - Dicotómica (acceso abierto a mar = 1) - PBI per cápita - Exportaciones como porcentaje del PBI (%) - Importaciones como porcentaje del PBI (%) 	<p>Responder a la interrogante: ¿Qué relación existe entre performance portuaria y el desarrollo económico de un país o región?</p>	<p>En términos generales, se demuestra que existe una relación positiva entre la performance portuaria y el desarrollo económico regional.</p>
<p>“Port Infrastructure and Regional Economic Growth in China: a Granger Causality Analysis (Song & Mi, 2016)”</p>	1999-2010	China	- MCE - CG	<p><u>Dependiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PBI (100 millones de RMB a precios de 1999) <p><u>Independiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Inversión en activos fijos en puertos (100 millones de RMB a precios de 1999) 	<p>Probar la CG entre las inversiones portuarias y el crecimiento económico a través del uso de un MCE.</p>	<p>Existe una relación causal bidireccional de corto plazo y unidireccional de largo plazo entre crecimiento económico e inversión en infraestructura portuaria</p>
<p>“The Role of Seaports in the Process of Economic Growth (Jouili, 2016)”</p>	1987-2014	Túnez	- Función de Producción Cobb-Douglas - MCO	<p><u>Dependientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PBI real <p><u>Independientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capital físico - Capital portuario - Fuerza laboral 	<p>Medir el impacto de las inversiones públicas de los puertos marítimos en el crecimiento económico durante el periodo 1987-2014.</p>	<p>Modelo planteado resulta ser explicativo del PBI real considerando las variables empleadas, las cuales resultan ser significativas en diferencias de logaritmos al 5% de significancia. Ello afirma la hipótesis de investigación concluyendo así en la validez de la relación.</p>
<p>“The Impact of Transportation Infrastructure on Economic Growth: Empirical Evidence from Pakistan (Mohmand, Wang, & Saeed, 2016)”</p>	2008-2012	Pakistán	- MCE - CG	<p><u>Dependientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PBI per cápita regional <p><u>Independientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Inversión en transporte (kms. de carretera) 	<p>Probar si existen vínculos causales entre el crecimiento económico y la infraestructura de transporte a nivel nacional y provincial</p>	<p>A corto plazo, no hay causalidad entre las dos variables a nivel nacional, sin embargo, una causalidad unidireccional del desarrollo económico a la inversión en infraestructura existe en el largo plazo. A nivel provincial, la causalidad bidireccional existe en provincias ricas y muy desarrolladas, mientras que existe una causalidad unidireccional a lo Granger desde el crecimiento económico a la infraestructura de transporte en las provincias subdesarrolladas.</p>
<p>“Infraestructura Portuaria y Crecimiento Económico Regional en México (Zepeda, Ángeles, & Carrillo, 2017)”</p>	1996-2013	México	- MCO con variables dicotómicas - Datos de panel con efectos fijos y efectos aleatorios - Cointegración	<p><u>Dependiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PBI Regional (precios constantes 2008) <p><u>Independientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de infraestructura portuaria (adimensional) - Densidad de infraestructura carretera (kms./10,000km.²) - Número de vuelos anuales (unidades) - Población económicamente activa (número de personas) 	<p>Investigar la relación existente entre la inversión en infraestructura portuaria y el crecimiento económico regional mexicano.</p>	<p>Variables relevantes resultan ser estadísticamente significativas y exhiben una relación positiva con la variable dependiente. Asimismo, los coeficientes hallados presentan valores similares a través de los distintos modelos realizados. Los autores indican que la disponibilidad de infraestructura portuaria tiene una influencia positiva en el crecimiento económico regional.</p>

<p>“Transport infrastructure, economic development and urbanization in India (1990-2011): is there any causal relationship? (Maparu & Mazumder, 2017)”</p>	<p>1990-2011</p>	<p>India</p>	<p>- VAR - MCE - CG</p>	<p><u>Dependiente:</u> - PBI per cápita regional (precios constantes) - Población urbana (% sobre la población total) <u>Independientes:</u> - infraestructura vial (kms. de carreteras / 1,000 kms. cuadrados de área regional) - Infraestructura férrea (kms. de vías férreas / 1,000 kms. cuadrados de área regional) - Infraestructura portuaria (movimiento de carga en miles de toneladas) - Gasto en infraestructura del transporte (en rupias)</p>	<p>Explicar la relación causal entre el desarrollo económico, la inversión en infraestructuras del transporte y la tasa de urbanización en la India para el periodo entre 1990-2011</p>	<p>Se detecta relaciones de largo plazo entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico, y la dirección causal es de desarrollo económico a infraestructura de transporte en el mayor de los casos, favoreciendo lo establecido en el marco conceptual de la Ley de Wagner. Para el caso específico de infraestructura portuaria se establece que existe una relación de largo plazo con el crecimiento económico, asimismo se identifica causalidad unidireccional de infraestructura portuaria a urbanización y de crecimiento económico a infraestructura portuaria, en el corto plazo. Específicamente para la relación del capital portuario, este afectó positivamente en el PBI regional de las macro regiones analizadas, es así como, ante un incremento de 1% en la infraestructura portuaria se incrementa el PBI regional en 0.12% para el set de información correspondiente a los años 2004-2016. Para el caso de la infraestructura vial y PEA, el impacto marginal sobre el PBI regional es de 0.11% y 1.42%, respectivamente.</p>
<p>“Impacto de la Infraestructura Portuaria en el Crecimiento Económico de: Huari, Lima, La Libertad, Chavín y Grau del 2004 al 2016 (Molina, 2019)”</p>	<p>2004-2016</p>	<p>Perú</p>	<p>- Modelos de regresión agrupada con efectos fijos y aleatorios</p>	<p><u>Dependiente:</u> - PBI regional <u>Independientes:</u> - Capital en infraestructura portuaria real (miles de USD) - Indicador de infraestructura vial (razón kms./área de macro región) - Población económicamente activa (miles de personas)</p>	<p>Determinar el impacto entre el aumento de la infraestructura portuaria, infraestructura terrestre y la PEA en el PBI regional de Huari, Chavín, La Libertad, Lima y Grau.</p>	<p>El crecimiento económico impulsa la demanda de transporte. Un incremento en 1% en el PBI regional genera un aumento en 1.243% en la demanda de carga portuaria.</p>
<p>“Relación entre la demanda de transporte y el crecimiento económico análisis dinámico mediante el uso del modelo ARDL (Chang & Flores, 2020)”</p>	<p>2000-2017</p>	<p>Perú</p>	<p>- ARDL - CG</p>	<p><u>Variables de crecimiento económico:</u> - PBI regional <u>Variables de demanda de infraestructura:</u> - Infraestructura aeroportuaria (carga expresada en miles de TM's y miles de pasajeros) - Infraestructura vial (kms. pavimentados de carreteras) - Infraestructura ferroviaria (cantidad de pasajeros por km. recorrido) - Infraestructura portuaria (cantidad de carga transportada expresada en miles de TM's)</p>	<p>Analizar la relación y medir el impacto entre la demanda de transporte y el crecimiento económico en el Perú a través de la prueba de no causalidad de Granger y modelos ARDL con el fin de determinar las relaciones de corto y largo plazo entre 4 demandas de infraestructura de transporte y el crecimiento económico</p>	<p>El crecimiento económico impulsa la demanda de transporte. Un incremento en 1% en el PBI regional genera un aumento en 1.243% en la demanda de carga portuaria.</p>

<p>“Causality Between Transportation Infrastructure and Economic Development in Pakistan: An ARDL Analysis (Alam, Baig, Li, Ghanem, & Hanif, 2021)”</p>	<p>1971-2017</p>	<p>Pakistán</p>	<p>- Modelos auto regresivos de rezagos distribuidos (ARDL) - MCE</p>	<p><u>Dependiente:</u> - PBI per cápita (en moneda local) <u>Independientes:</u> - Comercio (valor de las exportaciones en moneda local) - Infraestructura vial (kms.) - Infraestructura ferroviaria (kms.) - Infraestructura aeroportuaria (núm. de vuelos) - Infraestructura portuaria (miles de toneladas)</p>	<p>Examinar la relación causal existente entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico para el caso de Pakistán.</p>	<p>Existe una relación causal de largo plazo entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico. Además, se evidencia una causalidad unidireccional a lo Granger de infraestructura de transporte a desarrollo económico.</p>
<p>“Causality between logistics infrastructure and economic development in China (Wang, Kim, & Kim, 2021)”</p>	<p>2000-2017</p>	<p>China</p>	<p>- VAR - MCE - CG</p>	<p><u>Indicadores logísticos:</u> - Carga aeroportuaria (en decenas de miles de toneladas) - Pasajeros aeroportuarios (en decenas de miles de pasajeros) - Tráfico de naves marinas (en número de naves) - Capacidad de carga marítima (en decenas de miles de toneladas) - Infraestructura vial (en decenas de miles de kms.) - Infraestructura férrea (en decenas de miles de kms.) - PEA - Gasto en infraestructura (billones de RMB) <u>Indicadores económicos:</u> - Suma de exportaciones e importaciones - Exportaciones - Importaciones - PBI - PBI per cápita</p>	<p>Determinar la relación causal entre la infraestructura logística y el desarrollo económico en China a través de métodos cuantitativos e identificar el equilibrio de largo plazo y la direccionalidad causal entre las variables bajo estudio</p>	<p>En lo que concierne al ámbito marítimo portuario, los autores resaltan la importancia de la infraestructura portuaria marítima y su rol en el desarrollo de la economía China y su comercio internacional. Asimismo, indican que existe un equilibrio de largo plazo entre la infraestructura logística y la performance económica de China, y en general, causa el desarrollo económico a lo Granger.</p>

Fuente y Elaboración: Propia

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *Externalidades del Capital: Romer (1986)*

El modelo de crecimiento económico con externalidades del capital de Romer (1986) consiste en un enfoque teórico que explica cómo los avances tecnológicos conllevan al crecimiento económico en el largo plazo. La teoría indica que ante la inversión de recursos en nuevas tecnologías se crean externalidades positivas para la sociedad generando efectos “*spillover*” a través de los diversos sectores de la economía. Asimismo, la inversión en investigación y desarrollo crea beneficios públicos que superan con creces los beneficios privados dado que la implementación de nuevas tecnologías aumenta la eficiencia productiva y permite que otras empresas dentro del sector se beneficien de estas innovaciones tecnológicas generando así beneficios directos (mediante la mejora de la calidad de los productos) e indirectos (a través de efectos sobre la creación de empleos, menores precios debido a la competencia, etc.). Es por ello por lo que el estado debe considerar la asignación óptima de recursos para no sólo estimular la economía en el corto plazo, sino también para garantizar la sostenibilidad a través del tiempo con miras al largo plazo. Romer propone que el estado debe invertir recursos en los sectores económicos que exhiban potencial de generación de externalidades positivas que beneficien a otros sectores de la economía como parte de su estrategia de crecimiento. Dichas inversiones ayudarán a fomentar el crecimiento del empleo, a impulsar innovaciones tecnológicas intrasectoriales, lo que a su vez se traduce en una mayor productividad y mayor generación de riqueza en el tiempo.

Este modelo proporciona información sobre cómo las políticas públicas pueden ser una herramienta estratégica para la promoción del desarrollo económico sostenible a largo plazo. Ante ello, los *politymakers* deben considerar el rol del gasto público sobre el bienestar común a través del desarrollo de políticas enfocadas al aumento de la productividad y una expansión económica sostenible en el tiempo.

Con el fin de modelar el proceso se considera la siguiente función de producción donde κ_t representa la externalidad positiva sobre el entorno:

$$Y = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \kappa_t^\eta \quad (1)$$

Romer considera que la mejor manera de identificar la externalidad es a través de la acumulación de la inversión, es decir, el capital agregado (por tanto $\kappa_t = K_t$). Tras reemplazar en la ecuación (1) y siendo expresado en términos per cápita, tenemos que:

$$y_t = Ak_t^{\alpha+\eta} L_t^\eta \quad (2)$$

Uno de los supuestos básicos del modelo implica una tasa de crecimiento poblacional nula, es decir $\frac{\dot{L}_t}{L_t} = n = 0$, lo cual equivale a decir que L_t es constante. Ello, debido a que Romer consideraba que las tasas de crecimiento poblacional son muy pequeñas. Tomando como base una expresión genérica de la ecuación fundamental de crecimiento con tasa de ahorro constante (Solow, 1956) y considerando la función de producción expresada en términos per cápita planteada en la ecuación (2), tenemos que:

$$\dot{k}_t = sy_t - (n + \delta)k_t = sAk_t^{\alpha+\eta} L_t^\eta - \delta k_t \quad (3)$$

Dividiendo entre el capital per cápita se obtiene la tasa de crecimiento del capital per cápita, de donde parte el análisis de los siguientes tres escenarios:

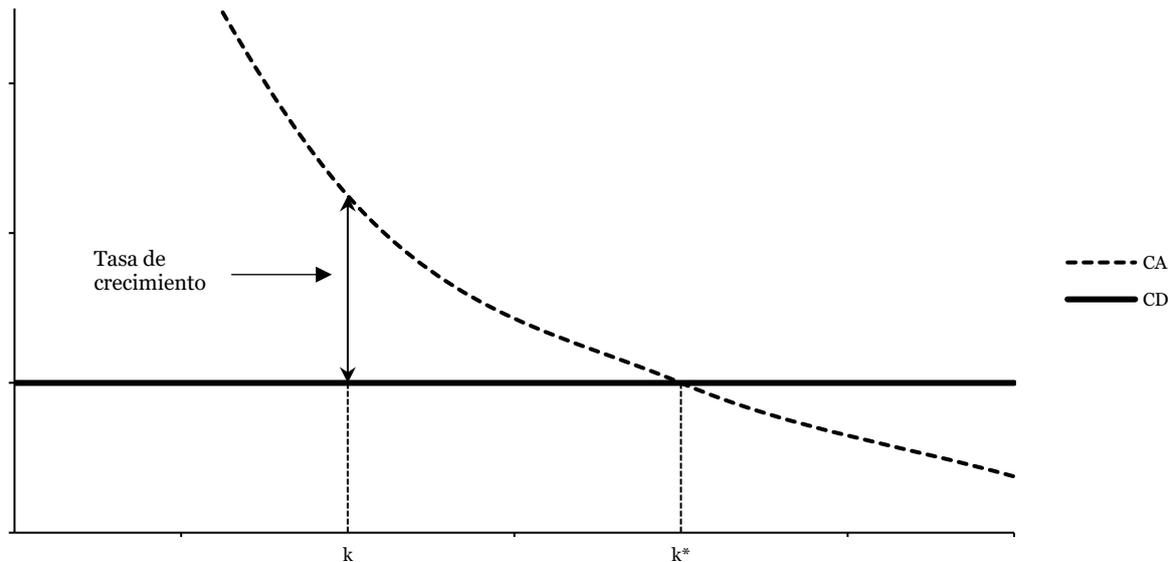
$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = sAk_t^{\alpha+\eta-1} L_t^\eta - \delta \quad (4)$$

- $\alpha + \eta < 1$ considera que la externalidad es pequeña, por lo que $\gamma_k = 0$. El capital per cápita de equilibrio está dado por la siguiente expresión: $k^* = \left(\frac{sAL^\eta}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha-\eta}}$. De ello, el modelo concluye que el capital per cápita guarda una relación directa con el nivel poblacional, es decir, a mayor el tamaño de la población de un país, mayor su nivel de riqueza, lo cual no se

sostiene empíricamente. Dicha condición es también conocida como efecto de escala (López Díaz, 2015a).

Gráfico 1

Modelo de Romer con $\alpha + \eta < 1$



Fuente: Sala-i-Martin & Méndez (1994, pág. 58) Elaboración: Propia

La curva de ahorro (CA) es idéntica a la que se obtiene del modelo neoclásico, esta es decreciente y toma valor infinito cuando k se aproxima a cero y viceversa. Dado que cruza la curva de depreciación (CD) en un punto, se le considera a este como un stock de capital de estado estacionario. A dicho estado se le considera estacionario debido a que por valores menores de k^* la tasa de crecimiento es positiva, caso contrario, la tasa es negativa. En dicho escenario la economía exhibe un comportamiento similar al de la economía neoclásica pese a la presencia de externalidades (Sala-i-Martin & Méndez, 1994).

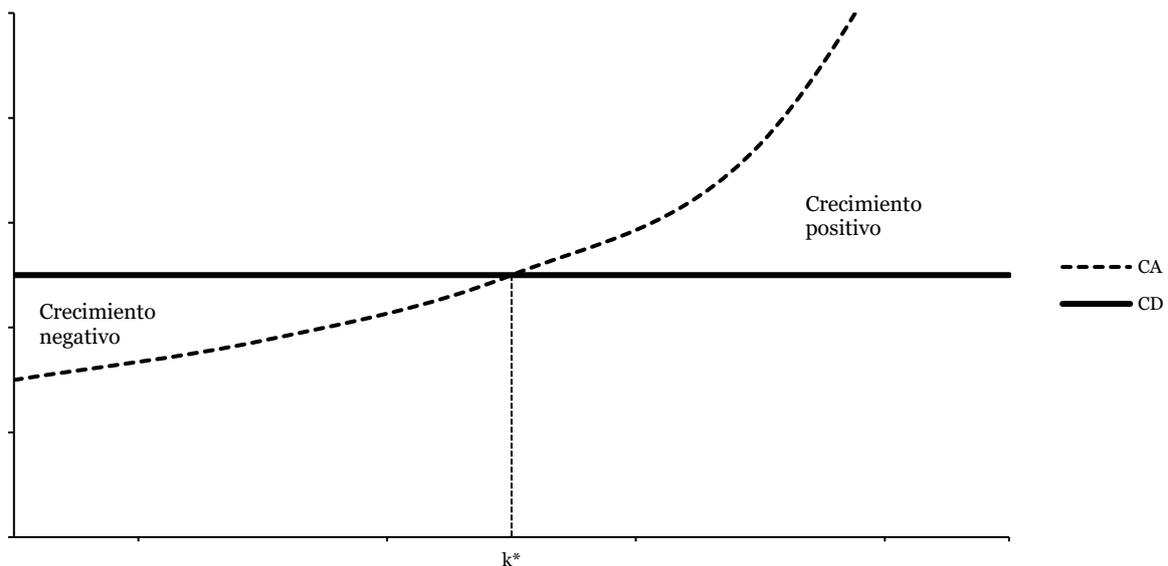
- $\alpha + \eta = 1$ obtiene una especificación similar al modelo AK de Rebelo. El ritmo del crecimiento del *capital* per cápita está dado por: $\frac{\dot{k}_t}{k_t} = sAL^\eta - \delta$, este depende positivamente

del tamaño poblacional, por lo que dicho escenario exhibe efectos de escala al igual que el primer escenario.

- $\alpha + \eta > 1$ ante externalidades mayores a la unidad, con niveles de capital per cápita subóptimos (por la izquierda de k^*) la CD del capital es mayor que la CA, ello implica que el capital tiende a disminuir. Por otro lado, ante niveles de capital per cápita por sobre el nivel óptimo (por la derecha de k^*) la CD del capital es menor que la CA, ello implica que la tasa de crecimiento del capital incrementa con el tiempo.

Gráfico 2

Modelo de Romer con $\alpha + \eta > 1$



Fuente: Sala-i-Martin & Méndez (1994, pág. 59) Elaboración: Propia

Este modelo sugiere que la existencia de externalidades podría implicar que la tecnología de la economía presente la forma AK. Sala-i-Martin (1994) señala que: “[...] para que la tecnología se convierta en AK, hace falta que existan externalidades, que sean suficientemente grandes y, además, que sean tales que la suma del exponente de la externalidad y el del capital sean exactamente igual a uno.”

2.2.2. Crecimiento Endógeno AK: Rebelo (1991)

El modelo de crecimiento económico AK de Rebelo (1991) es una teoría económica ampliamente aceptada que proporciona información sobre cómo los avances tecnológicos pueden conducir al crecimiento económico a largo plazo. Se ha utilizado ampliamente en el campo de la economía para explicar el impacto de la inversión en la productividad y la innovación. El modelo propone que el progreso tecnológico puede ser impulsado por la acumulación de capital sin depender de factores externos como la población o las políticas gubernamentales. Esta idea contrasta con los modelos neoclásicos tradicionales que dependen en gran medida de fuentes exógenas para el crecimiento económico y la estabilidad.

En esencia, el modelo AK de Rebelo sugiere que mayores inversiones en tecnología dan como resultado niveles más altos de productividad debido a la transferencia de conocimientos de un sector o industria a otro. En otras palabras, cuando las empresas invierten más dinero en investigación y desarrollo, crean nuevas tecnologías que pueden ser adoptadas por otras empresas dentro de su industria o también fuera de ella, llevándolas a todas hacia mayores ganancias de eficiencia. Además, esto significa que estas mismas empresas pueden volverse más competitivas a través de menores costos de producción y mejores estándares de calidad en comparación con empresas que no han invertido de manera similar en esfuerzos de investigación y desarrollo. El modelo proporciona un marco analítico para comprender cómo crecen las economías con el tiempo, impulsadas principalmente por fuerzas internas en lugar de externas como la inmigración, cambios en la política comercial, entre otros. De esta manera, permite comprender por qué algunos países tienen más éxito que otros en lograr la prosperidad a largo plazo a pesar de tener condiciones iniciales similares y disponibilidad de recursos naturales. La idea principal proporcionada por el trabajo de Rebelo es que la inversión juega un rol importante no sólo cuando se trata de ganancias a corto plazo, sino también de sostenibilidad a largo plazo. Si no hay incentivos

para las empresas o los individuos dentro de una economía, entonces no invertirán su dinero en nuevas tecnologías que podrían conducir a mayores niveles de productividad en el futuro.

Las implicancias para los *policymakers* son claras: los gobiernos deben incentivar las inversiones del sector privado en investigación y desarrollo si desean un crecimiento económico sostenido a largo plazo en lugar de depender únicamente de paquetes de estímulo a corto plazo como recortes de impuestos o incrementos del gasto público. Sólo entonces las empresas podrán aprovechar los conocimientos derivados de las innovaciones dentro de industrias similares permitiendo así el beneficio de mayores eficiencias para todas las empresas. En general, el modelo AK de Rebelo ofrece contribuciones significativas, tanto teóricas como empíricas, hacia la comprensión de cómo las economías pueden lograr un crecimiento sostenido durante períodos prolongados, a través de medios endógenos, en lugar de depender de estímulos exógenos provenientes de fuerzas externas.

Este modelo parte sobre la premisa inicial de que los factores de producción son todos considerados capital, considerando incluso el trabajo como un tipo de capital en el que hay que invertir, por lo que plantea la función de producción de la siguiente manera:

$$Y_t = AK_t \quad (5)$$

Dicha función de producción lineal se caracteriza por presentar rendimientos constantes a escala¹, una productividad marginal positiva no decreciente² y no satisface las condiciones de Inada³. Tomando como base una expresión genérica de la ecuación fundamental de

¹ $A(\lambda K_t) = \lambda AK_t = \lambda Y_t$

² $\frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = A \mid \frac{\partial^2 Y_t}{\partial K_t^2} = 0$

³ $\lim_{K_t \rightarrow \infty} f'(K_t) = A \neq 0 \mid \lim_{K_t \rightarrow 0} f'(K_t) = A \neq \infty$

crecimiento económico con tasa de ahorro constante y considerando la función de producción expresada en términos per cápita planteada en la ecuación (5), tenemos que:

$$\dot{k}_t = sAk_t - (n + \delta)k_t \quad (6)$$

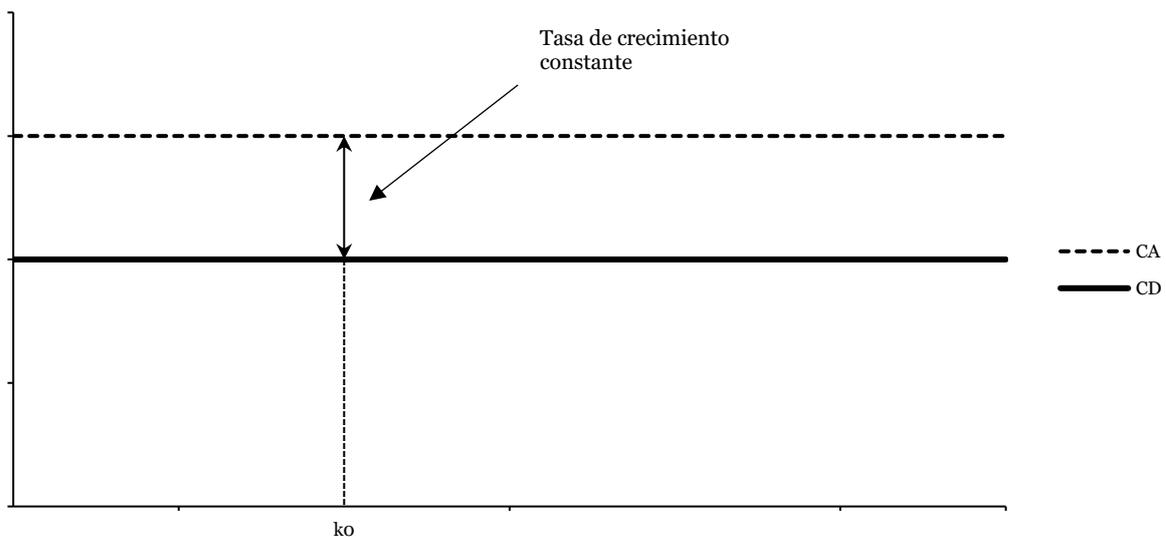
Dividiendo entre el capital per cápita se obtiene la tasa de crecimiento del capital per cápita, de donde parte el análisis:

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = sA - (n + \delta) \quad (7)$$

En este caso, la tasa de crecimiento es una constante dada por la diferencia entre la CA (sA) y la CD ($n + \delta$), considerando todos los parámetros constantes. Al asumir $sA > n + \delta$, la tasa de crecimiento resulta constante y positiva. El modelo explica el crecimiento de manera endógena, donde a mayor tasa de ahorro y tecnología, mayor tasa de crecimiento económico, y por otro lado, a mayor crecimiento poblacional y mayor tasa de depreciación, menor tasa de crecimiento económico (López Díaz, 2015b).

Gráfico 3

Modelo AK de Rebelo



Fuente: Sala-i-Martin & Méndez (1994, pág. 53) Elaboración: Propia

2.3. Formulación de Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Existe una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y la inversión en capital real en infraestructura portuaria; y unidireccional desde el nivel de movimiento de carga portuaria hacia crecimiento económico en el corto plazo. En el largo plazo existe una causalidad unidireccional desde inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria hacia el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

2.3.2. Hipótesis Específicas

Existe un impacto positivo y estadísticamente significativo de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

Existe un impacto positivo y estadísticamente significativo del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.

Existe un efecto positivo en el crecimiento económico ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el largo plazo.

Existe un efecto positivo en el nivel de movimiento de carga portuaria ante una innovación de una desviación estándar de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el largo plazo.

2.4. Variables

2.4.1. Variable Dependiente

PBI PC – empleada como *proxy* del crecimiento económico regional, representa el PBI per cápita de cada región expresado en términos reales en formato de ratio entre el PBI de PPA y la masa poblacional correspondiente a cada región bajo análisis (expresado en miles de USD).

2.4.2. Variables Independientes

K Real – empleada como *proxy* de inversión en capital real en infraestructura portuaria, representativo del stock nominal total de activos fijos netos (instalaciones, maquinarias y equipo) registrado en los estados financieros auditados y de las memorias anuales de las empresas o concesionarias portuarias. Es expresada en términos reales a través del ratio entre el stock en capital nominal y el índice de precios de exportaciones de bienes de capital (expresado en miles de USD).

Carga – Registros históricos sobre el movimiento de las 3 principales cargas portuarias: general o fraccionada, graneles (líquidos y sólidos) y carga contenedorizada (expresada en TM's).

Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y Técnicas de Investigación

El presente estudio es de tipo explicativo, cuantitativo; de carácter horizontal y transversal (contexto de datos de panel). Pretende explicar la relación causal de corto y largo plazo y el impacto que existe entre el crecimiento económico, la inversión en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria para el periodo de tiempo comprendido entre el periodo 2004 – 2016 (horizontalidad). Asimismo, considera la delimitación geográfica correspondiente a las regiones bajo la influencia de los principales terminales portuarios de la costa suroeste de América del Sur, específicamente de Chile y Perú (transversalidad). Para ello, se emplean variables numéricas con el fin de determinar las interrelaciones existentes entre estas a través de técnicas cuantitativas de análisis dinámico de series temporales y consiguientemente, constatar las hipótesis de investigación.

3.2. Población y Muestra

La población empleada en el presente estudio consiste en las regiones de la costa suroeste de América del Sur bajo influencia del *hinterland* portuario de aquellas zonas geográfica que concentran la mayor parte del movimiento de carga portuaria en sus respectivos países (Chile y Perú).

La muestra está conformada por 9 regiones de la costa suroeste de América del Sur, de estas, 2 pertenecen a Chile y 7 pertenecen a Perú. Para el caso chileno se optó por emplear la distribución de sus regiones naturales, considerando así las regiones de NG y ZC. Para el caso peruano se optó por emplear la distribución de las regiones políticas creadas durante el periodo 1989 – 1991, considerando así las regiones de ÁNC, ARQP, GRAU, JCM, LIB, LIMA y LW. Ello, con el fin de replicar el efecto del *hinterland* sobre la delimitación geográfica (ver sección 4.2 para más información sobre la muestra y el criterio de selección). Asimismo, se emplean datos correspondiente al PBI per cápita regional, inversión en capital real en

infraestructura portuaria y movimiento de carga portuaria para el periodo comprendido entre los años 2004 – 2016, contando así con 3 variables y un total de 117 observaciones.

3.3. Procedimiento Metodológico

La prueba más común y de mayor aceptación es, en lo que respecta a la detección de presencia de relaciones causales entre variables, la propuesta de Granger (1969). Una variable X causa a Y en el sentido Granger si la estimación de Y mejora al tomar en cuenta los valores históricos de X; de igual forma, se puede decir que Y causa a X en el sentido Granger si la información histórica de Y contribuye a la estimación de X. Por tanto, es posible que estas relaciones causales presenten una dirección definida, es decir, que esta sea unidireccional o bidireccional entre X e Y.

Para la ejecución del análisis de causalidad y medición del impacto se requiere analizar la información en un contexto de datos de panel. Figura 2 plantea la metodología a seguir para la identificación de las relaciones causales en el sentido de Granger en el contexto de datos de panel a través de un MCE. En primera instancia se seleccionan las variables, para el presente caso, se analizan cifras relacionadas al crecimiento económico dentro de la delimitación geográfica establecida, a la inversión en capital real en infraestructura portuaria y al movimiento de carga portuaria, entre otras variables intermedias. Posteriormente, se realiza un análisis gráfico de las series, se revisan los correlogramas y se ejecutan pruebas de raíz unitaria en el contexto de datos de panel: Levin, Lin & Chu (2002), Breitung (2000), Im, Pesaran & Shin (2003), Augmented Dickey – Fuller (1979), Phillips – Perron (1988). De comprobar y satisfacer las condiciones de estacionariedad, la postulación de un modelo VAR sería la alternativa óptima, optando por analizar la causalidad en dicho contexto (corto plazo). Sin embargo, si las variables resultan no ser estacionarias (o presentan raíz unitaria), se requiere conocer el nivel de integración de estas. En caso las variables presenten un orden de integración $I(1)$, es decir, que se trate de variables exclusivamente estacionarias en sus

primeras diferencias, es posible realizar el análisis de cointegración a través de la estimación de un MCE⁴.

Tras la ejecución de las pruebas de cointegración de Kao (1999), Pedroni (1999) y Johansen Fisher (Maddala & Wu, 1999), de no poder rechazar estadísticamente la hipótesis nula de las pruebas de cointegración (no existencia de cointegración) se opta por estimar un VAR en diferencias, caso contrario, se procede con la estimación del MCE y posterior prueba de CG.

3.3.1. Pruebas de Raíz Unitaria

Las pruebas de raíz unitaria permiten identificar la estacionariedad de una serie. Como requisito previo a la ejecución de la prueba de CG es necesario conocer si la serie es estacionaria ya que pruebas de causalidad realizadas sobre variables no estacionarias pueden inducir a resultados de causalidad espuria (Granger & Newbold, 1974).

Para el contexto de pruebas de raíz unitaria para datos de panel, se emplean las propuestas de LLC (2002), Breitung (2000), IPS (2003), ADF (1979) y PP (1988).

$$y_{i,t} = \rho_i y_{i,t-1} + \delta_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

Ecuación (8) muestra un proceso autorregresivo donde i = región, t = periodo de tiempo y $X_{i,t}$ = variable exógena (por lo general tendencial o de efectos fijos); ρ_i es el coeficiente autorregresivo para la región i y $\varepsilon_{i,t}$ es el término de error. Se define $y_{i,t}$ como débilmente estacionaria si $\rho_i < 1$, por otro lado, si $\rho_i = 1$, $y_{i,t}$ presenta raíz unitaria y no constituye un proceso no estacionario de primer orden de integración.

⁴ Alternativamente, si las variables resultan no tener el mismo nivel de integración, es posible postular un modelo ARDL siempre y cuando no se cumpla I(2), es decir, que ninguna de las variables sea estacionaria en segundas diferencias.

Pruebas de raíz unitaria univariadas, tales como ADF (1979), presentan baja potencia para rechazar la hipótesis nula cuando esta es falsa, más aún cuando se emplea un tamaño muestral reducido. Una estructura de datos de panel presenta una ventaja comparativa respecto a datos de series de tiempo (principalmente series univariadas) en lo que concierne a pruebas de raíz unitaria, adicionalmente, con datos de panel es posible capturar el efecto específico de cada región.

La propuesta de LLC (2002) y Breitung (2000) parten del supuesto que $\varepsilon_{i,t} \sim iid(0, \sigma^2)$, es decir, que las perturbaciones o términos de error son independientes e idénticamente distribuidos con media cero y varianza σ_ε^2 y que el coeficiente autorregresivo es igual entre las regiones. Por otro lado, IPS (2003) reconoce la existencia de heterogeneidad regional, ello implica un coeficiente autorregresivo para cada observación a través de los promedios de las pruebas ADF como se muestra en la ecuación (9):

$$y_{i,t} = \rho_i y_{i,t-1} + \sum_j^{P_i} \phi_{i,j} \varepsilon_{i,t-j} + \delta_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Donde P_i es el número de rezagos en la regresión ADF y supone $\varepsilon_{i,t} \sim iid(0, \sigma^2)$. La hipótesis nula establece que cada serie en el panel de datos presenta raíz unitaria ($\rho_i = 1$), contrariamente, la hipótesis alternativa implica que el coeficiente autorregresivo es menor a la unidad.

3.3.2. Pruebas de Cointegración

Las pruebas de cointegración, propuestas por Engle y Granger (1987), permiten identificar relaciones de causalidad de largo plazo entre las variables bajo estudio. Estas se ejecutan a través de una estimación realizada a través de un modelo de MCO de las siguientes ecuaciones:

$$\ln Y_{i,t} = \beta_{0,i} + \beta_{1,i} \ln X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$\ln X_{i,t} = \beta_{0,i} + \beta_{1,i} \ln Y_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

Tras la estimación se comprueba la estacionariedad de los residuos, si estos resultan estacionarios se puede concluir, para el caso de la ecuación (10), que la variable X explica a la variable Y en el largo plazo; por otro lado, si los residuos de la estimación de (11) son estacionarios, es posible deducir que Y explica a X en el largo plazo. Con el fin de detectar la estacionariedad residual se emplean pruebas de cointegración para datos de panel de Kao (1999), Pedroni (1999) y Johansen Fisher (Maddala & Wu, 1999).

Kao (1999) presenta dos pruebas de cointegración, la del tipo DF y ADF. La primera de estas pruebas estima el parámetro de los residuos en función a sus rezagos mediante una estructura MCO como se muestra en la ecuación (12):

$$\hat{\varepsilon}_{i,t} = \rho \hat{\varepsilon}_{i,t-1} + v_{i,t} \quad (12)$$

donde:

$$\hat{\varepsilon}_{i,t} = \check{y}_{i,t} - \check{x}'_{i,t} \hat{\beta} \quad (13)$$

La hipótesis nula señala que no existe cointegración, en otras palabras, $\rho = 1$. Por otro lado, la estimación correspondiente a la prueba tipo ADF se muestra en la ecuación (14):

$$\hat{\varepsilon}_{i,t} = \rho \hat{\varepsilon}_{i,t-1} + \sum_{j=1}^p \vartheta_j \Delta \hat{\varepsilon}_{i,t-j} + v_{i,t,p} \quad (14)$$

Pedroni (1999) emplea un enfoque similar a Kao en lo que respecta a la hipótesis nula de no cointegración en el contexto de paneles dinámicos, aplicándose como extensión de la prueba de cointegración de Johansen. Este método produce siete estadísticos, cuatro de una estimación en la dimensión “*Within*” o intragrupal y tres de la dimensión “*Between*” o intergrupala, y combina los resultados de ambas pruebas para determinar si existe

cointegración en el panel. Si ambas pruebas señalan cointegración es posible decir que el panel está cointegrado.

La prueba de Johansen Fisher, planteada por Maddala & Wu (1999), usa los resultados de las pruebas individuales e independientes de Fisher para probar la cointegración combinando pruebas individuales en secciones cruzadas de tal forma que se obtenga un estadístico para la prueba, el cual sigue una distribución χ^2 como se muestra en (15):

$$-2 \sum_{i=1}^N \log(\pi_i) \quad (15)$$

Donde π_i es el p – value de la prueba de cointegración para la sección cruzada i .

3.3.3. Prueba de Causalidad de Granger (CG)

Habiendo constatado la presencia de una relación de cointegración debería existir al menos una relación de causalidad, con el fin de identificar la direccionalidad causal se procede a la estimación de un MCE y de esta forma identificar una relación causal a largo plazo (Granger C. W., 1969). Tomando dicho modelo como base, se procede a determinar la relación causal en el corto plazo por medio de la prueba de CG (Engle & Granger, 1987).

Teóricamente, el MCE para la prueba de causalidad se especifica en la siguiente expresión:

$$\Delta \ln Y_{i,t} = \alpha_{1i} + \sum_{k=1}^m \beta_{1ik} \Delta \ln Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^m \gamma_{1ik} \Delta \ln X_{i,t-k} + \varphi_{1i} ECM_{i,t-1} + \sum_{k=1}^n \phi_{1ik} Z_{ik,t} + \varepsilon_{1it} \quad (16)$$

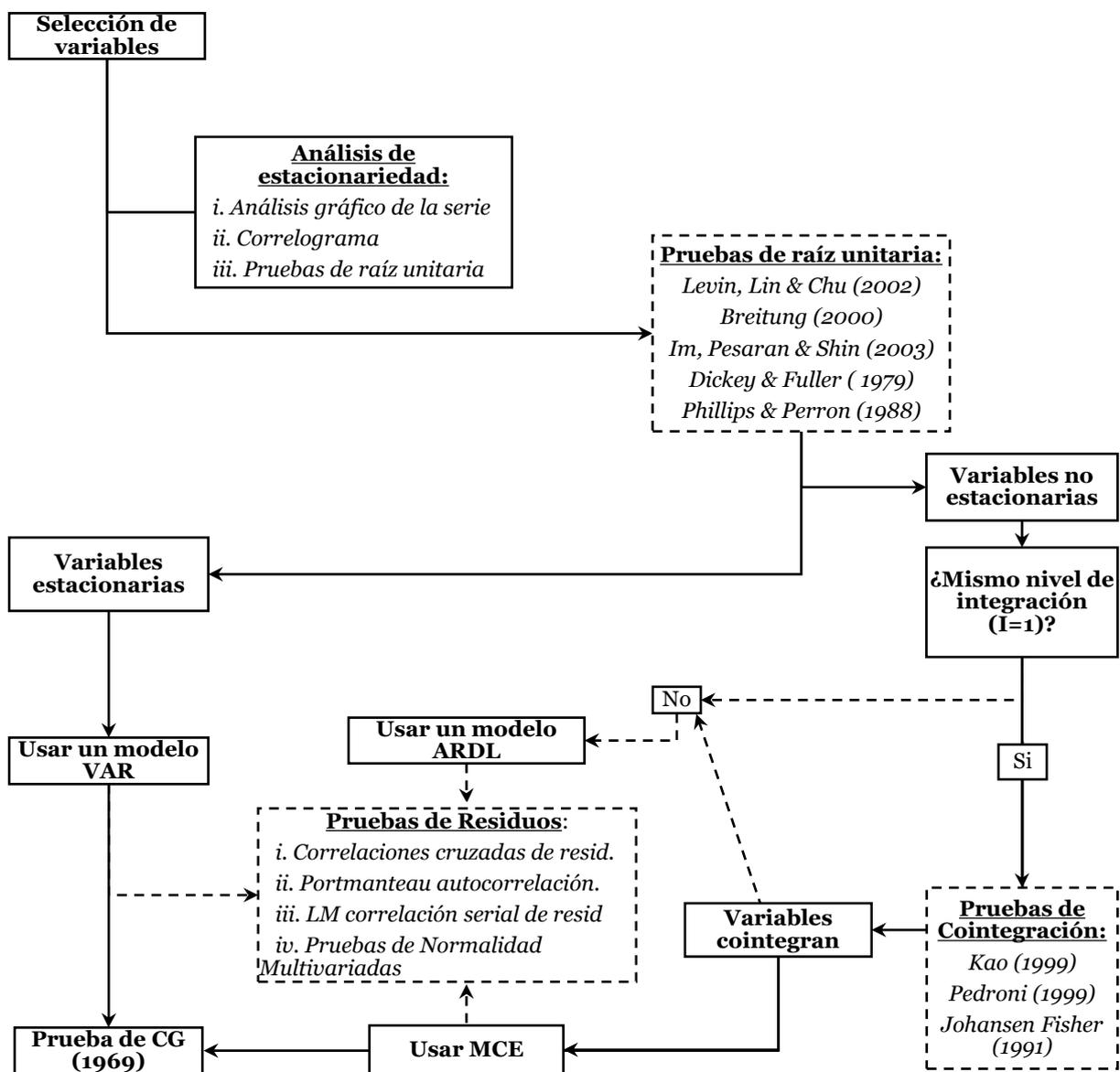
$$\Delta \ln X_{i,t} = \alpha_{2i} + \sum_{k=1}^m \beta_{2ik} \Delta \ln X_{i,t-k} + \sum_{k=1}^m \gamma_{2ik} \Delta \ln Y_{i,t-k} + \varphi_{2i} ECM_{i,t-1} + \sum_{k=1}^n \phi_{2ik} Z_{ik,t} + \varepsilon_{2it} \quad (17)$$

Siendo m el número de rezagos, $ECM_{i,t-1}$ el término de corrección de errores y $Z_{i,k}$ un set de variables explicativas. En el contexto de la ecuación (16) se postula la hipótesis nula $H_0: \varphi_{1i} = 0$, donde φ_{1i} representa el parámetro de la relación causal de X a Y y representa la

velocidad de ajuste al equilibrio de largo plazo. Similarmente, la ecuación (17) evalúa $H_0: \varphi_{2i} = 0$, donde φ_{2i} representa el parámetro de la relación causal de Y a X y representa la velocidad de ajuste al equilibrio de largo plazo. Bajo este enfoque es posible identificar las direcciones causales para el corto y largo plazo, lo cual no sería posible bajo un enfoque mediante un modelo VAR.

Figura 2

Resumen de Procedimiento Metodológico



Fuente: Expansión sobre la base de Maparu & Mazumder (2017, pág. 328) Edición: Propia

Capítulo IV: Resultados

Tabla 2

Prueba de Raíz Unitaria para Datos de Panel

Variable	Método	Especificación						
		Intercepto		Intercepto y tendencia		Ninguna		
		Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias	
H₀: Raíz unitaria (común)								
PBI PC	Levin, Lin & Chu	-4.55***	-7.24***	-1.84**	-8.98***	5.56	-5.56***	
	Breitung t – stat	-	-	1.44	-4.49***	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	-1.77**	-4.46***	1.15	-5.32***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	29.30**	53.01***	14.20	57.90***	1.85	59.34***	
	PP - Fisher χ^2	35.13***	55.91***	11.69	71.39***	1.36	71.36***	
H₀: Raíz unitaria (común)								
K Real	Levin, Lin & Chu	0.72	-7.07***	-3.16***	-6.37***	3.34	-6.74***	
	Breitung t – stat	-	-	-0.52	-3.91***	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	2.60	-4.94***	-1.22	-3.05***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	5.68	54.46***	27.48*	37.92***	5.88	79.22***	
	PP - Fisher χ^2	6.25	69.80***	20.56	54.54***	5.62	78.98***	
H₀: Raíz unitaria (común)								
Carga	Levin, Lin & Chu	-1.53*	-8.33***	-5.66***	-8.44***	3.46	-7.59***	
	Breitung t – stat	-	-	0.14	-1.97**	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	0.90	-6.09***	-1.55*	-4.37***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	16.77	66.53***	28.85*	51.12***	11.54	77.69***	
	PP - Fisher χ^2	25.29	86.97***	38.18***	100.07***	14.82	94.32***	
H₀: Raíz unitaria (común)								
ln(PBI PC)	Levin, Lin & Chu	-5.04***	-7.28***	-2.38***	-9.95***	5.88	-5.70***	
	Breitung t – stat	-	-	1.95	-5.04***	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	-2.32**	-4.45***	1.07	-6.19***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	32.34**	52.98***	14.65	65.54***	1.37	59.37***	
	PP - Fisher χ^2	53.70***	53.16***	12.04	81.41***	0.99	71.03***	
H₀: Raíz unitaria (común)								
ln(K Real)	Levin, Lin & Chu	-3.03***	-7.98***	-7.04***	-9.05***	2.78	-7.25***	
	Breitung t – stat	-	-	-1.04	-4.22***	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	0.48	-5.50***	-3.16***	-4.34***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	14.29	59.70***	40.43***	49.07***	4.43	85.30***	
	PP - Fisher χ^2	16.49	70.95***	38.53***	67.12***	4.22	84.72***	
H₀: Raíz unitaria (común)								
ln(Carga)	Levin, Lin & Chu	-2.31**	-8.70***	-3.52***	-8.12***	5.19	-8.30***	
	Breitung t – stat	-	-	-0.57	-4.37***	-	-	
	H₀: Raíz unitaria (individual)							
	IPS - Im, Pesaran and Shin W – stat	0.19	-7.12***	-0.58	-5.48***	-	-	
	ADF - Fisher χ^2	16.70	75.41***	21.77	59.15***	5.65	87.27***	
	PP - Fisher χ^2	24.50	111.01***	41.72***	117.80***	10.75	101.24***	

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 3

Pruebas de Cointegración para Datos de Panel (PBI PC vs. K Real vs. Carga)

Especificación: Intercepto		PBI PC vs. K Real vs. Carga		PBI PC vs. K Real vs. Ln(Carga)		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Carga		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Ln(Carga)	
		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
Estadísticos:		Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ
Pedroni	v – Statistic	2.04**	-	1.04	-	0.46	-	0.97	-
	rho – Statistic	1.05	2.42	1.12	2.56	0.25	2.29	0.26	2.53
	PP – Statistic	-2.94***	-0.01	-3.43***	-0.22	-1.40*	0.51	-2.08**	0.63
	ADF – Statistic	-2.63***	0.55	-3.06***	0.53	-1.43*	0.70	-2.29**	0.75
Kao	ADF t – Statistic	-4.28***		-3.95***		-4.55***		-4.17***	

Especificación: Intercepto y tendencia		PBI PC vs. K Real vs. Carga		PBI PC vs. K Real vs. Ln(Carga)		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Carga		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Ln(Carga)	
		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
Estadísticos		Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ
Pedroni	v – Statistic	1.06	-	-0.44	-	-1.43	-	-1.10	-
	rho – Statistic	2.27	3.12	2.45	3.15	1.62	3.19	1.96	3.41
	PP – Statistic	-3.17***	-2.78***	-4.40***	-0.48	-0.56	-1.36*	-1.12	0.28
	ADF – Statistic	-2.55***	-0.44	-2.59***	0.48	-0.58	0.37	-1.35*	1.14

Especificación: Ninguna		PBI PC vs. K Real vs. Carga		PBI PC vs. K Real vs. Ln(Carga)		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Carga		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Ln(Carga)	
		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
Estadísticos		Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ
Pedroni	v – Statistic	0.40	-	-1.37	-	1.15	-	-0.70	-
	rho – Statistic	-0.20	1.10	0.69	1.81	0.63	1.70	0.71	2.05
	PP – Statistic	-1.34*	-0.88	-0.10	-0.50	0.68	0.33	0.34	-0.34
	ADF – Statistic	-1.36*	-1.08	-2.96***	-1.91**	-1.10	-0.06	-3.66***	-1.57*

Especificación: Ninguna		PBI PC vs. K Real vs. Carga		PBI PC vs. K Real vs. Ln(Carga)		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Carga		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Ln(Carga)	
		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
Estadísticos		Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ
Johansen Fisher	Nº Ecuaciones:	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.
	Ninguna	368.00***	167.90***	365.30***	148.40***	267.60***	155.00***	286.30***	154.30***
	Al menos 1	54.81***	57.25***	60.66***	60.22***	65.41***	64.57***	68.99***	65.91***
	Al menos 2	16.13	16.13	19.98	19.98	21.39	21.39	23.84	23.84

Especificación: Ninguna		PBI PC vs. K Real vs. Carga		PBI PC vs. K Real vs. Ln(Carga)		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Carga		PBI PC vs. Ln(K Real) vs. Ln(Carga)	
		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones		Dimensiones	
Estadísticos		Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ	Within ϕ	Between ψ
Johansen Fisher	Nº Ecuaciones:	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.	Traza	Máx. Eigen.
	Ninguna	212.20***	184.40***	240.60***	162.50***	275.90***	230.50***	302.00***	239.00***
	Al menos 1	54.15***	52.88***	74.31***	75.51***	60.94***	53.14***	76.96***	69.68***
	Al menos 2	18.77	18.77	19.73	19.73	25.07	25.07	27.30*	27.30*

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

H₀: no existen ecuaciones de cointegración | ϕ H_{A1}: coeficientes AR comunes | ψ H_{A2}: coeficientes AR individuales

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 4

Ecuación de Cointegración (EC)

Ec. Coint	
PBI PC	1.0000
	-106.6153***
K Real	(19.2511)
	[-5.5381]
Ln(Carga)	-0.3882***
	(0.0466)
	[-8.3343]

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%
 () : desviaciones estándar | [] : t – statistics

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 5

Modelo de Corrección de Errores (MCE)

$$PBI PC_{i,t} = \theta_{i,t} * ECM_{i,t} + \sum_{k=1}^6 \beta_{1k} PBI PC_{i,t-k} + \sum_{k=1}^6 \beta_{2k} K Real_{i,t-k} + \sum_{k=1}^6 \beta_{3k} Ln(Carga_{i,t-k}) + D1 + \varepsilon_{i,t}$$

Corrección de Errores: D(PBI PC)							
Ec. Coint	-0.1152*** (0.0142) [-8.1156]	D(PBI PC(-5))	0.0894 (0.0550) [1.6276]	D(K Real(-4))	-6.0767 (9.2419) [-0.6575]	D(Ln(Carga(-3))	0.1885 (0.2690) [0.7010]
D(PBI PC(-1))	0.0971 (0.0784) [1.2388]	D(PBI PC(-6))	0.4158*** (0.0621) [6.6942]	D(K Real(-5))	7.2637 (8.9552) [0.8111]	D(Ln(Carga(-4))	-0.3582 (0.2652) [-1.3504]
D(PBI PC(-2))	-0.0123 (0.0736) [-0.1670]	D(K Real(-1))	-31.6786*** (7.1836) [-4.4098]	D(K Real(-6))	-30.3407*** (8.7408) [-3.4711]	D(Ln(Carga(-5))	-0.2917 (0.2261) [-1.2902]
D(PBI PC(-3))	0.1799*** (0.0537) [3.3492]	D(K Real(-2))	-18.7359** (7.3932) [-2.5342]	D(Ln(Carga(-1))	0.5770* (0.2946) [1.9587]	D(Ln(Carga(-6))	-0.4839* (0.2832) [-1.7087]
D(PBI PC(-4))	0.1231** (0.0559) [2.2040]	D(K Real(-3))	-1.6148 (7.8739) [-0.2051]	D(Ln(Carga(-2))	-0.1513 (0.2905) [-0.5208]	D1	1.3602*** (0.3958) [3.4365]
Indicadores Estadísticos							
R – squared	0.8646		Log likelihood		-12.7332		
Adj. R – squared	0.7889		AIC		1.2123		
Sum sq. resids	5.0668		SIC		1.9490		
S.E. equation	0.3860		Mean dependent		-0.0129		
F – statistic	11.4219		S.D. dependent		0.8401		
Evaluación de Proyección							
RMSE	0.4040		MAPE		3.0632		
MAE	0.3172		Theil		0.0134		

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%
 () : desviaciones estándar | [] : t – statistics

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 6

Fuente y Direccionalidad Causal

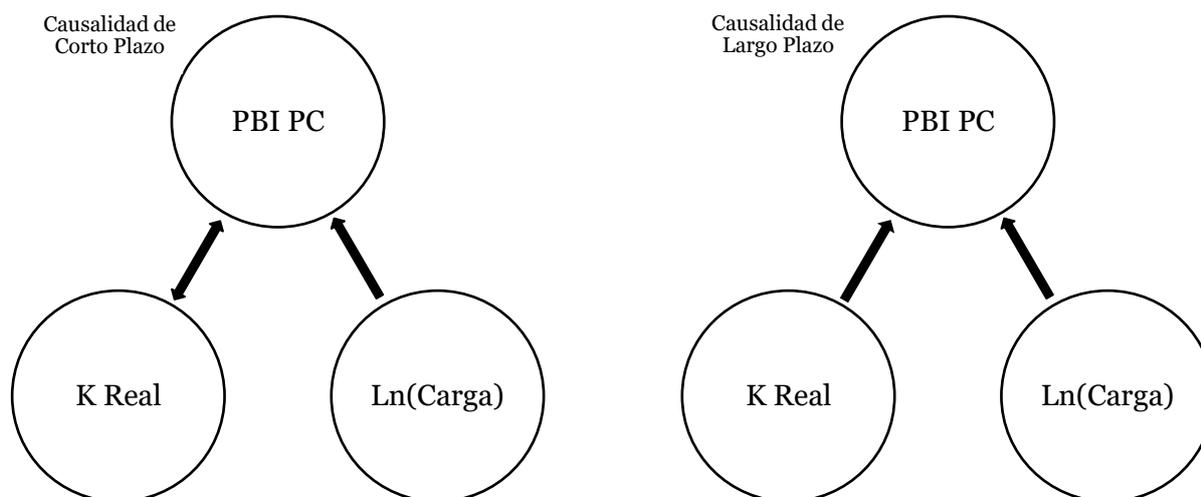
Variable Dependiente	Corto Plazo			Largo Plazo	
	<i>D(PBI PC)</i>	<i>D(K Real)</i>	<i>D(Ln(Carga))</i>	<i>All</i>	<i>ECM</i>
<i>D(PBI PC)</i>	-	62.2645***	14.2737**	78.1483***	-0.1152***
<i>D(K Real)</i>	16.3683**	-	1.1865	17.2512	-0.0002
<i>D(Ln(Carga))</i>	2.3395	2.5272	-	3.9709	0.0025

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

Fuente y Elaboración: Propia

Figura 3

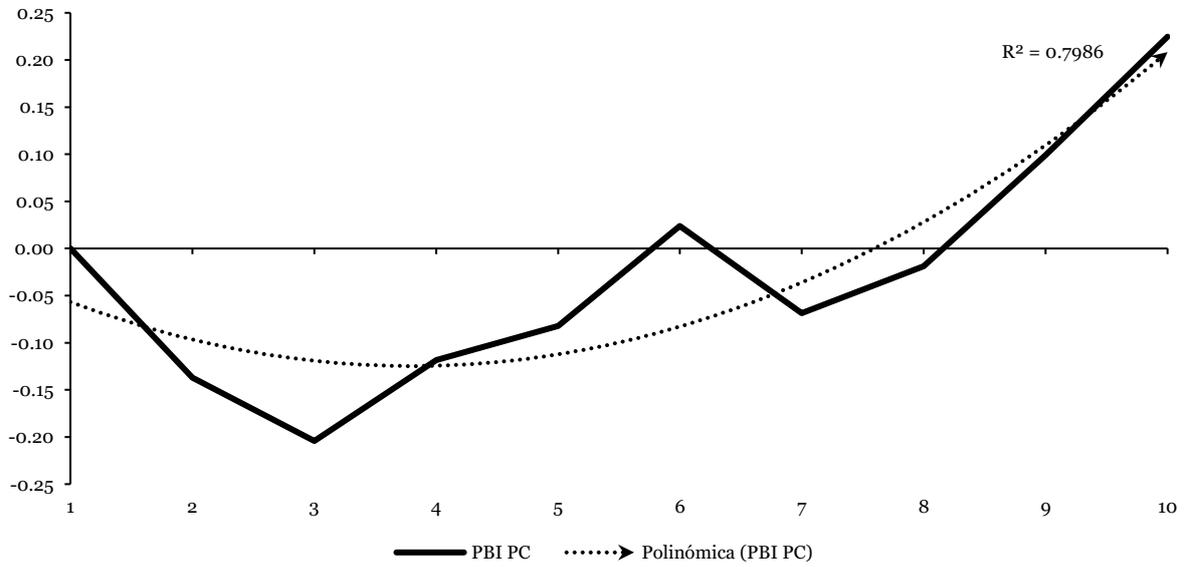
Fuente y Direccionalidad Causal



Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 4

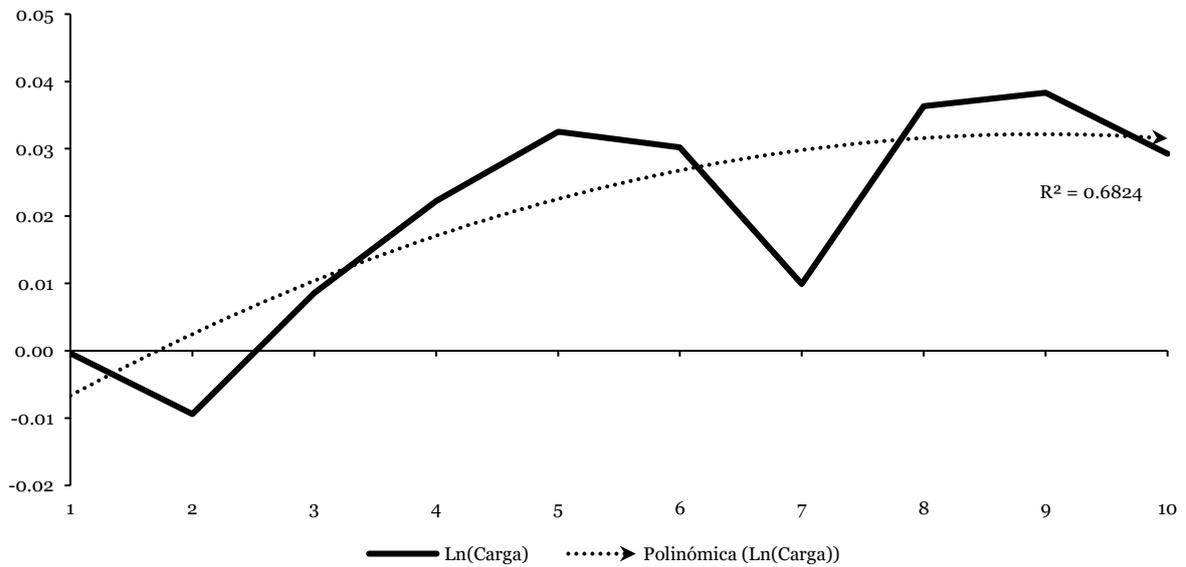
Función de Impulso – Respuesta (Impulso: K Real | Respuesta: PBI PC)



Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 5

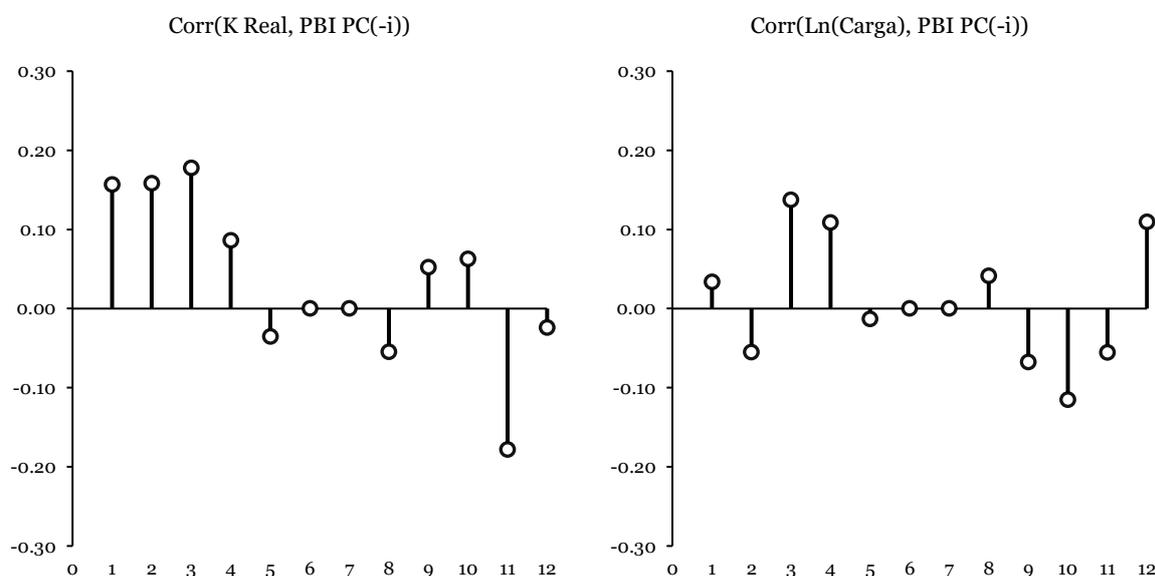
Función de Impulso – Respuesta (Impulso: K Real | Respuesta: Ln(Carga))



Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 6

Correlación Cruzada de Residuos (K Real & Ln(Carga) vs. PBI PC(-i))



Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 7

Prueba de Portmanteau para Autocorrelación de Residuos

Rezago	Q – Stat	Adj Q – Stat
7	22.0730	23.1664*
8	23.9712	25.3947
9	27.7899	29.9772
10	35.4639	39.3953
11	38.8921	43.7004
12	41.4825	47.0310

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 8

Prueba de LM para Correlación Serial de Residuos

Rezago	LRE stat	Rao F – stat
1	13.3623	1.5500
2	10.7497	1.2246
3	12.5350	1.4457
4	5.4531	0.5991
5	12.4304	1.4326
6	N/A	N/A
7	N/A	N/A
8	13.7287	1.5966
9	15.8628*	1.8724*
10	13.6313	1.5842
11	5.4266	0.5960
12	3.1104	0.3363

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 9*Prueba de Normalidad Multivariada*

	Skewness	Kurtosis	JB
Valor	0.1236	2.0777	2.0515
χ^2	0.1374	1.9141	-

*** Significativo al nivel del 1% | ** Significativo al nivel del 5% | * Significativo al nivel del 10%

Fuente y Elaboración: Propia

4.1. Hallazgos Relevantes

Para las pruebas de raíz unitaria para datos de panel (Tabla 2) se consideraron las variables PBI PC, K Real y Carga en niveles y con transformaciones logarítmicas. Asimismo, se plantearon las pruebas bajo tres especificaciones distintas: “con intercepto”, “con intercepto y tendencia” y “sin intercepto ni tendencia (ninguna)”. Las pruebas de LLC, Breitung, IPS, ADF y PP señalan que la mayoría de las variables y transformaciones presentan raíz unitaria en niveles, es decir, a los niveles de significancia usuales, no es posible rechazar la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria. Para el caso específico de la variable PBI PC y su transformación logarítmica en niveles, se puede rechazar dicha hipótesis bajo la especificación “con intercepto”; al igual que en el caso de la transformación logarítmica de la variable K Real. Por otro lado, independientemente de la especificación o transformación, es posible rechazar la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria para todas las variables en sus primeras diferencias, lo cual equivale a decir que son estacionarias en primeras diferencias al 5% de significancia. Ante ello, se puede deducir que las variables PBI PC, K Real y Carga son integradas de orden $I(1)$ y se consideran estacionarias en sus primeras diferencias independientemente de la implementación de alguna transformación a las series originales o de la especificación seleccionada.

Seguido a la identificación del nivel de integración de las variables se optó por transformar K Real y Carga con la finalidad de obtener una mejor interpretación⁵ y por cuestiones de escala⁶, respectivamente. Ante ello se procedió a realizar las pruebas de cointegración manteniendo PBI PC en niveles y alternando entre K Real y Carga, con y sin logaritmos. Posteriormente, en la etapa de modelamiento, se emplean los AIC (Akaike, 1974) y SIC (Schwarz, 1978) en el contexto del proceso de selección de modelos con la finalidad de elegir la mejor especificación.

Las pruebas de cointegración para datos de panel (Tabla 3) fueron planteadas bajo 3 especificaciones distintas: “con intercepto”, “intercepto y tendencia” y “sin intercepto ni tendencia (ninguna)”. La mayoría de los resultados indican cointegración, específicamente, que se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración entre las variables. Para la prueba de Pedroni (específicamente: PBI vs. K Real vs. Carga y PBI vs. K Real vs. Ln(Carga)), existe una mayor consistencia en los resultados obtenidos para las dimensiones *within* de los estadísticos PP y ADF, los cuales indican la existencia una relación de largo plazo al rechazar la hipótesis nula a los niveles de significancia usuales. La prueba de Kao rechaza la hipótesis nula de no cointegración entre las variables consistentemente al 1% de significancia estadística. Johansen Fisher indica consistentemente, que existen al menos dos ecuaciones de cointegración independientemente de la especificación y/o transformación al 1% de significancia estadística.

De la EC (Tabla 4) podemos interpretar el impacto marginal de largo plazo a través de los coeficientes estimados, los cuales resultan tener el signo esperado y ser estadísticamente significativos al 1%. De acuerdo con los resultados obtenidos, un incremento en un millón de

⁵ Para efectos de la interpretación de los parámetros estimados de K Real se entiende que este ha sido dividido por un factor de 1 millón con el fin de expresar el resultado “por millón de USD invertidos en capital real”.

⁶ Con el fin que los datos sean más “normales” o simétricos (University of Virginia Library, 2022) se propone el uso de la variable Carga en logaritmos: Ln(Carga), la cual está expresada en TM’s.

USD en inversión en capital real en infraestructura portuaria presenta un efecto marginal positivo en el PBI per cápita regional de 106.62 USD aproximadamente y ante un incremento en 10% en el movimiento de carga portuaria se genera un aumento en el PBI per cápita regional de 3.70% aproximadamente.

Del MCE (Tabla 5) se evidencia que el coeficiente del término de corrección de errores presenta el signo esperado y resulta ser estadísticamente significativo al 1%, identificando de esta manera la relación causal de largo plazo. Asimismo, se observa que algunos de los coeficientes de los rezagos de las variables explicativas resultan ser estadísticamente significativos a los niveles usuales, ello podría evidenciar causalidad (Engle & Granger, 1987), la cual debe ser verificada posteriormente a través de la prueba de CG (Granger C. W., 1969). Cabe mencionar que el modelo postulado fue elegido a través de los AIC y SIC, los cuales presentaron los menores valores para las posibles combinaciones de variables en niveles y logaritmos en sus distintas especificaciones. El modelo seleccionado cuenta con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.8646, lo cual indica que el modelo presenta un fuerte valor predictivo, asimismo, presenta un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajust.) de 0.7889, lo cual indica que pese a la inclusión del número de variables y rezagos necesarios, el nivel o bondad de ajuste no se ve tan afectado, reincidiendo en la conclusión que el modelo presenta un fuerte valor predictivo. Respecto a la evaluación de proyección sobre la muestra, se observa que el error porcentual absoluto medio (MAPE, por sus siglas en inglés) registra tanto sólo un 3.06% de error, el cual representa la diferencia porcentual promedio entre las predicciones y los valores observados en el set de información.

Adicionalmente se incluyó una variable dicotómica “D1” para el periodo 2016 para la macro región de Arequipa. Ello, con el fin de corregir el outlier ocasionado por el incremento en el movimiento de carga (en 173.52%, respecto al periodo anterior) y el incremento en inversión en capital real (en 132.05%, respecto al periodo previo al anterior), producto del nuevo sistema de recepción, almacenamiento y embarque de concentrados de mineral y el nuevo Amarradero F en la bahía de Islay (TISUR, 2016). Dicha discrepancia generó un

quiebre estructural en la serie de la macro región de Arequipa, la cual fue comprobada a través de pruebas de raíz unitaria con quiebre estructural y remediada a través de dicha implementación, la cual resulta ser positiva y estadísticamente significativa al 1%.

Del análisis de las fuentes de causalidad (Tabla 6) podemos observar que a través del estadístico χ^2 , los resultados indican que existe una relación causal unidireccional en el corto plazo entre K Real y Ln(Carga) hacia PBI PC. Asimismo, se comprueba que existe una relación causal unidireccional en el corto plazo entre PBI PC y K Real, confirmando de esta manera, la bidireccionalidad causal entre PBI PC y K Real, resultado consistente con la literatura y estadísticamente significativo para el presente caso. De igual forma, con los coeficientes obtenidos del MCE, se hace evidente una relación de largo plazo desde las variables explicativas hacia PBI PC. El parámetro estimado resulta significativo al 1% y representa la velocidad de ajuste al equilibrio de largo plazo. Figura 3 presenta una visualización de las direccionalidades causales por fuente de causalidad.

De las funciones de impulso respuesta, tenemos, en el Gráfico 4, el impacto en la variable PBI PC ante una innovación de una desviación estándar de Cholesky en la inversión en capital real (K Real), el cual presenta un punto de inflexión al tercer periodo, punto en el que revierte su tendencia y exhibe un crecimiento sostenido a largo plazo. Asimismo, en el Gráfico 5 tenemos el impacto en la variable Ln(Carga) ante una innovación de una desviación estándar de Cholesky en la inversión en capital real (K Real), el cual presenta un punto de inflexión al segundo periodo, punto en el que revierte su tendencia y exhibe un crecimiento convergente hacia un nuevo estado estacionario superior al inicial.

Finalmente, se presenta un análisis de residuos, los cuales indican que existe una baja correlación cruzada de residuos (Gráfico 6), la no existencia de autocorrelación de residuos hasta el rezago “h” (Tabla 7), la no correlación serial de residuos en el rezago “h” (Tabla 8) y la normalidad de residuos en el contexto multivariado (Tabla 9).

4.2. Resumen de los Datos Recolectados

Para la elaboración del presente documento se emplearon diversas fuentes de información con el fin de consolidar una base de datos para el modelamiento estadístico. Se recolectaron datos referentes al PBI regional, inversión en capital real en infraestructura portuaria, el nivel de movimiento de carga de los terminales portuarios bajo análisis y el nivel poblacional por región (como variable intermedia para el cálculo del PBI per cápita regional real). Cabe mencionar que con el fin de replicar el *hinterland* de los terminales portuarios seleccionados se procedió a agrupar la información como el agregado a nivel de regiones/departamentos que conforman las macro regiones propuestas por el estudio. Se optó por emplear la distribución de las regiones políticas creadas durante el periodo 1989 – 1991 para el caso de las macro regiones peruanas y la distribución de las 5 regiones naturales de Chile para el caso de las macro regiones chilenas; dadas las similitudes con el alcance de las respectivas áreas de influencia de los terminales portuarios. Habiendo delimitado el alcance geográfico del proyecto, se presenta en la Tabla 10 la distribución de terminales, regiones y macro regiones propuestas por país, indicando los terminales que operan en cada región e influyen directamente en sus macro regiones respectivas.

Tabla 10*Distribución de Terminales, Regiones y Macro Regiones por País*

País	Macro Región	Región	Terminal	Empresa
Chile	NG	Tarapacá	ITI	Iquique Terminal Internacional
		Antofagasta	CPM + ATI	Puerto Angamos + Puerto Mejillones
		Arica y Parinacota	TPA	Terminal Puerto Arica
	ZC	Valparaíso	TPS + STI	Terminal Pacífico Sur Valparaíso + San Antonio Terminal Internacional
		Libertador General Bernardo O'Higgins	-	-
		Maule	-	-
		Biobío	SVTI	San Vicente Terminal Internacional
		Metropolitana de Santiago	-	-
		Ñuble	-	-
	Perú	ÁNC	Áncash	TP Chimbote
ARQP		Arequipa	TISUR	Terminal Internacional del Sur
GRAU		Piura	TPE	Terminales Portuarios Euroandinos
		Tumbes	-	-
JCM		Moquegua	TP Ilo	ENAPU
		Tacna	-	-
		Puno	-	-
LIB		La Libertad	TPS	Salaverry Terminal Internacional
LIMA		Lima y Callao	TNM + TCMS + TECM	APM Terminals Callao + Dubai Ports World Callao + Transportadora Callao
LW		Ica	TPGSM	Terminal Portuario Paracas
		Ayacucho	-	-
	Huancavelica	-	-	
	Apurímac	-	-	

Fuente y Elaboración: Propia

La variable PBI PC (PBI per cápita regional real) fue construida en base a las cifras del PBI por departamento a precios corrientes en miles de soles para Perú (obtenidas del INEI) y al PBI por región a precios corrientes en millones de pesos chilenos para Chile (obtenidas del BCCh). Ambos sets de información fueron complementados con registros históricos de las mismas entidades y agregados a periodos más recientes a través del uso del deflactor implícito, ampliando así el horizonte temporal a 2004 – 2016. A dicha serie se le aplicó el factor de conversión de PPA del WB con el fin de transformar las series a PBI de PPA nominal expresado en miles de USD. Finalmente, al dividir dicha serie entre el deflactor y posteriormente entre el nivel poblacional asociado a cada macro región, obtenemos el PBI per cápita real, el cual está expresado en miles de USD.

Por otro lado, la variable K Real (inversión en capital real) fue extraída de los estados financieros auditados y de las memorias anuales de las empresas o concesionarias portuarias, representativo del stock de activos fijos netos en maquinaria e infraestructura

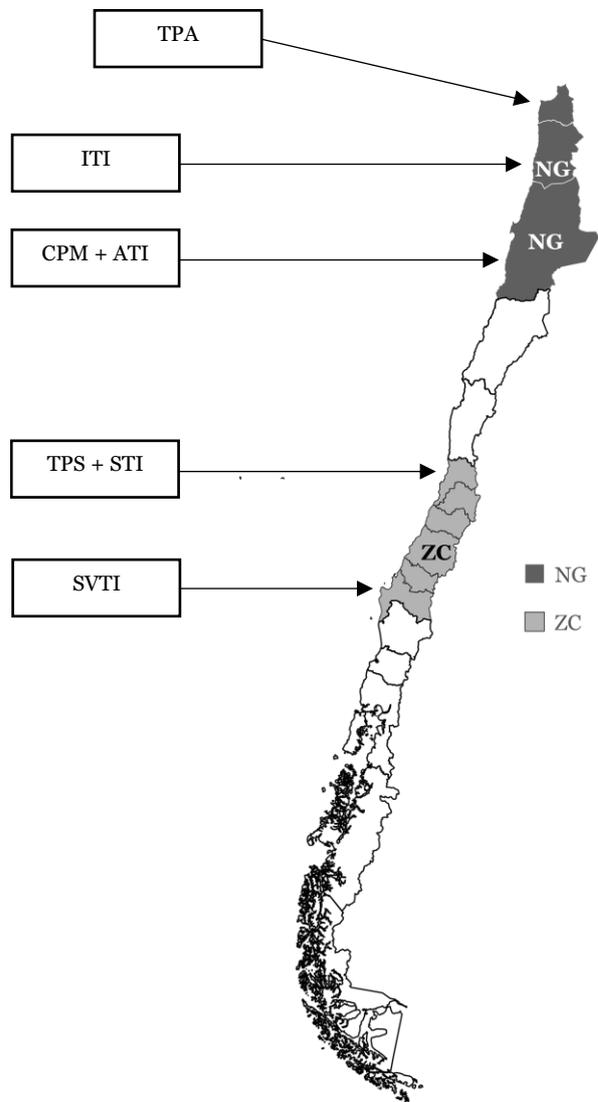
(nominalmente). La inversión en capital real está expresada como el ratio entre el stock de capital nominal y el índice de precios de exportaciones de bienes de capital (extraído del US BLS), obteniendo así la inversión en capital real en infraestructura portuaria para cada terminal bajo análisis, expresada en miles de USD.

Por último, la información correspondiente al nivel de movimiento de carga portuaria fue obtenida de la APN en el caso peruano, mientras que por el lado chileno, dichas cifras fueron halladas a través del OLC y memorias anuales de las concesiones, cifras expresadas en TM's. Dicha información consiste en el agregado de las 3 cargas principales: carga general o fraccionada, graneles (líquidos y sólidos) y carga contenedorizada. Por otro lado, la data y estimaciones poblacionales fueron halladas a través del INEI en el caso peruano y el BCCh para el caso chileno.

Se cuenta con un total de 16 terminales en análisis, de ellos 7 son chilenos y 9 peruanos. Dichos terminales extienden su zona de influencia o *hinterland* en las macro regiones, las cuales están compuestas por sus respectivas regiones o departamentos. De dicha delimitación se procede, en los siguientes apartados, a analizar la información recopilada correspondiente al PBI per cápita regional (PBI PC), inversión en capital real (K Real), movimiento de carga portuaria (Carga) y, como variable intermedia (para el cálculo de la variable PBI PC), nivel de poblacional regional (Población) considerando niveles de significancia usuales en los indicadores necesarios (principalmente JB-stat).

Figura 4

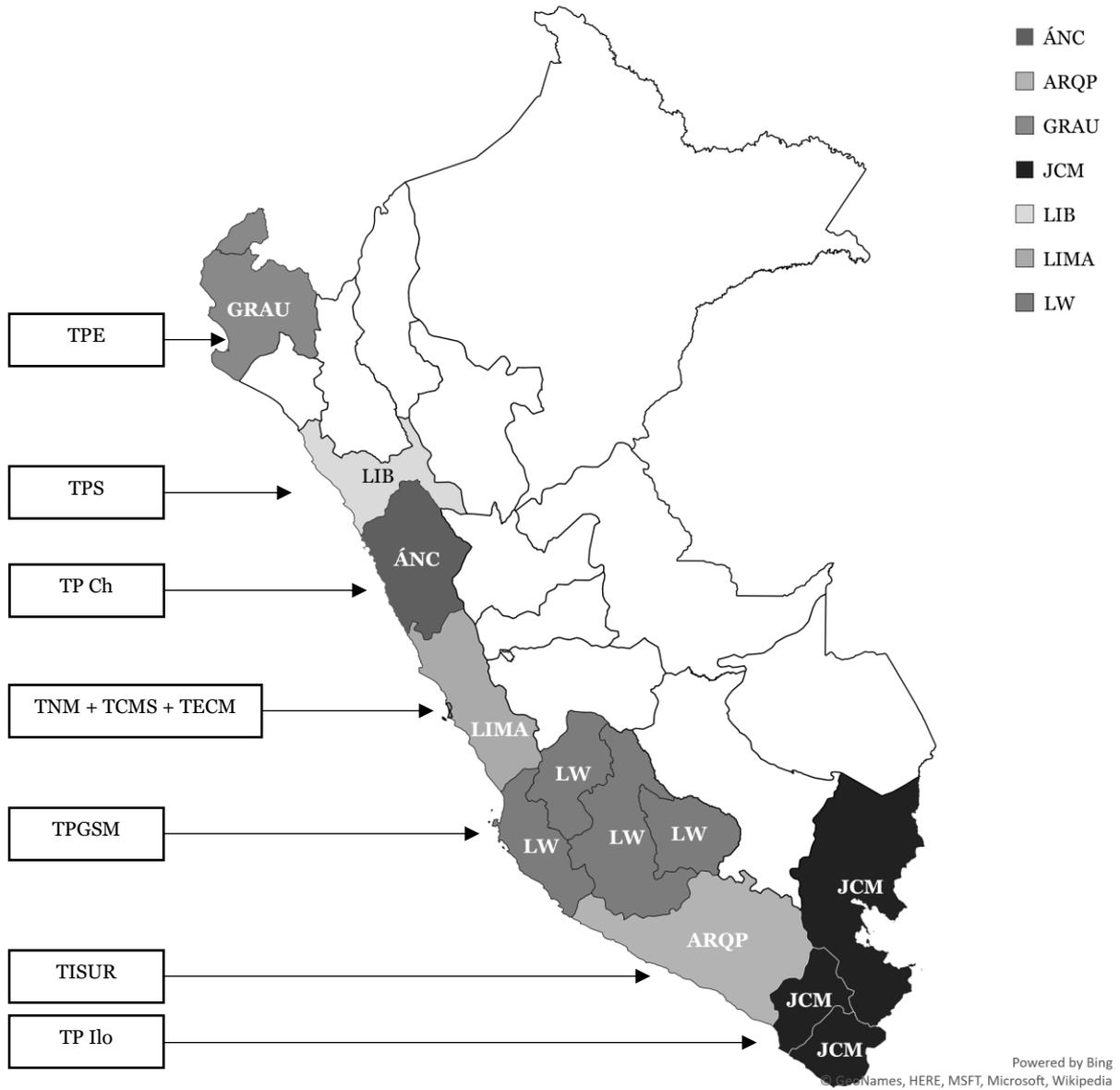
Macro Regiones de Chile e Instalaciones Portuarias



Fuente y Elaboración: Propia

Figura 5

Macro Regiones del Perú e Instalaciones Portuarias



Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 11

Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: PBI PC (en miles de USD)

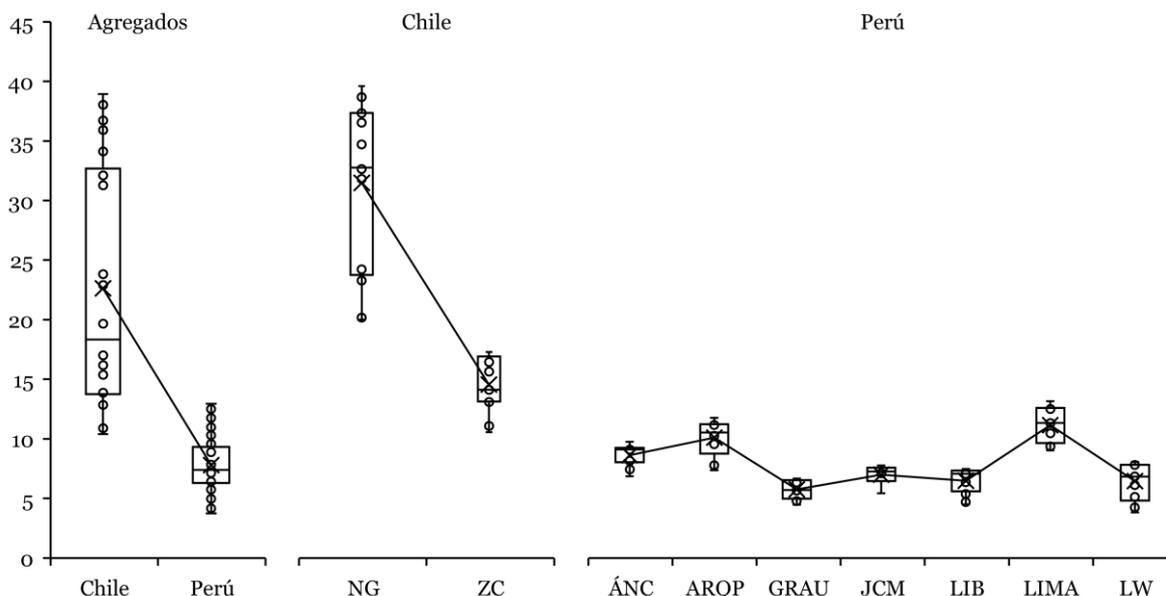
País / Macro Región	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	N° Obs.
Chile	22.63	18.33	38.93	10.39	9.89	0.45	1.60	3.02	26
NG	30.94	32.21	38.93	19.66	6.98	-0.58	1.81	1.49	13
ZC	14.31	13.88	17.01	10.39	2.28	-0.30	1.83	0.94	13
Perú	7.80	7.40	12.93	3.75	2.20	0.44	2.49	3.89	91
ÁNC	8.47	8.95	9.59	6.73	0.86	-0.63	2.33	1.10	13
ARQP	9.94	10.34	11.57	7.23	1.47	-0.80	2.24	1.71	13
GRAU	5.66	5.61	6.55	4.38	0.79	-0.25	1.50	1.35	13
JCM	6.86	7.14	7.63	5.33	0.75	-0.98	2.67	2.16	13
LIB	6.38	6.95	7.35	4.43	1.04	-0.86	2.25	1.90	13
LIMA	10.97	11.13	12.93	8.88	1.42	-0.08	1.58	1.11	13
LW	6.34	6.72	7.92	3.75	1.54	-0.48	1.70	1.42	13
Chile + Perú	11.10	8.02	38.93	3.75	7.95	2.21	7.22	181.80***	117

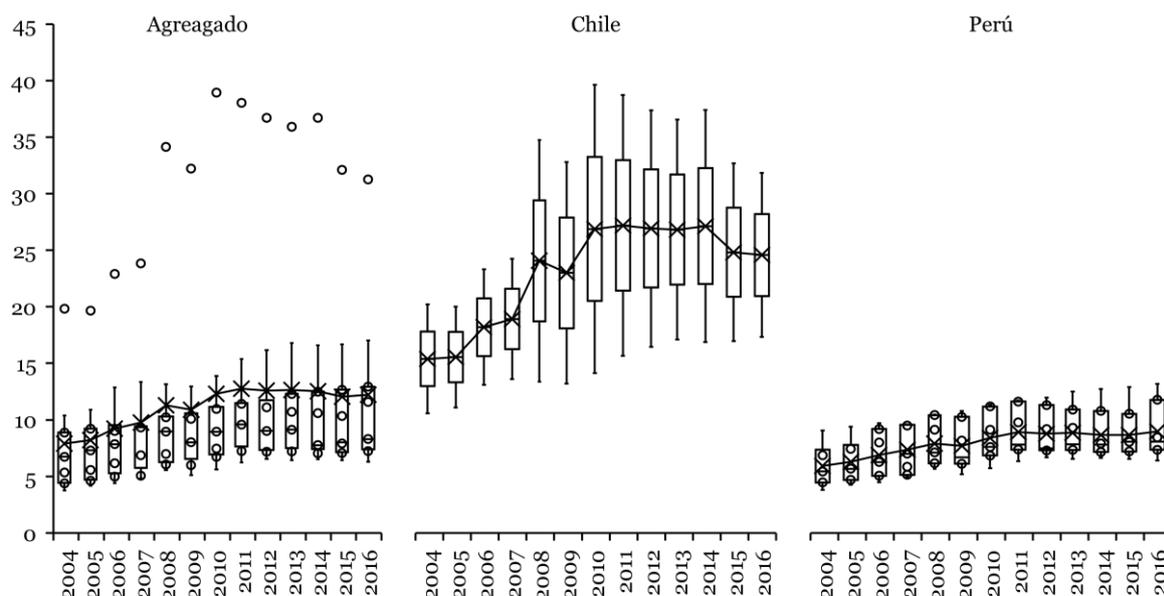
Año	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	N° Obs.
2004	7.89	6.73	19.84	3.75	5.00	1.65	4.76	5.23*	9
2005	8.20	7.30	19.66	4.17	4.86	1.56	4.52	4.54	9
2006	9.22	7.84	22.90	4.40	5.79	1.59	4.54	4.67*	9
2007	9.76	9.33	23.82	4.83	5.94	1.59	4.61	4.79*	9
2008	11.29	8.97	34.12	5.57	8.92	2.12	6.10	10.36***	9
2009	10.89	8.02	32.21	5.09	8.39	2.06	5.93	9.62***	9
2010	12.29	8.95	38.93	5.61	10.33	2.18	6.27	11.14***	9
2011	12.74	9.59	38.04	6.23	9.90	2.11	6.05	10.16**	9
2012	12.57	9.03	36.71	6.55	9.56	2.03	5.78	9.10**	9
2013	12.63	9.14	35.91	6.43	9.31	1.97	5.57	8.28**	9
2014	12.53	7.76	36.72	6.52	9.64	1.99	5.63	8.54**	9
2015	12.04	8.02	32.09	6.42	8.22	1.82	5.09	6.60**	9
2016	12.21	8.30	31.27	6.29	7.94	1.71	4.80	5.60*	9
Total	11.10	8.02	38.93	3.75	7.95	2.21	7.22	181.80***	117

Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 7

Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: PBI PC (en miles de USD)





Fuente y Elaboración: Propia

Respecto a la variable PBI PC podemos notar que Chile tiene un mayor PBI per cápita para las regiones seleccionadas a comparación de su contraparte peruana. Ello, debido principalmente a la macro región chilena de NG, la cual registra un alto PBI regional para una de las poblaciones más pequeñas empleadas en el estudio, ocasionando así que dicho indicador obtenga los mayores valores para la variable en descripción. Por otro lado, la macro región chilena ZC, la cual comprende la región Metropolitana de Santiago, presenta valores más cercanos al conglomerado peruano que al *outlier* de NG. También podemos notar que los valores de las regiones peruanas revierten alrededor de 7.80 miles de USD, siendo la macro región de Lima la de mayor PBI per cápita regional dentro del conglomerado peruano. Cabe mencionar que dicho grupo presenta la menor variabilidad respecto a sus cifras en comparación a su contraparte chilena. Respecto al análisis temporal se puede notar en los gráficos provistos una tendencia al alza en el horizonte temporal bajo estudio, con un ligero declive para el periodo 2008 – 2009 (crisis financiera internacional).

Tabla 12

Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: K Real (en miles de USD)

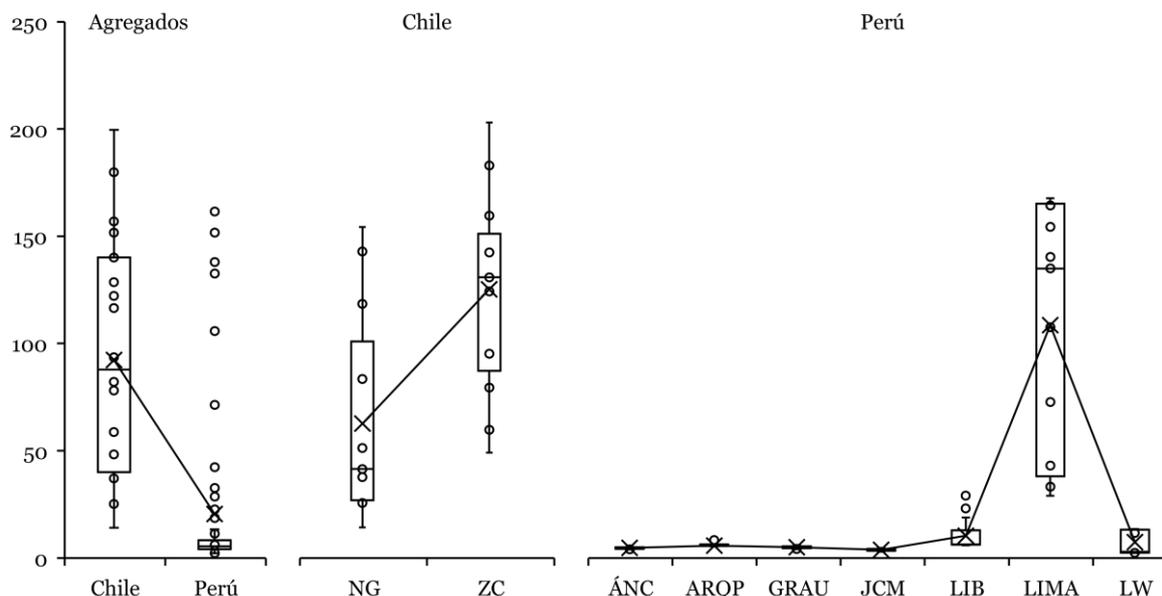
País / Macro Región	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
Chile	92,338.14	87,839.42	199,558.60	14,074.58	54,326.75	0.20	1.79	1.77	26
NG	61,563.08	40,758.85	151,707.60	14,074.58	46,237.65	0.98	2.46	2.23	13
ZC	123,113.20	128,668.00	199,558.60	48,271.65	44,257.90	-0.13	2.34	0.27	13
Perú	20,444.74	5,403.70	164,950.20	2,130.06	41,319.14	2.77	9.18	261.06***	91
ÁNC	4,581.62	4,627.85	5,099.64	3,896.99	402.69	-0.36	1.84	1.00	13
ARQP	5,663.74	5,654.18	8,335.91	2,130.06	1,756.26	-0.61	3.26	0.85	13
GRAU	5,002.41	5,011.49	6,025.27	4,088.15	624.48	0.11	2.03	0.54	13
JCM	3,770.93	3,834.00	4,684.42	2,874.72	558.58	0.12	2.06	0.50	13
LIB	10,159.93	6,220.32	28,628.39	5,862.88	7,776.00	1.52	3.67	5.26*	13
LIMA	106,717.10	132,675.90	164,950.20	28,565.49	57,234.39	-0.35	1.40	1.66	13
LW	7,217.50	2,844.99	13,334.26	2,328.30	5,314.44	0.18	1.06	2.10	13
Chile + Perú	36,421.06	6,161.00	199,558.60	2,130.06	53,495.15	1.55	3.92	51.19***	117

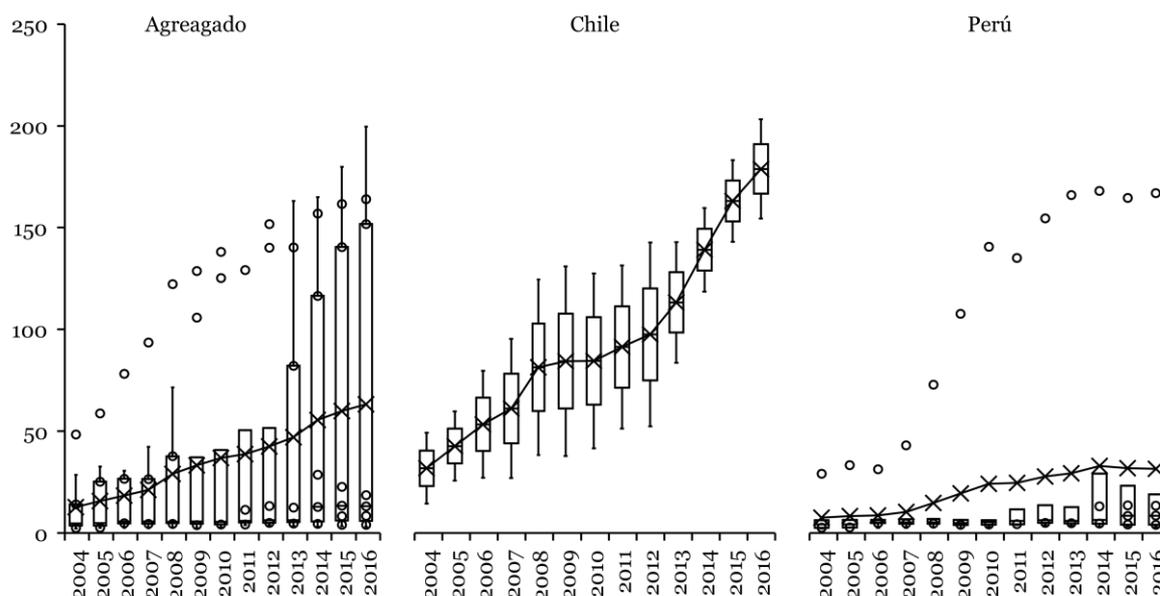
Año	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
2004	12,659.83	4,627.85	48,271.65	2,130.06	15,815.91	1.50	3.85	3.65	9
2005	15,592.53	4,814.68	58,692.39	2,547.73	19,557.38	1.35	3.52	2.83	9
2006	18,239.22	5,649.86	78,152.63	2,440.90	24,763.21	1.77	4.91	6.06**	9
2007	21,201.88	5,584.50	93,556.63	2,359.21	30,290.43	1.72	4.69	5.52*	9
2008	28,945.22	5,500.82	122,230.30	2,548.74	41,940.61	1.45	3.68	3.31	9
2009	33,206.37	5,654.18	128,668.00	2,328.30	49,157.88	1.24	2.77	2.32	9
2010	36,873.42	5,403.70	137,996.80	2,844.99	55,077.40	1.21	2.63	2.24	9
2011	38,706.74	5,862.88	132,675.90	3,834.00	54,279.20	1.12	2.46	2.01	9
2012	42,520.40	6,208.84	151,712.40	3,878.71	60,565.57	1.16	2.54	2.10	9
2013	47,032.63	6,265.43	163,055.30	3,456.43	64,606.72	0.99	2.22	1.68	9
2014	55,455.20	12,802.29	164,950.20	3,052.48	69,627.35	0.77	1.76	1.47	9
2015	59,935.96	13,334.26	179,864.40	3,251.16	76,385.47	0.74	1.64	1.51	9
2016	63,104.31	13,079.18	199,558.60	2,874.72	82,559.66	0.77	1.72	1.51	9
Total	36,421.06	6,161.00	199,558.60	2,130.06	53,495.15	1.55	3.92	51.19***	117

Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 8

Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: K Real (en millones de USD)





Fuente y Elaboración: Propia

Respecto a la variable K Real podemos notar que las regiones chilenas poseen un mayor nivel de inversión en capital real que las regiones peruanas a excepción de la región peruana de Lima, la cual presenta valores similares al conglomerado chileno, generando así un sesgo dentro de la agrupación peruana. Las regiones remanentes presentan valores que revierten a los 6,000 miles de USD aproximadamente, lo cual evidencia la amplia brecha que existe entre los conglomerados analizados referente a la variable en descripción. Respecto al análisis temporal se puede apreciar con mayor claridad, en los gráficos provistos, las diferencias previamente discutidas.

Tabla 13

Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Carga (en TM's)

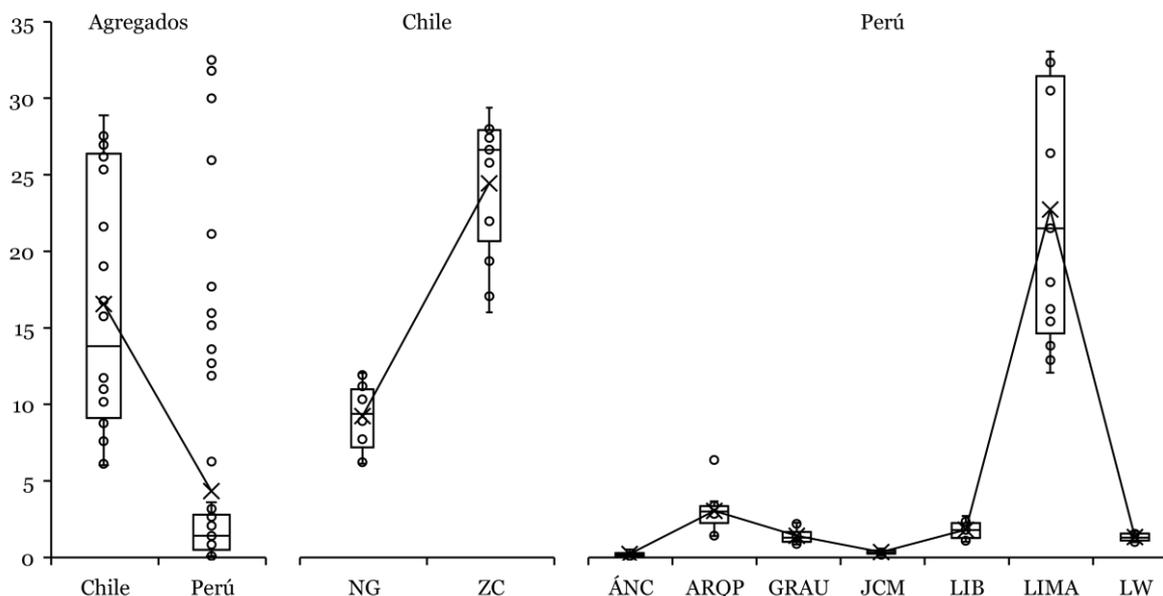
País / Macro Región	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
Chile	16,549,698	13,796,222	28,877,971	6,025,017	8,363,408	0.24	1.42	2.96	13
NG	9,068,944	9,226,246	11,845,671	6,025,017	2,080,444	-0.19	1.65	1.08	13
ZC	24,030,452	26,189,346	28,877,971	15,746,772	4,488,150	-0.75	2.08	1.68	13
Perú	4,334,982	1,401,268	32,499,031	68,690	8,050,206	2.52	8.19	198.27***	91
ÁNC	217,897	170,163	573,530	68,690	156,945	1.25	3.49	3.53	13
ARQP	2,977,518	2,943,992	6,252,844	1,358,584	1,240,712	1.12	5.02	4.95*	13
GRAU	1,377,636	1,268,083	2,236,432	837,915	452,797	0.67	2.39	1.17	13
JCM	342,102	301,509	568,725	139,230	130,011	0.10	1.93	0.64	13
LIB	1,768,378	1,762,366	2,654,169	990,009	560,399	0.08	1.63	1.03	13
LIMA	22,353,871	21,141,893	32,499,031	11,866,955	8,244,737	0.05	1.30	1.57	13
LW	1,307,474	1,265,988	1,688,077	969,032	243,560	0.10	1.71	0.92	13
Chile + Perú	7,049,363	1,737,471	32,499,031	68,690	9,558,499	1.43	3.65	41.76***	117

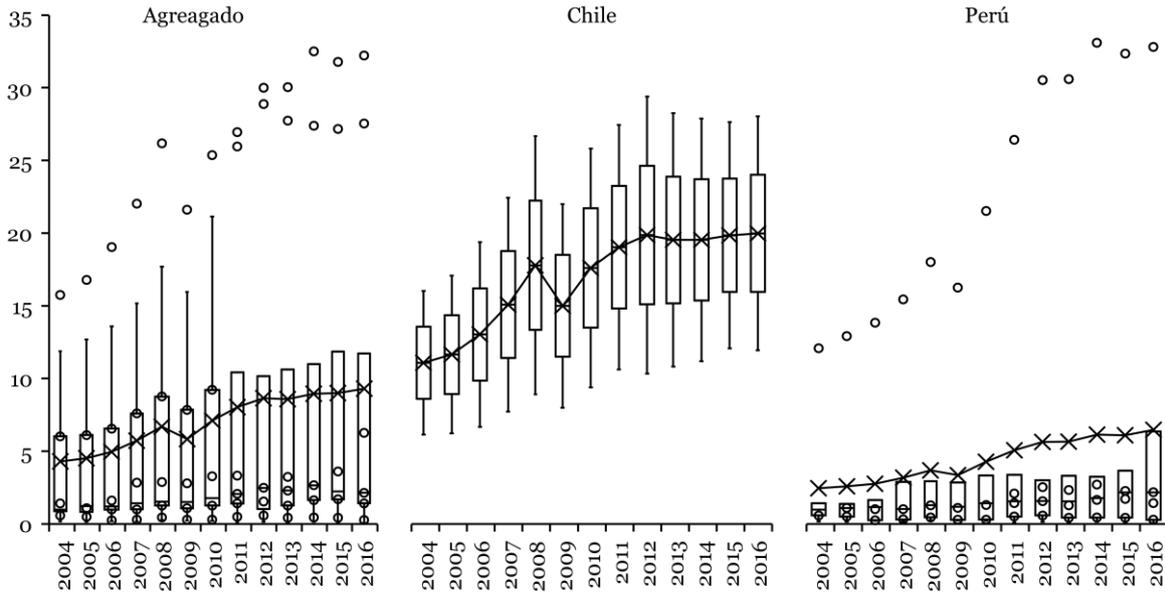
Año	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
2004	4,290,797	990,009	15,746,772	176,111	5,748,747	1.18	2.76	2.10	9
2005	4,523,423	1,229,045	16,773,304	139,230	6,134,016	1.19	2.79	2.15	9
2006	4,953,562	1,204,217	19,032,708	201,219	6,852,716	1.24	2.98	2.32	9
2007	5,724,357	1,415,593	22,035,215	170,163	7,829,835	1.25	3.07	2.36	9
2008	6,699,325	1,542,219	26,189,346	261,348	9,258,141	1.29	3.15	2.50	9
2009	5,832,240	1,517,494	21,604,340	240,048	7,823,337	1.19	2.84	2.14	9
2010	7,104,160	1,762,366	25,357,443	211,121	9,607,602	1.14	2.60	2.01	9
2011	8,025,342	2,062,505	26,957,849	86,311	10,893,270	1.10	2.44	1.94	9
2012	8,639,147	2,481,684	29,991,194	155,958	12,163,364	1.15	2.53	2.08	9
2013	8,584,573	2,294,544	30,053,149	92,791	11,950,279	1.14	2.51	2.03	9
2014	8,963,823	2,654,169	32,499,031	152,935	12,384,221	1.17	2.64	2.11	9
2015	8,994,497	2,236,432	31,783,682	77,639	12,172,918	1.13	2.55	1.98	9
2016	9,306,480	2,146,756	32,217,279	68,690	12,268,562	1.10	2.54	1.89	9
Total	7,049,363	1,737,471	32,499,031	68,690	9,558,499	1.43	3.65	41.76***	117

Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 9

Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Carga (en millones de TM's)





Fuente y Elaboración: Propia

Respecto a la variable Carga podemos notar que exhibe un comportamiento similar a la variable previamente descrita (K Real). Se presenta el conglomerado de macro regiones chilenas con la macro región peruana de Lima, con las mayores cifras para movimiento de carga portuaria. Asimismo, como en el caso de K Real, las regiones remanentes presentan valores inferiores que en promedio revienten alrededor de los 1.3 millones de TM's aproximadamente, ello evidencia la brecha que existe entre los conglomerados analizados referente a la variable en descripción. Cabe resaltar que la variable K Real y la variable Carga presentan un coeficiente de correlación de +0.7729, lo cual da mayor sustento al argumento.

Tabla 14

Estadísticas Descriptivas por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Población (en personas)

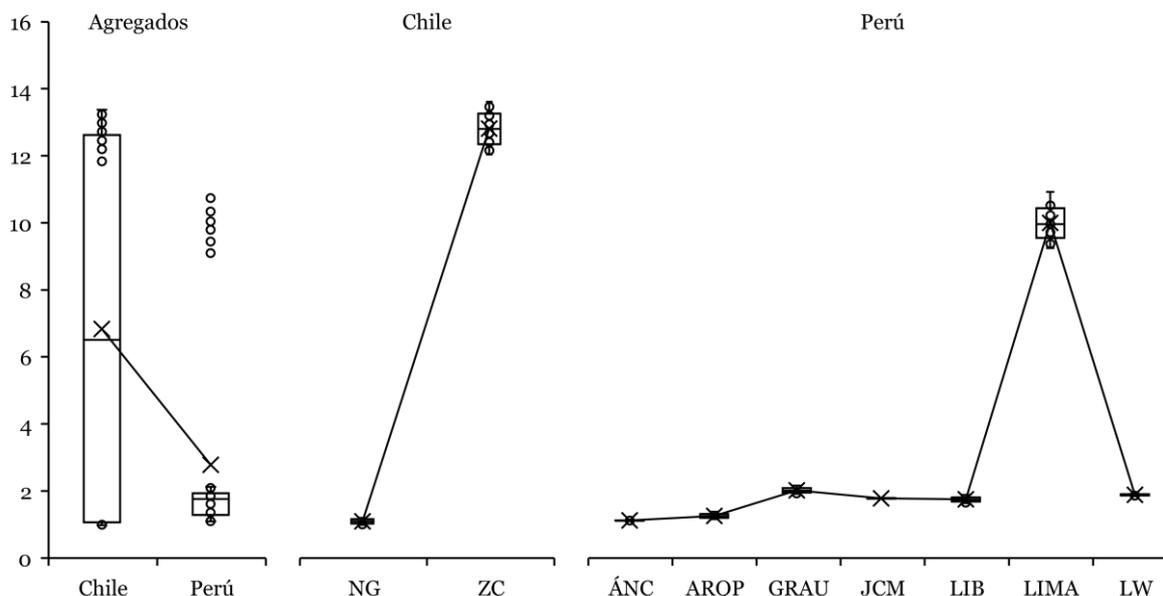
País / Macro Región	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
Chile	6,834,231	6,509,394	13,379,926	974,275	5,884,129	0.01	1.01	4.27	13
NG	1,074,647	1,071,711	1,182,427	974,275	68,169	0.09	1.77	0.84	13
ZC	12,593,815	12,589,378	13,379,926	11,836,360	502,138	0.03	1.77	0.82	13
Perú	2,782,726	1,757,974	10,737,504	1,094,009	2,916,524	2.01	5.17	79.24***	91
ÁNC	1,102,444	1,098,254	1,126,698	1,094,009	9,713	1.43	4.04	5.04*	13
ARQP	1,233,764	1,224,189	1,357,444	1,143,422	67,956	0.38	2.00	0.86	13
GRAU	1,986,349	1,976,505	2,126,487	1,882,834	75,869	0.38	2.06	0.79	13
JCM	1,749,865	1,750,942	1,759,161	1,738,652	7,171	-0.22	1.64	1.11	13
LIB	1,718,625	1,711,902	1,855,780	1,608,330	76,854	0.27	2.00	0.70	13
LIMA	9,833,437	9,791,872	10,737,504	9,094,580	512,906	0.25	1.97	0.71	13
LW	1,854,600	1,853,909	1,904,712	1,812,434	24,691	0.29	2.77	0.21	13
Chile + Perú	3,683,061	1,757,974	13,379,926	974,275	4,113,755	1.42	3.19	39.23***	117

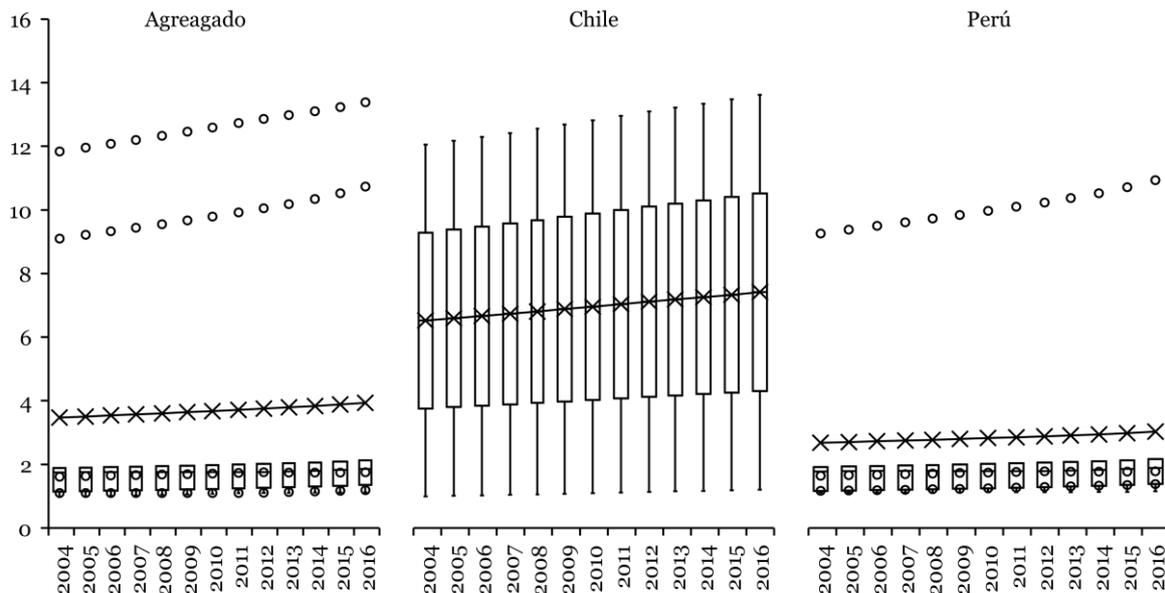
Año	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Est.	Asim.	Curt.	JB – Stat	Nº Obs.
2004	3,465,603	1,744,183	11,836,360	974,275	4,040,878	1.41	3.19	3.01	9
2005	3,501,138	1,753,073	11,954,100	989,312	4,087,192	1.41	3.18	3.00	9
2006	3,535,825	1,757,975	12,073,566	1,004,624	4,133,859	1.41	3.17	2.99	9
2007	3,569,399	1,759,161	12,197,237	1,020,579	4,181,118	1.41	3.17	2.99	9
2008	3,603,299	1,757,974	12,327,158	1,037,552	4,230,011	1.41	3.16	2.99	9
2009	3,638,050	1,755,772	12,458,465	1,054,608	4,279,894	1.41	3.16	2.99	9
2010	3,674,625	1,753,901	12,589,378	1,071,711	4,330,864	1.41	3.15	2.98	9
2011	3,712,458	1,750,942	12,725,345	1,090,139	4,383,530	1.41	3.15	2.98	9
2012	3,750,043	1,749,812	12,861,116	1,102,118	4,436,280	1.41	3.14	2.97	9
2013	3,787,338	1,770,194	12,979,191	1,104,932	4,485,738	1.40	3.13	2.96	9
2014	3,787,338	1,770,194	12,979,191	1,104,932	4,485,738	1.40	3.13	2.96	9
2015	3,877,372	1,821,292	13,234,932	1,116,151	4,597,571	1.39	3.09	2.92	9
2016	3,935,544	1,855,780	13,379,926	1,126,698	4,664,796	1.39	3.07	2.89	9
Total	3,683,061	1,757,974	13,379,926	974,275	4,113,755	1.42	3.19	39.23***	117

Fuente y Elaboración: Propia

Gráfico 10

Diagrama de Caja por Macro Regiones, Agregados y Horizonte Temporal: Población (en millones de personas)





Fuente y Elaboración: Propia

Respecto a la variable Población podemos notar que las regiones metropolitanas presentan la mayor concentración de población para ambos países. En este contexto se explica mejor los valores obtenidos para la macro región chilena de NG en lo que respecta al PBI per cápita, dado que se observa que el nivel poblacional de dicha macro región se asemeja a las macro regiones del conglomerado peruano, en su límite inferior. En el horizonte temporal se observa una tendencia al alza, propio de la naturaleza del crecimiento poblacional.

4.3. Tratamiento Estadístico

La elaboración de este trabajo de investigación se hizo a través del uso de los siguientes softwares: Excel y Power Query, para el procesamiento y extracción de datos estadísticos respectivamente, y por otro lado: EViews 10 y R Studio, como herramienta de análisis estadístico/econométrico; siendo estos últimos donde se efectuaron las pruebas estadísticas y modelos econométricos.

Capítulo V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Discusión

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal identificar la relación causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016. Con dicho fin, se utilizó el stock nominal total de activos fijos netos de las empresas/concesionarias portuarias, los registros históricos de movimiento de carga portuaria (general/fraccionada, graneles líquidos/sólidos y carga contenedorizada) y el PBI per cápita regional correspondiente a las zonas geográficas bajo análisis. Se recopilieron cifras estadísticas de una muestra de 9 macro regiones de Chile y Perú para el horizonte temporal previamente mencionado con el fin de aplicar un análisis de cointegración para datos de panel mediante un MCE; posteriormente se procedió a aplicar pruebas de CG con el fin de determinar las relaciones causales entre las variables para el corto y largo plazo.

La evidencia empírica analizada en el apartado 2.1 demuestra que en términos generales y en la mayoría de los casos existe una causalidad bidireccional en el corto plazo entre la variable crecimiento económico e inversión en infraestructura portuaria, y unidireccional desde el movimiento de carga portuario (en los estudios que emplean dicha variable como *proxy* de la infraestructura o performance portuaria) hacia el crecimiento económico. Asimismo, se evidencia una relación de largo plazo entre las variables explicativas hacia el desarrollo económico, consistente con los resultados producidos por el presente estudio.

Como parte de los resultados obtenidos, se estima que ante un incremento en un millón de USD en inversión en capital real en infraestructura portuaria se genera un aumento en el PBI per cápita regional de 106.62 USD aproximadamente y ante un incremento en 10% en el movimiento de carga portuaria se genera un aumento en el PBI per cápita regional de 3.70% aproximadamente, resultados consistentes con la literatura revisada.

Por otro lado, se observa que una innovación de una desviación estándar de Cholesky en la inversión en infraestructura en capital real genera un impacto positivo en el crecimiento económico a partir del tercer año, periodo desde el que exhibe una tendencia creciente. Dicho comportamiento es propio de la infraestructura portuaria, la cual genera rendimientos en el largo plazo, ocasionando así un efecto retroalimentador en las economías regionales propias del área de influencia de los terminales portuarios.

De la misma forma, una innovación de una desviación estándar de Cholesky en la inversión en capital real genera un impacto positivo en el movimiento de carga portuaria a partir del segundo año, periodo desde el cual exhibe un crecimiento convergente hacia un nuevo estado estacionario superior al inicial. Ello también resulta consistente con la naturaleza de las implementaciones en infraestructura, maquinaria y equipamiento portuario ya que existe un periodo de rezago en el que se implementan dichos requerimientos de capital, para de esta manera, ampliar la capacidad de movimiento de carga de los terminales portuarios permanentemente en periodos posteriores.

Para efectos de la discusión sobre las funciones de impulso respuesta se debe hacer mención del orden de Cholesky (PBI PC, Ln(Carga), K Real; de menor a mayor exogeneidad), el cual fue determinado a través de la descomposición de la varianza usando factores de Cholesky ajustados por grados de libertad. El orden propuesto implica que ante una mayor inversión en capital real se incrementa la capacidad de movimiento de carga de los terminales portuarios, incrementando así el crecimiento económico en el largo plazo; identificándose así el mecanismo de transmisión entre las variables. Dicha dinámica resulta consistente con los hallazgos del estudio dado que los periodos de impacto ante impulsos en la inversión en infraestructura ocasionan efectos en el nivel de movimiento de carga portuaria, lo cual impacta posteriormente (en términos temporales) en el crecimiento económico regional. De igual forma, dichas interrelaciones se presentan en la literatura empírica revisada relacionada al ámbito portuario en lo que respecta a la relación entre inversión en infraestructura, performance y crecimiento económico del *hinterland* portuario.

5.2. Conclusiones y Recomendaciones

Conforme a los resultados hallados en el presente documento se puede concluir que a partir de la metodología planteada se presenta evidencia empírica de la existencia de una relación de largo plazo entre las variables independientes y el crecimiento económico, y por otro lado, causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y la inversión en capital real en infraestructura portuaria y unidireccional desde el nivel de movimiento de carga portuaria hacia el crecimiento económico en el corto plazo.

La inversión en infraestructura portuaria puede tener un impacto positivo en el PBI per cápita de un país al mejorar la eficiencia del transporte, aumentar el comercio y atraer inversión extranjera. Por ejemplo, mejores instalaciones portuarias podrían conducir a menores tiempos de maniobras operativas, reducción de costes de transporte y una mayor competitividad en el mercado global. La mejora de la infraestructura también puede generar mayor oportunidades de empleo y salarios más altos, esto se traduce en un mayor PBI per cápita ya que la población se vuelve más productiva debido a un mejor acceso a los recursos y a los mercados.

Habiendo establecido evidencia de la direccionalidad causal es posible enfocar los esfuerzos del estado estratégicamente con el fin de garantizar mejoras en el crecimiento económico regional. Maparu & Mazumder (2017) proponen dos escenarios con respecto a la identificación de la dirección causal, de existir una causalidad desde la infraestructura del transporte hacia el crecimiento económico se debe dar prioridad a la asignación de recursos al desarrollo de infraestructuras del transporte, caso contrario se deberían enfocar los esfuerzos y priorizar la creación de empleos y el incremento de la productividad en los sectores secundarios y terciarios. Ante ello, una de las principales recomendaciones, teniendo en consideración el contexto histórico en el que se desarrollaron las inversiones portuarias en Chile y Perú, consiste en la promoción de la inversión privada a través de esquemas de concesión en modalidad de APP y la agilización del proceso de promoción de la

inversión en el sector portuario, esto con mayor énfasis en el caso peruano. Pese a que el proceso de modernización fue implementado casi en simultáneo, Chile efectuó sus reformas con mayor éxito y agilidad logrando así posicionarse por encima de Perú en términos de eficiencia en operaciones portuarias (Chang & Tovar, 2014), obteniendo de esta forma los beneficios que conllevan dichas inversiones de forma más temprana. El estado peruano, por su parte, debería evitar mayores demoras en el otorgamiento de concesiones portuarias y en los procedimientos administrativos propios del proceso, y de esta forma agilizar las inversiones dentro del sector con el fin de proveer mayor competitividad a los terminales portuarios nacionales.

Capítulo VI: Fuentes de Información

- Acciaro, M. (2008). The role of ports in the development of mediterranean islands: the case of Sardinia. *Revista Internazionale di Economia dei Trasporti*, 35(3), 295-323. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/254804231_The_Role_of_Ports_in_the_Development_of_Mediterranean_Islands
- Akaike, H. (1974). A new look a the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723. Obtenido de <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Alam, K., Baig, S., Li, X., Ghanem, O., & Hanif, S. (2021). Causality between transportation infrastructure and economic development in Pakistan: an ARDL analysis. *Research in Transportation Economics*, 88. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100974>
- Aschauer, D. (1989). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics* 23 (2), 177-200. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- BCRP. (2021). *Sala Educativa de Economía*. Obtenido de Glosario de Términos Económicos del Sector Real: <https://www.bcrp.gob.pe/se-de-economia/see-sector-real/glosario-sector-real.html>
- Berechman, J., Ozmen-Ertekin, D., & Ozbay, K. (2006). Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county and municipality levels. *Transportation* 33, págs. 537-551. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11116-006-7472-6>
- BID. (2000). *Un nuevo impulso para la integración de la infraestructura regional en América del Sur*. Obtenido de

<https://publications.iadb.org/es/publicacion/14942/un-nuevo-impulso-la-integracion-de-la-infraestructura-regional-en-america-del-sur>

Breitung, J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. *Advances in Econometrics*, 15, 161-178. Obtenido de [http://dx.doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15006-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15006-6)

Britannica, T. Editors of Encyclopedia. (20 de Julio de 1998). *hinterland*. *Encyclopedia Britannica*. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/hinterland>

Chang, V., & Flores, A. (2020). Relación entre la demanda de transporte y el crecimiento económico: análisis dinámico mediante el uso del modelo ARDL. *Cuadernos de Economía - Spanish Journal of Economics and Finance*, 43(122), 145-163. Obtenido de <https://EconPapers.repec.org/RePEc:cud:journl:v:43:y:2020:i:122:p:145-163>

Chang, V., & Tovar, B. (2014). Drivers explaining the inefficiency of peruvian and chilean ports terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 67, 190-203. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.04.011>

Dickey, D., & Fuller, W. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/2286348>

Engle, R., & Granger, C. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/1913236>

Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/1912791>

- Granger, C., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
- Im, K., Pesaran, M., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jouili, T. (2016). The role of seaports in the process of economic growth. *Developing Country Studies*, 6(2), 64-69. Obtenido de <https://iiste.org/Journals/index.php/DCS/article/view/28621>
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration, in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1-44. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)
- Levin, A., Lin, C.-F., & Chu James, C.-S. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- López Díaz, J. (2015a). Crecimiento Económico: Modelos de Crecimiento Endógeno. Modelo con Externalidades del Capital (Romer,1986). Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/14731>
- López Díaz, J. (2015b). Crecimiento Económico: Modelos de Crecimiento Endógeno. Modelo AK (Rebelo, 1990). Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/14728>
- Maddala, G., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 108(1), 1-24. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>

- Maparu, T., & Mazumder, T. (2017). Transport infrastructure, economic development and urbanization in India (1990 - 2011): is there any causal relationship? *Transportation Research Part A*, 100, 319-336. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.033>
- Mohmand, Y., Wang, A., & Saeed, A. (2016). The impact of transportation infrastructure on economic growth: empirical evidence from Pakistan. *Transportation Letters*, 9(2). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1080/19427867.2016.1165463>
- Molina, P. (2019). *Impacto de la infraestructura portuaria en el crecimiento económico de: Huari, Lima, La Libertad, Chavín y Grau del 2004 al 2016*. Lima: [Tesis para optar por el título profesional de economista, Universidad Ricardo Palma]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2434>
- OECD. (2023). *OECD Data*. Obtenido de Purchasing Power Parities: <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm#indicator-chart>
- Oxford University Press. (2013). *Real Capital*. Obtenido de In a Dictionary of Economics: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199696321.001.0001/acref-9780199696321-e-1025>
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.14>
- Perrotti, D., & Sánchez, R. (2011). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. *CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 153, 85.
- Phillips, P., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/2336182>

- Rebelo, S. (1991). Long-run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500-521. Obtenido de <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/261764>
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-37. Obtenido de <https://doi.org/10.1086/261420>
- Rozas, P. (2010). América Latina: problemas y desafíos del financiamiento de la infraestructura. (N. Unidas, Ed.) *Revista CEPAL*, 101, pág. 60. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11362/11406>
- Rozas, P., & Sánchez, R. (2004). Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. *CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 75, 40.
- Sahoo, P., & Dash, R. (2009). Infrastructure development and economic growth in India. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 14(4), 351-365. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/13547860903169340>
- Sala-i-Martin, X., & Méndez, A. (1994). En X. Sala-i-Martin, & A. Méndez, *Apuntes de Crecimiento Económico* (págs. 51-61). Antoni Bosch.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461-464. Obtenido de <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Song, L., & Mi, J. (2016). Port infrastructure and regional economic growth in China: a Granger causality analysis. *Maritime Policy & Management*, 43(4), 456-468. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1134831>
- TISUR. (2016). *Reporte de sostenibilidad 2015 - 2016*. Arequipa: TISUR.

UNCTAD. (2018). *Informe sobre el transporte marítimo 2018*. New York: Naciones Unidas.

University of Minnesota Libraries Publishing. (2016). En *Principles of Macroeconomics* (pág. 150 & 164). Minnesota. Obtenido de <https://doi.org/10.24926/8668.1701>

University of Virginia Library. (2022). *Research Data Services + Sciences*. Obtenido de Interpreting log transformations in a linear model: <https://data.library.virginia.edu/interpreting-log-transformations-in-a-linear-model/>

US BLS. (5 de Abril de 2023). *Import/Export Price Indexes*. Obtenido de Questions and Answers: <https://www.bls.gov/mxp/questions-and-answers.htm>

Wang, C., Kim, Y.-S., & Kim, C. (2021). Causality between logistics infrastructure and economic development in China. *Transport Policy*, 100, 49-58. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.10.005>

Wildenboer, E. (2015). *The relation between port performance and economic development. Literature review and case study of the Hamburg - Le Havre Range*. Rotterdam: [Tesis de bachiller, Erasmus University Rotterdam]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2105/30131>

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

Capítulo VII: Anexos

Anexo 1

Tabla 15

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	MCE - CG
¿Cuál es la dirección causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016?	Identificar la direccionalidad causal entre el crecimiento económico, la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria en el corto y largo plazo para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	Existe una causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y la inversión en capital real en infraestructura portuaria; y unidireccional desde el nivel de movimiento de carga portuaria hacia crecimiento económico en el corto plazo. En el largo plazo existe una causalidad unidireccional desde inversión en capital real en infraestructura portuaria y el nivel de movimiento de carga portuaria hacia el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	PBI PC (miles de USD): proxy del crecimiento económico regional, representa el PBI per cápita de cada región expresado en términos reales en formato de ratio entre el PBI de PPA y la masa poblacional correspondiente a cada región bajo análisis (expresado en miles de USD).	Se utiliza un MCE con la finalidad de evaluar el impacto de largo plazo de las variables independientes (K Real & Carga) sobre la variable dependiente (PBI PC) e identificar la relación causal a largo plazo. También se emplea la prueba de CG con el propósito de identificar la direccionalidad causal de corto plazo entre las variables. Adicionalmente, se utiliza la función de impulso-respuesta para evaluar el impacto que tendría el PBI real per cápita regional ante una desviación estándar de la inversión en capital real en infraestructura portuaria y el impacto que tendría el movimiento de carga portuaria ante una desviación estándar de la inversión en capital real en infraestructura portuaria.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	VARIABLES INDEPENDIENTES	
¿Cuál es el impacto de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016?	Cuantificar el impacto de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	Existe un impacto positivo y estadísticamente significativo de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	K Real (miles de USD): proxy de inversión en capital real en infraestructura portuaria, representativo del stock nominal total de activos fijos netos (instalaciones, maquinarias y equipo) registrado en los estados financieros auditados y de las memorias anuales de las empresas o concesionarias portuarias. Es expresada en términos reales a través del ratio entre el stock en capital nominal y el índice de precios de exportaciones de bienes de capital (expresado en miles de USD).	
¿Cuál es el impacto del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016?	Cuantificar el impacto del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	Existe un impacto positivo y estadísticamente significativo del nivel de movimiento de carga portuaria en el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el horizonte temporal comprendido entre 2004 – 2016.	Carga (TM's): Registros históricos sobre el movimiento de las 3 principales cargas portuarias: general o fraccionada, graneles (líquidos y sólidos) y carga contenedorizada (expresada en TM's).	
¿Qué efecto tendría una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria sobre el crecimiento económico para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo?	Determinar el efecto sobre el crecimiento económico ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo.	Existe un efecto positivo en el crecimiento económico ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el largo plazo.		
¿Qué efecto tendría una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria sobre el nivel de movimiento de carga portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo?	Determinar el efecto sobre el nivel de movimiento de carga portuaria ante una innovación de una desviación estándar en la inversión en capital real en infraestructura portuaria para las regiones costeras del suroeste de América del Sur en el largo plazo.	Existe un efecto positivo en el nivel de movimiento de carga portuaria ante una innovación de una desviación estándar de la inversión en capital real en infraestructura portuaria en el largo plazo.		

Fuente y Elaboración: Propia

Anexo 2

Tabla 16

Base de Datos

N	ID	Year	Macro Región	PBI PC PPP Real	K Real	Carga Total (TM's)
1	1	2004	Norte Grande	19.8377	14,075	6,025,017
2	1	2005	Norte Grande	19.6617	25,181	6,118,805
3	1	2006	Norte Grande	22.8951	26,601	6,557,549
4	1	2007	Norte Grande	23.8204	26,398	7,595,028
5	1	2008	Norte Grande	34.1244	37,606	8,759,299
6	1	2009	Norte Grande	32.2070	37,079	7,847,519
7	1	2010	Norte Grande	38.9275	40,759	9,226,246
8	1	2011	Norte Grande	38.0362	50,396	10,428,205
9	1	2012	Norte Grande	36.7100	51,489	10,162,716
10	1	2013	Norte Grande	35.9078	82,122	10,616,987
11	1	2014	Norte Grande	36.7209	116,466	10,995,588
12	1	2015	Norte Grande	32.0935	140,441	11,845,671
13	1	2016	Norte Grande	31.2674	151,708	11,717,641
14	2	2004	Zona Central	10.3916	48,272	15,746,772
15	2	2005	Zona Central	10.8931	58,692	16,773,304
16	2	2006	Zona Central	12.8577	78,153	19,032,708
17	2	2007	Zona Central	13.3471	93,557	22,035,215
18	2	2008	Zona Central	13.1422	122,230	26,189,346
19	2	2009	Zona Central	12.9590	128,668	21,604,340
20	2	2010	Zona Central	13.8810	125,154	25,357,443
21	2	2011	Zona Central	15.3808	129,052	26,957,849
22	2	2012	Zona Central	16.1727	140,118	28,877,971
23	2	2013	Zona Central	16.7868	140,294	27,747,080
24	2	2014	Zona Central	16.5844	156,859	27,385,209
25	2	2015	Zona Central	16.6651	179,864	27,156,001
26	2	2016	Zona Central	17.0065	199,559	27,532,642
27	3	2004	Áncash	6.7316	4,628	573,530
28	3	2005	Áncash	7.2963	4,815	495,571
29	3	2006	Áncash	9.0193	5,042	201,219
30	3	2007	Áncash	9.3264	5,022	170,163
31	3	2008	Áncash	8.9677	5,100	261,348
32	3	2009	Áncash	8.0191	4,775	285,386
33	3	2010	Áncash	8.9507	4,264	211,121
34	3	2011	Áncash	9.5885	4,128	86,311
35	3	2012	Áncash	9.0264	4,838	155,958
36	3	2013	Áncash	9.1380	4,596	92,791
37	3	2014	Áncash	7.7613	4,439	152,935
38	3	2015	Áncash	8.0242	4,019	77,639
39	3	2016	Áncash	8.3036	3,897	68,690
40	4	2004	Arequipa	7.2309	2,130	1,401,268
41	4	2005	Arequipa	7.6483	2,548	1,358,584
42	4	2006	Arequipa	7.8429	5,650	1,613,460
43	4	2007	Arequipa	9.3909	5,584	2,831,231
44	4	2008	Arequipa	10.2266	5,501	2,883,192
45	4	2009	Arequipa	10.0772	5,654	2,794,253
46	4	2010	Arequipa	10.9749	5,404	3,279,974
47	4	2011	Arequipa	11.4935	5,828	3,320,630
48	4	2012	Arequipa	11.1106	6,209	2,943,992
49	4	2013	Arequipa	10.7190	6,265	3,243,683
50	4	2014	Arequipa	10.5970	6,312	3,181,003
51	4	2015	Arequipa	10.3421	8,207	3,603,617
52	4	2016	Arequipa	11.5684	8,336	6,252,844
53	5	2004	Graú	4.3831	4,088	868,483
54	5	2005	Graú	4.6974	4,112	837,915
55	5	2006	Graú	4.9700	4,678	988,807
56	5	2007	Graú	4.8341	4,499	1,007,669
57	5	2008	Graú	5.5665	4,897	1,265,292
58	5	2009	Graú	5.0908	4,482	1,079,588
59	5	2010	Graú	5.6121	5,256	1,268,083
60	5	2011	Graú	6.2268	5,205	1,404,633
61	5	2012	Graú	6.5535	5,011	1,537,106
62	5	2013	Graú	6.4267	5,270	1,531,037
63	5	2014	Graú	6.5157	5,587	1,737,471
64	5	2015	Graú	6.4191	6,025	2,236,432

65	5	2016	Grau	6.2903	5,921	2,146,756
66	6	2004	José Carlos Mariátegui	5.3331	3,562	176,111
67	6	2005	José Carlos Mariátegui	5.5764	3,540	139,230
68	6	2006	José Carlos Mariátegui	6.1603	4,684	246,011
69	6	2007	José Carlos Mariátegui	6.8806	4,475	301,509
70	6	2008	José Carlos Mariátegui	6.9893	4,498	438,391
71	6	2009	José Carlos Mariátegui	6.5535	3,872	240,048
72	6	2010	José Carlos Mariátegui	7.4696	4,044	287,748
73	6	2011	José Carlos Mariátegui	7.6349	3,834	496,079
74	6	2012	José Carlos Mariátegui	7.1661	3,879	568,725
75	6	2013	José Carlos Mariátegui	7.4997	3,456	415,897
76	6	2014	José Carlos Mariátegui	7.4261	3,052	435,794
77	6	2015	José Carlos Mariátegui	7.1401	3,251	425,572
78	6	2016	José Carlos Mariátegui	7.3976	2,875	276,204
79	7	2004	La Libertad	4.4284	6,161	990,009
80	7	2005	La Libertad	4.6081	6,220	1,073,642
81	7	2006	La Libertad	5.2844	6,282	1,204,217
82	7	2007	La Libertad	5.7421	6,614	1,415,593
83	7	2008	La Libertad	6.2464	6,666	1,266,719
84	7	2009	La Libertad	6.5518	6,208	1,517,494
85	7	2010	La Libertad	6.9461	6,139	1,762,366
86	7	2011	La Libertad	7.2322	5,863	2,062,505
87	7	2012	La Libertad	7.3523	6,134	2,481,684
88	7	2013	La Libertad	7.2038	5,871	2,294,544
89	7	2014	La Libertad	7.0257	28,628	2,654,169
90	7	2015	La Libertad	7.0767	22,693	2,133,782
91	7	2016	La Libertad	7.2298	18,600	2,132,190
92	8	2004	Lima	8.8828	28,565	11,866,955
93	8	2005	Lima	9.2140	32,629	12,684,709
94	8	2006	Lima	9.5415	30,622	13,595,382
95	8	2007	Lima	9.4116	42,309	15,165,064
96	8	2008	Lima	10.2910	71,461	17,688,122
97	8	2009	Lima	10.5894	105,792	15,958,480
98	8	2010	Lima	11.1306	137,997	21,141,893
99	8	2011	Lima	11.4139	132,676	25,955,382
100	8	2012	Lima	11.7390	151,712	29,991,194
101	8	2013	Lima	12.2907	163,055	30,053,149
102	8	2014	Lima	12.4979	164,950	32,499,031
103	8	2015	Lima	12.6547	161,588	31,783,682
104	8	2016	Lima	12.9330	163,964	32,217,279
105	9	2004	Los Libertadores Wari	3.7486	2,458	969,032
106	9	2005	Los Libertadores Wari	4.1744	2,597	1,229,045
107	9	2006	Los Libertadores Wari	4.4044	2,441	1,142,704
108	9	2007	Los Libertadores Wari	5.0476	2,359	997,741
109	9	2008	Los Libertadores Wari	6.0417	2,549	1,542,219
110	9	2009	Los Libertadores Wari	6.0024	2,328	1,163,052
111	9	2010	Los Libertadores Wari	6.7214	2,845	1,402,563
112	9	2011	Los Libertadores Wari	7.6814	11,379	1,516,479
113	9	2012	Los Libertadores Wari	7.3220	13,293	1,032,978
114	9	2013	Los Libertadores Wari	7.7134	12,364	1,265,988
115	9	2014	Los Libertadores Wari	7.6829	12,802	1,633,206
116	9	2015	Los Libertadores Wari	7.9124	13,334	1,688,077
117	9	2016	Los Libertadores Wari	7.9187	13,079	1,414,072

Fuente y Elaboración: Propia