

## **(06-017) - Port Investment and Regional Development in Peru What Would Be the Economic Impact of the San Juan de Marcona Terminal?**

Chang, Victor <sup>1</sup>; Mendoza, Williams <sup>2</sup>; Vega, Axel <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Ricardo Palma, <sup>2</sup> Universidad Nacional del Callao, <sup>3</sup> Universidad Nacional Federico Villarreal

The objective of this document is to quantify the potential impact of investments in the New Port Terminal of San Juan de Marcona on the economic development of the terminal's influence area. To determine potential effects, a panel data approach was employed using quarterly information from 2018 to 2021, and the impact on port terminals with similar characteristics to the new port terminal was assessed. The methodology included cointegration analysis, Granger statistical causality, and Ordinary Least Squares estimations of a pooled dataset. Results indicate that upon the completion of Stage 1 of the investments, there would be a real GDP increase ranging from 10.7% to 13.2%, an increase in life expectancy at birth between 0.6% and 1.4%, an increase in years of education between 10.7% and 13.2%, and a 2.6% increase in employment.

Keywords: Port Terminals; Investments; Economic Development; Cointegration; Granger Causality; Pooled Data

### **Inversión Portuaria y Desarrollo Regional en Perú ¿Cuál Sería el Impacto Económico del Nuevo Terminal de San Juan de Marcona?**

El objetivo de este documento es cuantificar el efecto potencial de las inversiones del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona sobre el desarrollo económico del área de influencia del terminal portuario. Para determinar los efectos potenciales se utilizó un panel de datos con información trimestral del 2018 al 2021 y se evaluó el efecto en terminales portuarios de similares características al nuevo terminal portuario. Se empleó la metodología de cointegración, causalidad estadística de Granger y estimaciones por Mínimos Cuadrados Ordinarios de un pooled de datos. Los resultados evidencian que al finalizar la Etapa 1 de las inversiones se generaría un incremento del PBI real entre 10,7% y 13,2%, incremento en la esperanza de vida al nacer entre 0,6% y 1,4%, incremento en los años de educación entre 10,7% y 13,2% e incremento del empleo en un 2,6%.

Palabras clave: Terminales portuarios; Inversiones; Desarrollo económico; Cointegración; Causalidad de Granger; Pooled de Datos

Correspondencia: Alex Flores. correo: aa.floresquispe@gmail.com

Agradecimientos: Los autores agradecen a La Agencia de Promoción de la Inversión Privada (ProInversión) por su colaboración en el desarrollo de la presente investigación, la cual tiene como finalidad contribuir a la discusión desde un punto de vista académico y no de crítica. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores, y no implican, necesariamente, una posición institucional de ProInversión. La investigación desarrollada se basa en información pública disponible, por lo cual no puede ser empleada como medio probatorio dentro de cualquier tipo de controversia.



## 1. Introducción

Las infraestructuras de transporte son esenciales para el desarrollo económico y social de cualquier país o región. Estimulan el crecimiento económico y mejoran la calidad de vida. En ese sentido, ProInversión desempeña un papel fundamental dentro del crecimiento económico del Perú, dado que se encarga de promover proyectos de acceso público de gran envergadura, contribuyendo así al cierre de brecha de infraestructura de los diversos sectores a nivel nacional.

En particular, dentro de la cartera de proyectos del sector transporte para el 2024, se destaca la Iniciativa Privada Autofinanciada del proyecto del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona (TP SJM), la cual brindará el servicio de almacenamiento de carga, y la atención de naves para el embarque y desembarque de concentrado de hierro y cobre (graneles minerales), entre otros, impulsando así el crecimiento de la industria de la zona sur peruana.

El presente documento se centra en el análisis de la evaluación del impacto económico y social que tendría la implementación del proyecto del TP SJM, la misma que se encuentra actualmente con la publicación de la declaratoria de interés para la apertura del proyecto al mercado nacional e internacional bajo el mecanismo de inversión en Asociación Público Privada (APP) en colaboración estrecha entre el sector público y privado para impulsar el crecimiento económico y fortalecer la conectividad a lo largo del país.

El área de influencia del TP SJM se encuentra conformada por los departamentos de Ica, Ayacucho, Apurímac, Cuzco y Arequipa, siendo este último la principal responsable de la captación de carga de los concentrados de hierro, zinc, cobre y molibdeno, provenientes de los principales proyectos mineros como la Pampa del Pongo, Mina Justa, Los Chancas, Antilla, entre otros. Asimismo, la infraestructura del TP SJM contempla la construcción del puente de acceso y muelles, un sistema de llegada, almacenamiento, manipuleo y transporte para graneles minerales férricos, canchas y equipos para manejo de carga fraccionada y contenedorizada, manifold para descarga de diesel, servicios básicos de abastecimiento de agua, sistema de ventilación, alumbrado, sistema de comunicaciones, entre otros.

Este informe tiene como objetivo evaluar el impacto potencial de las inversiones en el Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona (TP SJM) en el desarrollo económico y el empleo en su área de influencia. Para ello, se identificaron los proyectos mineros que se activarán durante la ejecución del TP SJM y su situación actual; asimismo, se examinaron las inversiones de los terminales portuarios similares y se realizó un diagnóstico de los posibles beneficiarios en el área de influencia del TP SJM.

El análisis del desarrollo económico se basó en datos trimestrales de 2018 a 2021 de terminales portuarios similares al TP SJM, como Matarani y Salaverry. Se utilizaron variables como el PBI real, la esperanza de vida al nacer (EVN), y los años de educación promedio (AEP) para evaluar el nivel de vida, la salud y la educación, respectivamente.

Los impactos se calcularon mediante análisis de cointegración y causalidad. Se emplearon modelos específicos para cada variable, como el Modelo de Corrección de Errores para el PBI real y modelos de datos agrupados para la EVN y los AEP. Para evaluar el empleo, se utilizó el ratio capital trabajo (K/L) y la población económicamente activa ocupada (PEAO). Los resultados indican que, al finalizar la primera etapa de las inversiones del TP SJM, se esperan impactos positivos en el área de influencia, incluyendo un aumento adicional del PBI real entre 11.7% y 16.1%, la EVN entre 0.6% y 1.4%, los AEP entre 10.7% y 13.2%, y la PEAO en 2.6%, con efectos positivos persistiendo hasta el último año de concesión.

Esta investigación proyecta escenarios sobre los impactos económicos y sociales que podrían derivarse del TP SJM, incluso en esta etapa del proceso, se refleja su contribución potencial al incremento del PBI, la mejora de la calidad de vida y el impulso al empleo en la región.

El compromiso de ProInversión y la implementación del proyecto del TP SJM bajo el marco de Asociaciones Público-Privadas (APP) refuerzan la seriedad y la planificación integral detrás de la gestión anticipada de cada proyecto de transporte, siendo estos un factor clave en la dinamización económica y el fortalecimiento de la conectividad marítima dentro del sector portuario.

El presente documento tiene la siguiente estructura, posterior a la introducción, la sección 2 presenta el análisis de la situación actual del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona en cuanto los proyectos mineros que se activarán en el área de influencia durante la ejecución del Proyecto, así como, el diagnóstico de las inversiones en el terminal y potenciales beneficiarios; posteriormente en la sección 3 se presenta la revisión de la literatura relevante. La sección 4 muestra la metodología propuesta. La sección 5 presenta la discusión de los datos empleados. La sección 6 muestra los resultados del estudio y finalmente en la sección 7 se brindan las conclusiones y principales recomendaciones.

## **2. Análisis de la situación actual**

Recientemente se adjudicó el Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona (TP SJM), cuya trascendencia se consolidó con la publicación de la declaratoria de interés el 20 de diciembre de 2023 a través del diario oficial El Peruano. Este hito marca el punto de partida para la apertura del proyecto al mercado nacional e internacional, iniciando la fase de estructuración bajo el amparo del Decreto Legislativo 1362 y sus modificatorias, el cual regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociación Público-Privada y Proyectos en Activos.

El Terminal Portuario San Juan de Marcona, de acuerdo con sus características tiene una clasificación de uso público y multipropósito, con un enfoque marítimo basado en su ubicación estratégica y de alcance nacional. Esta denominación permite que cualquier empresa tenga la capacidad de solicitar los servicios del terminal para facilitar el transporte de carga marítimo tanto de importación como de exportación.

El hinterland del proyecto TP SJM abarca significativamente las regiones de Ica, Arequipa, Ayacucho, Apurímac y Cusco, siendo las dos primeras las regiones con mayor participación en la captación de su demanda estimada, y el origen de la carga en un escenario conservador se atribuye principalmente a proyectos mineros como Pampa del Pongo que tiene en su explotación hierro, zinc, cobre y molibdeno, y la mina Marcona de Shougang que cuenta con la explotación de hierro (está, destinado exclusivamente para importación de insumos), así como de otros potenciales clientes que deseen emplear la infraestructura del TP SJM.

El principal proyecto minero, Pampa del Pongo<sup>1</sup> se ha enfocado principalmente en la explotación de hierro, con un CAPEX de US\$ 2344 millones que abarca tanto los costos de construcción, así como los relacionados con los seguros y capital de trabajo. Este proyecto, catalogado como Greenfield, opta por una explotación subterránea y proyecta una producción anual de 22.5 millones de toneladas métricas finas (TMF) de hierro. Jinzhao Mining Perú S.A., responsable de la operación de la mina, actualmente está gestionando ante el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) la aprobación de la modificación del Estudio de Impacto Ambiental detallado.

---

<sup>1</sup> De acuerdo con la Cartera de Proyectos de Inversión Minera 2023 del MINEM.

Por otra parte, la Mina Marcona de Shougang Hierro Perú S.A.A., actualmente se dedica a la explotación, procesamiento y comercialización del mineral de hierro extraído de sus depósitos en la costa sur del Perú, específicamente en el distrito de Marcona, provincia de Nasca, Región Ica. Es relevante destacar que la carga proveniente de Shougang (Mina Marcona) hacia el TP SJM se destinará exclusivamente para la importación de insumos, ya que las exportaciones se gestionarán a través de las instalaciones propias de Shougang. Asimismo, para el año 2022 Shougang experimentó un notable incremento en su producción, pasando de 11,952,307 TMF de hierro en 2021 a 12,783,081 TMF, liderando con una participación del 98.8% dentro del territorio nacional para el 2022.

En cuanto al desarrollo de las infraestructuras del TP SJM, está se encuentra compuesta por etapas, siendo la Etapa 1 la fase de inversión obligatoria con una inversión referencial de USD 271 millones (sin IGV). En esta etapa, se llevarán a cabo todas las obras civiles y se realizarán inversiones en equipamientos esenciales para garantizar el pleno funcionamiento del puerto. Esto abarca la construcción del puente de acceso, el muelle 1 y diversos sistemas necesarios para el manejo de graneles minerales férricos, carga fraccionada y contenedorizada, así como servicios esenciales como el suministro de agua, sistemas de ventilación, alumbrado y comunicaciones.

Posteriormente, las etapas de inversión obligatoria, cuyo progreso depende de la demanda, cuentan con una inversión total de USD 133 millones (sin IGV). Estas siendo las Etapas 2, 3 y 4 que se gatillarán en función del cumplimiento de ciertos umbrales de demanda. La inversión total referencial del proyecto del TP SJM, se estima en USD 404 millones (sin IGV). Este monto abarca las inversiones correspondientes a las cuatro etapas de desarrollo de la infraestructura del proyecto.

### **3. Revisión de Literatura**

En esta sección se describen los principales trabajos de investigación que analizan los efectos de la inversión en infraestructura portuaria, actividad portuaria, exportaciones netas (apertura comercial) sobre variables de resultado económico; principalmente, sobre aquellas variables que miden el crecimiento económico de un país o un conjunto de regiones como el PBI, variables que miden la salud y educación, como esperanza de vida y años de educación. Estos estudios analizan estos efectos considerando diferentes unidades de análisis, estructura de datos, variables y metodología lo cual les permite obtener diversos resultados. A continuación, se presenta un resumen con los principales estudios encontrados priorizando aquellos que hayan sido publicados de manera posterior al 2012.

Respecto a la unidad de análisis utilizada los estudios de Ayesu et al. (2022), Bottasso et al. (2014), Mehmood et al. (2023), Novignon et al. (2018), Cabote y Hiwatari (2014) realizan la estimación de los efectos de la eficiencia y volumen de carga portuaria a nivel de país. Así, el estudio de Mehmood et al. (2023) hace un análisis para los países de la OCDE, Bottasso et al. (2014) para un conjunto de países de Europa, Ayesu et al. (2022), Novignon et al. (2018) y Cabote y Hiwatari (2014) para países de África.

Por otra parte, los estudios realizados a nivel departamental, regional, provincial, distrital, de ciudades, Áreas Urbanas Funcionales y provincias costeras han sido desarrollados por Hidalgo-Gallego y Núñez-Sánchez (2023), Shan et al. (2014), Zhou et al. (2023). De manera similar, Aguirre (2012) realiza un análisis tomando como unidad de análisis puertos en concesión Cong et al. (2020), Song y Geenhuizen (2014), Wu et al. (2022), Bottasso et al. (2013), Park y Seo (2016) donde la mayoría son asiáticos.

Respecto de la variable dependiente o variable de resultado económico los estudios de Song y Geenhuizen (2014), Shan et al. (2014), Bottasso et al. (2014), Wu et al. (2022), Park y Seo (2016), Mehmood et al. (2023) y Cong et al. (2020) utilizan al PBI o PBI per cápita. Por otra

parte, los estudios desarrollados por Cabote y Hiwatari (2014), Ayesu et al. (2022), Novignon et al. (2018) analizan como la eficiencia portuaria y la apertura comercial afecta a la salud de la región, por tanto, utilizan como variable dependiente una medida de bienestar, un índice calculado a partir de la esperanza de vida al nacer y la tasa de mortalidad, y también de manera independiente a cada una de las variables que componen al índice.

En cuanto a la metodología empleada, se ha observado una variedad de enfoques en los estudios revisados. Bottasso et al. (2013), Ayesu et al. (2022), Novignon et al. (2018) han optado por utilizar la regresión de panel, implementando la técnica del Método Generalizado de Momentos. En cambio, Song y Geenhuizen (2014), Shan et al. (2014), Park y Seo (2016) y Hidalgo-Gallego y Núñez-Sánchez (2023) han llevado a cabo sus estimaciones mediante una regresión de panel utilizando la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), también conocida en el ámbito de datos panel como "pooling". Este espectro de metodologías evidencia la diversidad de enfoques analíticos aplicados en la investigación, ofreciendo así una panorámica integral de la relación entre la infraestructura portuaria y las variables económicas estudiadas.

Por otra parte, Bottasso et al. (2014) y Wu et al. (2022) han adoptado enfoques analíticos más complejos, haciendo uso de modelos de panel dinámicos y técnicas de econometría espacial, incluido el "Modelo de Durbin Espacial". En un sentido similar, Cong et al. (2020) y Mehmood et al. (2023) han empleado métodos de cointegración para abordar la presencia de quiebres estructurales. Estos estudios han aplicado específicamente el enfoque "AutoRegressive Distributed Lags (ARDL)" y la prueba de "Dumitrescu and Hurlin Granger non-Causality" para evaluar los efectos a largo plazo. Este nivel de sofisticación en la metodología resalta la atención meticulosa prestada a la dinámica temporal y las relaciones causales en el análisis de la infraestructura portuaria en estos estudios.

Cabe señalar que, dentro de los estudios que emplean series de tiempo para analizar relaciones de causalidad estadística en el sentido de Granger para infraestructuras portuarias de Perú se tiene los desarrollados por Chang y Castro (2018) quienes encuentran que existe una causalidad bidireccional en el corto plazo de la inversión en infraestructura portuaria hacia el crecimiento económico y una relación en el largo plazo de la infraestructura portuaria hacia el crecimiento económico. Por su parte, empleando datos de carga portuaria movilizadas, Flores y Chang (2020) encontraron que es el crecimiento económico el que impulsa la demanda de transporte.

En resumen, a partir de la revisión exhaustiva realizada en esta sección, se destaca que la evaluación del impacto y la relación entre la infraestructura portuaria, el crecimiento económico, la salud y la educación ha sido objeto de investigación a través de una variedad de metodologías de estimación, variables y en diversas regiones o países. Los resultados obtenidos hasta ahora revelan efectos positivos y estadísticamente significativos. En contraste con las investigaciones previas llevadas a cabo por otros autores, el presente trabajo de investigación aporta nueva evidencia sobre este fenómeno al incorporar en el análisis el impacto de la concesión de la infraestructura portuaria, considerando el inicio de los años de operación de puertos con características similares a las del futuro terminal portuario San Juan De Marcona. Este enfoque innovador contribuye a enriquecer el entendimiento de la relación entre la infraestructura portuaria y variables socioeconómicas clave.

## **4. Metodología**

### **4.1. Análisis de cointegración y causalidad**

La exploración de relaciones causales entre variables es fundamental en la investigación empírica. La prueba de causalidad estadística propuesta por Granger (1969) se ha utilizado ampliamente con este fin. Esta prueba permite determinar si existe una relación causal de

$X \rightarrow^{Granger} Y$ , y/o  $Y \rightarrow^{Granger} X$ . En el contexto de análisis de datos de panel para estudiar la causalidad estadística y las relaciones a largo plazo, es crucial seleccionar cuidadosamente las variables que ayuden a identificar el modelo a ser estimado. Un primer paso es analizar la estacionariedad de las series mediante pruebas de raíz unitaria.

El proceso metodológico se inicia con la selección apropiada de variables, seguido por pruebas de estacionariedad, incluyendo análisis gráfico, correlogramas y pruebas de raíz unitaria. Estas pruebas, basadas en la literatura de Levin et al. (2002), Maddala y Wu (1999), Choi (2001), Im et al. (2003), Breitung (2000), y Hadri (2000), son esenciales para determinar la naturaleza estacionaria en datos de panel.

Las pruebas de cointegración en un contexto de datos de panel son las propuestas por Kao (1999), Pedroni (1999), y Johansen y Fisher (Maddala y Wu, 1999). En caso de que las variables no cointegren, se puede realizar la estimación de un modelo VAR con sus variables en diferencias; por el contrario, en caso de que las variables cointegren se estima un modelo VEC.

En este documento, se examinan variables como la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario (LNINVA) de los terminales portuarios con características similares al TP SJM tales como el Terminal Portuario de Matarani y el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, así como el PBI real (LNPBIR) de los departamentos del área de influencia de los respectivos terminales portuarios.

#### 4.2. MCO con variable dicótoma de efectos fijos

El modelo de MCO con variable dicótoma en un contexto de panel de datos considera la heterogeneidad entre los individuos debido a que permite que cada uno de ellos tenga un valor del intercepto, tal como se observa en la ecuación (1).

$$LNEVN_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 LNINVA_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Donde  $LNEVN_{it}$  es el logaritmo natural de la esperanza de vida al nacer del área de influencia del terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$  y  $LNINVA_{it}$  es el logaritmo natural de la inversión reconocida acumulada en el terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$ .

De la ecuación (1) se puede notar que, se introduce el subíndice  $i$  en el término del intercepto para indicar que los interceptos pertenecientes a los terminales portuarios pueden ser diferentes, lo cual indicaría que el efecto sobre la variable dependiente es diferente entre las áreas de influencias de los terminales portuarios. En ese sentido, la ecuación (1) quedaría modificada de la siguiente manera:

$$LNEVN_{it} = \alpha_1 TP1 + \alpha_2 TP2 + \beta_1 LNINVA_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Donde  $LNEVN_{it}$  es el logaritmo natural de la esperanza de vida al nacer del área de influencia del terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$ ,  $LNINVA_{it}$  es el logaritmo natural de la inversión reconocida acumulada en el terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$ ,  $TP1$  es Variable dicótoma que representa al terminal portuario 1 y  $TP2$ : Variable dicótoma que representa al terminal portuario 2.

Cabe precisar que, en la ecuación (2) no se incluye el término constante debido a que se está incluyendo una variable dicótoma para cada terminal portuario, porque de incluir el término constante se estaría cayendo en la trampa de la variable dicótoma.

### 4.3. MCO de datos agrupados

A diferencia del modelo analizado anteriormente, en este no se distingue la heterogeneidad entre los individuos, por lo que se asume que el efecto sobre la variable dependiente es similar entre las áreas de influencias de los terminales portuarios.

$$LNAEP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNINVA_{it} + u_{it} \quad (3)$$

Donde  $LNEVN_{it}$  es el logaritmo natural de los años de educación promedio en el área de influencia del terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$  y  $LNINVA_{it}$  es el logaritmo natural de la inversión reconocida acumulada en el terminal portuario  $i$  en el periodo  $t$ .

Cabe señalar que, la finalidad de los modelos planteados anteriormente es obtener los valores de las elasticidades de la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario sobre las variables de desarrollo económico propuestas, y a partir de los datos de las inversiones del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona estimar el impacto económico potencial sobre el desarrollo económico del área de influencia del terminal. Para el caso del impacto sobre la generación del empleo directo que se generaría con la implementación del proyecto, se utilizó información secundaria del estudio de Aparco y Chang (2018) de donde se obtuvo el ratio capital trabajo (K/L) de un terminal portuario que moviliza minerales.

## 5. Datos

Con la finalidad de realizar las estimaciones que se plantearon en la sección de metodología, para realizar el análisis entre la inversión y el desarrollo económico, fue necesario contar con información sobre variables que asocien estos conceptos. Para el caso de las variables asociadas a la inversión, se recolectó información de las inversiones reconocidas de los terminales portuarios de Matarani y Salaverry para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2018 y cuarto trimestre de 2021 obtenida de los reportes de inversiones valorizadas en los contratos de concesión del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN); así como, la información de las inversiones a ejecutarse por etapas del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona durante todo el horizonte del proyecto de la obtenida de la "Declaratoria de Interés de la Iniciativa Privada Autofinanciada denominada Nuevo Terminal Portuario De San Juan De Marcona".

Por su parte, para el caso de las variables asociadas al desarrollo económico, como variable de nivel de vida se utilizó el PBI real en millones de soles 2007, como variable de salud se utilizó la esperanza de vida al nacer en años (EVN) y como variable de educación, los años de educación promedio (AEP); por su parte, como variable de nivel de empleo, se utilizó el número de personas que componen la población económicamente activa ocupada (PEAO). Los datos se obtuvieron a nivel de los departamentos del área de influencia de los terminales portuarios analizados para el periodo comprendido entre el cuarto trimestre de 2018 y cuarto trimestre de 2021, siendo la fuente de información el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI).

## 6. Resultados

Este documento estima el impacto de las inversiones en el Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona sobre el desarrollo económico y el nivel de empleo en su área de influencia. Siguiendo la metodología descrita anteriormente, inicialmente se calcularán las elasticidades de la inversión acumulada en el terminal respecto a las variables de desarrollo económico especificadas en la sección metodológica. Luego, utilizando estas elasticidades, se evaluará el efecto de las inversiones del terminal sobre dichas variables de desarrollo. En cuanto al

impacto en el nivel de empleo, se empleará información secundaria sobre el ratio de capital por trabajo (K/L).

Para analizar el impacto en el PBI real, se aplicó la metodología propuesta basada en el modelo de cointegración y causalidad dentro de un marco de datos panel. Este proceso inicia con la evaluación de estacionariedad, seguida de la determinación de cointegración, posteriormente se procede a la estimación del modelo adecuado y, finalmente, a la evaluación de la causalidad estadística.

Para el caso del impacto sobre el PBI real, se ha seguido la metodología propuesta para un análisis de cointegración y causalidad en un contexto de panel de datos, iniciando con la evaluación de estacionariedad, seguido de la evaluación de cointegración, para luego estimar el modelo correspondiente y finalmente la evaluación de la causalidad.

En la Tabla 1 se puede observar que, la mayoría de las pruebas muestran que, tanto para las especificaciones con intercepto, intercepto y tendencia, así como, sin intercepto ni tendencia, no es posible rechazar la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria en los niveles de significancia del 1%, 5% y 10%. Por el contrario, cuando se realizan las pruebas en primeras diferencias de las variables, en la mayoría de las pruebas, se rechaza la hipótesis nula a los niveles usuales de significancia. Por lo que las variables LNPBIR y LNINVA presentan raíz unitaria y se puede inferir que son variables integradas de orden 1 (I(1)), por lo que se procede a verificar la relación de largo plazo mediante las pruebas de cointegración de datos de panel de Pedroni, Kao, y Johansen-Fisher.

Respecto a la prueba de Pedroni, no es posible rechazar a los niveles usuales de significancia la hipótesis nula de ausencia de una relación de largo plazo (cointegración) entre la variable LNPBIR y LNINVA. Por su parte, la prueba de Kao muestra que a un nivel de significancia del 5% es posible rechazar la hipótesis nula de ausencia de cointegración entre LNPBIR y LNINVA; en esa línea, la prueba de Johansen-Fisher para la traza y el máximo eigen-valor, al 1% de significancia, rechazan la hipótesis nula de ninguna relación de cointegración e indican que no es posible rechazar la hipótesis nula de al menos una relación de cointegración entre LNPBIR y LNINVA. En ese sentido, a partir de las pruebas de cointegración de Kao y Johansen-Fisher se evidencia que, existe una relación de largo plazo entre las variables analizadas.

**Tabla 1: Pruebas de raíz unitaria en panel de datos**

Variable	Método	Especificación					
		Intercepto		Intercepto y tendencia		Ninguna	
		Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias
	<u>H0: RU (asume proceso de RU común)</u>						
	Levin, Lin y Chu t	-	-	-	-	-	-
		2.59***	-4.18***	-2.29**	-3.66***	0.23	-5.58***
LNPBIR	Breitung t-stat	--	--	-2.02**	-4.13***	--	--
	<u>H0: RU (asume proceso de RU individual)</u>						
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.16	-2.69***	-0.2	-1.66**	--	--
		7.26	14.62***	3.82	9.83**	1.35	26.22***

Variable	Método	Especificación					
		Intercepto		Intercepto y tendencia		Ninguna	
		Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias	Niveles	Diferencias
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	7.87*	33.71***	4.22	29.84***	0.9	44.01***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	-2.59***	-4.18***	-2.29**	-3.66***	0.23	-5.58***
	<u>H0: RU (asume proceso de RU común)</u>						
	Levin, Lin y Chu t	1.08	2.34	0.28	4.96	1.39	-1.31*
	Breitung t-stat	--	--	0.24	-0.04	--	--
	<u>H0: RU (asume proceso de RU individual)</u>						
LNINVA	Im, Pesaran and Shin W-stat	1.98	-0.09	-0.18	1.5	--	--
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	0.47	3.05	3.97	0.58	0.1	5.28
	PP - Fisher Chi-cuadrado	2.04	16.15***	4.31	12.8**	0.1	21.06***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	1.08	2.34	0.28	4.96	1.39	-1.31*

\*\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

Elaboración propia.

**Tabla 2: Pruebas de cointegración en panel de datos**

Prueba de Cointegración		LNPBIR vs LNINVA	
	Estadísticos	<u>Within</u>	<u>Between</u>
	v – Statistic	-0.851	
Pedroni	rho – Statistic	0.830	1.236
	PP – Statistic	0.424	0.594
	ADF – Statistic	1.762	2.650
Kao	ADF t – Statistic	-1.687**	
	Estadístico de Fisher	<u>Ninguna</u>	<u>Al menos una</u>
Johansen Fisher	Prueba de la Traza	14.82***	2.661
	Prueba del máx. eigen-valor	16.76***	2.661

\*\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

Elaboración propia.

En la Tabla 3 se muestra la estimación de la ecuación de cointegración y el VEC; mientras que, en la Tabla 4 se muestra el análisis de causalidad de corto y largo plazo. Al respecto, se

puede observar que existe causalidad en el corto y largo plazo unidireccional, de la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario y el PBI real.

De la Tabla 4, se observa que al nivel de significancia del 1% se rechaza la hipótesis nula de la no existencia de relación causal unidireccional en el corto plazo de la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario hacia el PBI real del área de influencia del terminal. En ese sentido, se verificaría que existe causalidad en el sentido de Granger unidireccional en el corto plazo de la inversión hacia el nivel de vida. Por su parte, en el largo plazo, el coeficiente del término de corrección de error (ECM) del modelo que va de la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario hacia el PBI real del área de influencia del terminal, es negativo y significativo al 1%, por lo que se presentaría el ajuste hacia el equilibrio de largo plazo.

A su vez, se puede observar en la Tabla 3 que, la inversión reconocida acumulada en un terminal tiene un impacto positivo en el largo plazo y estadísticamente significativo al 1% sobre el PBI real, es así que, la elasticidad inversión y PBI real estimada es de 0.03483%; asimismo, se observa que el coeficiente de la población económicamente activa ocupada es positivo y estadísticamente significativo al 1%.

**Tabla 3: Ecuación de cointegración y modelo de corrección de errores (VECM)**

<b>Ecuación de cointegración</b>	<b>z<sub>t-1</sub></b>	<b>Error estándar</b>
LNPBIR(-1)	1.000	
LNINVA(-1)	-0.03483***	0.00532
C	2.48748***	0.95484
<b>Corrección de errores</b>	<b>D(LNPBIR)</b>	
ECM <sub>t-1</sub>	-1.110848***	0.08014
LNPEA <sub>O</sub>	0.871809***	0.06291
R <sup>2</sup> ajustado		0.8946

\*\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

El modelo de corrección de errores incluye, además, un rezago de cada variable.

Elaboración propia.

**Tabla 4: Causalidad de corto y largo plazo**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Fuentes de causalidad</b>	
	<b>Corto plazo</b>	<b>Largo plazo</b>
D(LNPBIR)	D(LNINVA) 0.4432	ECM <sub>t-1</sub> 0.0828
D(LNINVA)	D(LNPBIR) 8.0610***	ECM <sub>t-1</sub> -1.1108***

\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

Elaboración propia.

Para el caso del impacto sobre la EVN, se ha seguido la metodología propuesta para estimar un modelo de MCO con variable dicótoma en un contexto de panel de datos, donde las variables dicótomas representan a los terminales portuarios analizados. En la Tabla 5 se observa que, la inversión reconocida acumulada en un terminal tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo al 5% sobre la EVN, es así que, la elasticidad inversión y EVN estimada es de 0.002463%; asimismo, se observa que los coeficientes de las variables dicótomas son positivos y estadísticamente significativos al 1%.

**Tabla 5: Modelo estimado para la esperanza de vida al nacer**

Variable Dependiente: LNEVN		
Variable	Coefficiente	Error Estándar
LNINVA	0.002463**	0.000928
TP1	4.321068***	0.005312
TP2	4.340784***	0.002957
R <sup>2</sup>	=	0.8182
R <sup>2</sup> ajustado	=	0.8043

\*\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

Elaboración propia.

Para el caso del impacto sobre los AEP, se ha seguido la metodología propuesta para estimar un modelo de MCO con datos agrupados en un contexto de panel de datos. En la Tabla 6 se observa que, la inversión reconocida acumulada en un terminal tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo al 5% sobre los AEP, es así que, la elasticidad inversión y AEP estimada es de 0.029229%.

En la Tabla 7, se muestra las elasticidades estimadas, de donde se puede observar que el incremento de 1% de la inversión acumulada del TP de SJM generaría un incremento del PBI real del área de influencia de 0.0348%, un incremento de la esperanza de vida al nacer en el área de influencia de 0.0025% y un incremento de los años de estudio promedio en el área de influencia de 0.0292%.

**Tabla 6: Modelo estimado para los años de educación promedio**

Variable Dependiente: LNAEP		
Variable	Coefficiente	Error Estándar
LNINVA	0.029229***	0.014043
C	2.168942***	0.002981
R <sup>2</sup>	=	0.7807
R <sup>2</sup> ajustado	=	0.7726

\*\*\* Significativo al nivel del 1%, \*\* Significativo al nivel del 5% y \* Significativo al nivel del 10%.

Elaboración propia.

**Tabla 7: Elasticidades de la inversión sobre las variables de desarrollo económico**

	Elasticidades		
	LNPBIR	LNEVN	LNAEP
LNINVA	0.03483	0.002463	0.029229

Elaboración propia.

Como se indicó en la sección de metodología, con las elasticidades estimadas y los datos de las inversiones del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona se estimaría el impacto económico potencial sobre el desarrollo económico del área de influencia del terminal. A continuación, se presenta los impactos sobre las variables de desarrollo económico propuestas.

Respecto del impacto sobre el PBI real, al culminar la Etapa 1 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2027, se esperaría un incremento adicional del PBI real del área de influencia entre 11.7% y 16.1%. Por su parte, al culminar la Etapa 2 y 3 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2035, se esperaría un incremento adicional del PBI real del área de influencia entre 12.9% y 17.8%, impacto que sería similar al culminar el último año de concesión del TP de SJM previsto en el año 2053.

Respecto del impacto sobre la EVN, al culminar la Etapa 1 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2027, se esperaría un incremento adicional de la esperanza de vida al nacer en el área de influencia entre 0.6% y 1.4%. Por su parte, al culminar la Etapa 2 y 3 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2035 se esperaría un incremento adicional de la esperanza de vida al nacer en el área de influencia entre 0.7% y 1.5%, impacto que sería similar al culminar el último año de concesión del TP de SJM previsto en el año 2053.

Respecto del impacto sobre los AEP, al culminar la Etapa 1 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2027, se esperaría un incremento adicional de los años de educación promedio en el área de influencia entre 10.7% y 13.2%. Por su parte, al culminar la Etapa 2 y 3 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2035 se esperaría un incremento adicional de los años de educación promedio en el área de influencia entre 11.8% y 14.6%, impacto que sería similar al culminar el último año de concesión del TP de SJM previsto en el año 2053.

Con relación al impacto de las inversiones del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona sobre el nivel de empleo del área de influencia del terminal, como se mencionó en la sección de metodología, se utilizó información secundaria del estudio de Aparco y Chang (2018) donde se estima que por cada USD 10.4 millones de dólares de inversiones en un terminal portuario que moviliza minerales se generan 1.5 mil personas empleadas, siendo el ratio capital trabajo (K/L) de 1 millón de USD a 144 personas empleadas.

En ese sentido, al culminar la Etapa 1 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2027, se esperaría un incremento adicional de la PEAO en el área de influencia de 2.6% equivalente a 54,908 personas empleadas. Por su parte, al culminar la Etapa 2 y 3 de inversiones del TP de SJM prevista en el año 2035 se esperaría un incremento adicional de la PEAO en el área de influencia de 3.2% equivalente a 79,444 personas empleadas, mismo nivel que se mantendría hasta el último año de concesión del TP de SJM previsto en el año 2053.

Asimismo, dentro de la zona de influencia del TP de SJM se podrían encontrar impactos adicionales asociados a la aplicación del fondo social del puerto que tiene como objetivo brindar financiamiento para inversiones públicas a pequeña escala destinadas a ayudar a satisfacer las necesidades de población de la zona de influencia. Tal como ocurre con Fondo Social del Terminal Portuario de Salaverry (Chang et al., 2024).

## 7. Conclusiones

El objetivo del documento fue cuantificar el impacto de las inversiones del Nuevo Terminal Portuario de San Juan de Marcona (TP SJM) sobre el desarrollo económico y el nivel de empleo en el área de influencia del terminal portuario. Al respecto, para el caso del impacto sobre el desarrollo económico, como variable de nivel de vida se utilizó el PBI real, como variable de salud la esperanza de vida al nacer y como variable de educación los años de educación promedio; por su parte, para el caso del impacto sobre el nivel de empleo se utilizó la población económicamente activa ocupada. La hipótesis planteada en este documento es que el TP SJM genera efectos positivos sobre las variables económicas que miden el nivel de bienestar de la población.

En esa línea, la evidencia empírica mostró que la inversión reconocida acumulada en un terminal portuario tiene un impacto positivo hacia el PBI real, la esperanza de vida al nacer, los años de educación promedio, y la población económicamente activa ocupada del área de influencia del terminal portuario.

Específicamente, los resultados evidencian que, al culminar la Etapa 1 de inversiones del TP SJM prevista en el año 2027, se esperaría impactos positivos en el área de influencia, tales como un incremento adicional del PBI real entre 11.7% y 16.1%; un incremento adicional de la EVN entre 0.6% y 1.4%; un incremento adicional de los AEP entre 10.7% y 13.2; un incremento adicional de la población económicamente activa ocupada de 2.6% equivalente a 54,908 personas empleadas.

Asimismo, se evidencia que los impactos positivos se seguirían presentando en el área de influencia hasta culminar el último año de concesión del TP de SJM previsto en el año 2053; al respecto, se esperaría un incremento adicional del PBI real entre 12.9% y 17.8%; un incremento adicional de la esperanza de vida al nacer entre 0.7% y 1.5%; un incremento adicional de los años de educación promedio entre 11.8% y 14.6%; así como, un incremento adicional de la población económicamente activa ocupada de 3.2% equivalente a 79,444 personas empleadas.

Cabe señalar que la presente investigación contribuye a la literatura empírica del sector portuario ya que no se ha encontrado un artículo de investigación que realice un análisis similar al realizado en este documento, debido a que se está realizando una estimación del potencial impacto de un terminal portuario a implementarse sobre variables de desarrollo económico a partir de las elasticidades inversión y las referidas variables, las cuales fueron obtenidas de un análisis de cointegración y causalidad, MCO con variable dicótoma de efectos fijos y MCO de datos agrupados todo en un contexto de panel de datos.

Asimismo, este estudio abre diversas vías para futuras investigaciones que pueden aplicar metodologías similares para cuantificar el impacto potencial de otros proyectos de infraestructura a nivel regional o nacional. Este enfoque puede ser particularmente útil para evaluar no solo proyectos portuarios, sino también otras grandes obras en sectores como energía, transporte y telecomunicaciones.

Por otra parte, una de las limitaciones del presente documento es que Perú cuenta con poca cantidad de terminales portuarios de uso público con características similares al TP de SJM. De contar con más información podríamos tener estimaciones más robustas sobre los impactos potenciales del TP de SJM. Asimismo, sería conveniente continuar con el análisis y evaluación de impacto mediante metodologías complementarias como la de insumo-producto.

Por último, se sugiere que las autoridades correspondientes puedan tomar los resultados encontrados en este documento donde se visibiliza el impacto positivo que tendría el nuevo TP SJM para que se involucren y realicen los esfuerzos necesarios para continuar con el proceso de promoción de proyectos de terminales portuarios, a fin de mejorar e incrementar la infraestructura del Sistema Portuario Nacional.

## 8. Referencias

- Aparco, E., y Chang, V. (2018). Medición del impacto económico de las terminales portuarias del Callao: Un análisis mediante la Matriz Insumo-Producto. *Studies of Applied Economics*, 36(3), 743-764.
- Ayesu, E. K., Sakyi, D., Arthur, E., y Osei-Fosu, A. K. (2022). The impact of trade on african welfare: Does seaport efficiency channel matter?. *Research in Globalization*, 5, 100098.
- Bottasso, A., Conti, M., Ferrari, C., Merk, O., y Tei, A. (2013). The impact of port throughput on local employment: Evidence from a panel of european regions. *Transport Policy*, 27, 32–38.
- Bottasso, A., Conti, M., Ferrari, C., y Tei, A. (2014). Ports and regional development: A spatial analysis on a panel of european regions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 65, 44–55.
- Breitung, J. (2000) The local power of some unit root tests for panel data. *Advances in Econometrics*, 15, 161–178
- Chang, V., y Castro, F. (2018). Infraestructura portuaria y crecimiento económico regional en la Costa Oeste del Pacífico Sur: Un análisis de causalidad de Granger. *Revista de análisis económico y financiero*, 1(1), 43-52.
- Chang, V., Flores, A. y Vega, A. (2024). APP con rostro social: Impacto del Fondo Social del Terminal Portuario de Salaverry. *Documento de Trabajo N.º 1, Unidad de Análisis de Datos, Investigación e Inteligencia Estratégica – ProInversión, Perú.*
- Choi, I. (2001) Unit root test for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249–272.
- Cong, L., Zhang, D., Wang, M., Xu, H., y Li, L. (2020). The role of ports in the economic development of port cities: Panel evidence from china. *Transport Policy*, 90, 13–21.
- Engle, R.F. y Granger, C.W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing, *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- Flores, A., y Chang, V. (2020). Relación entre la demanda de transporte y el crecimiento económico: Análisis dinámico mediante el uso del modelo ARDL. *Revista de Economía y Finanzas*, 43(122).
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods, *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *Econometrics Journal*, 3, 148–161.
- Hidalgo-Gallego, S., y Núñez-Sánchez, R. (2023). The effect of port activity on urban employment: An analysis for the spanish functional urban areas. *Journal of Transport Geography*, 108, 103570.
- Im, K.S., Pesaran, M.H. y Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- Kao, C. (1999) Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration, in panel data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44.
- Levin, A., Lin, C.-F. y Chu, C.-S.J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1) 1-24.
- Maddala, G.S. y Wu, S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxford bulletin of economics and statistic*, 108(1), 1-24.

- Mehmood, B., Khan, S. A., y Raza, M. (2023). Econometric evidence of catalytic effect of seaport activity in OECD countries: Getting it right. *Maritime Transport Research*, 4, 100090.
- Novignon, J., Atakorah, Y. B., y Djossou, G. N. (2018). How does the health sector benefit from trade openness? Evidence from sub-saharan africa. *African Development Review*, 30(2), 135–148.
- Park, J. S., y Seo, Y.-J. (2016). The impact of seaports on the regional economies in south korea: Panel evidence from the augmented solow model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 85, 107–119.
- Pedroni, P. (1999) Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670
- Shan, J., Yu, M., y Lee, C.-Y. (2014). An empirical investigation of the seaport's economic impact: Evidence from major ports in china. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 69, 41–53.
- Song, L., y Geenhuizen, M. V. (2014). Port infrastructure investment and regional economic growth in china: Panel evidence in port regions and provinces. *Transport Policy*, 36, 173–183.
- Wu, Z., Woo, S.-H., Lai, P.-L., y Chen, X. (2022). The economic impact of inland ports on regional development: Evidence from the yangtze river region. *Transport Policy*, 127, 80–91.
- Zhou, Y., Li, Z., Duan, W., y Deng, Z. (2023). The impact of provincial port integration on port efficiency: Empirical evidence from china's coastal provinces. *Journal of Transport Geography*, 108, 103574.

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

