

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**Escuela de Posgrado**



Uso de evidencia de mercado en la evaluación de poder de  
mercado en la industria portuaria del Perú: el caso del  
Terminal Portuario de Matarani, 2000-2022

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Economía  
que presenta:

*Roberto Carlos Daga Lázaro*

**Asesor:**

*Francisco Javier Coronado Saleh*

**Lima, 2024**

### Informe de Similitud

Yo, Francisco Javier Coronado Saleh, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada "Uso de evidencia de mercado en la evaluación de poder de mercado en la industria portuaria del Perú: el caso del Terminal Portuario de Matarani, 2000-2022", del autor Roberto Carlos Daga Lázaro, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 18/03/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 22 de marzo de 2024.

Apellidos y nombres del asesor: Coronado Saleh, Francisco Javier	
DNI: 101390816	Firma: 
ORCID: 0000-0002-8687-2648	

## Resumen

En este estudio se usa evidencia de mercado para evaluar el poder de mercado en la provisión de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales importados mediante el Terminal Portuario de Matarani (TPM) en el periodo enero 2000 – febrero 2022. Bajo el enfoque metodológico del experimento natural o análisis de *shock*, la prueba de comparación de interceptos y pendientes es aplicada mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) corregidos por errores robustos consistentes con heterocedasticidad y autocorrelación, y complementados con OLS dinámicos, OLS completamente modificados y regresión de correlación canónica. Encontramos que, luego de la implementación del nuevo Sistema de Descarga de Granos en el Terminal Norte Multipropósito del Terminal Portuario del Callao que ocurrió el 22 de febrero de 2016, la demanda de servicios portuarios del TPM no se redujo y tampoco cambió su tendencia histórica porque los cereales importados tienen como destino empresas ubicadas en la misma zona geográfica del TPM, debiéndose concluir que ambos terminales portuarios no son sustitutos, es decir, no pertenecen al mismo mercado relevante. En virtud de ello, el mercado geográfico relevante debe quedar restringido al TPM porque sus clientes no tienen fuentes alternativas de aprovisionamiento, correspondiendo concluir que existe un significativo poder de mercado. Por lo tanto, la recomendación de política es seguir aplicando la regulación tarifaria para los servicios de uso de muelle y almacenamiento e implementarla para la transferencia y el manipuleo de cereales en el TPM.

*Palabras clave: política antimonopolio, competencia, evidencia de mercado, poder de mercado, servicios portuarios, regulación*

## Abstract

Market evidence is used to evaluate the market power in the provision of port services for the wharfage, transfer, handling and storage of imported cereals through the Port Terminal of Matarani (TPM) during the period January 2000 - February 2022. Under the methodological approach of the natural experiment or shock analysis, the comparison test of intercepts and slopes is applied using Ordinary Least Squares (OLS) technique corrected for robust errors consistent with heteroskedasticity and autocorrelation, and supplemented by dynamic OLS, fully modified OLS, and canonical correlation regression. We found that, after the implementation of the new Grain Unloading System in the Multipurpose North Terminal of the Callao Port Terminal that occurred on February 22, 2016, the demand for port services in the TPM did not decrease nor did it change its historical trend because the imported cereals are destined for companies located in the same geographical area of the TPM, and it is concluded that both port terminals are not substitutes, that is, they do not belong to the same relevant market. For that reason, the relevant geographic market must be limited to the TPM because its clients do not have alternative sources of supply, corresponding to the conclusion that there is significant market power. Therefore, the policy recommendation is to continue applying the tariff regulation for the wharfage and grain storage services and implement it for the transfer and handling of cereals in the TPM.

*Keywords: antitrust policies, competition, market evidence, market power, port services, regulation (JEL Classification: L43, L51, L92)*

## ÍNDICE

	Pág
Resumen	i
ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	9
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	11
1.1. Mercado relevante	15
1.1.1. Prueba del monopolista hipotético	18
1.1.2. Enfoque del experimento natural o análisis de <i>shock</i>	21
1.2. Evaluación del poder de mercado	24
<b>2. RELEVANCIA EMPÍRICA</b>	26
<b>3. HIPÓTESIS</b>	30
<b>4. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS</b>	32
4.1. <i>Test</i> de medias	37
4.1.1. <i>Test</i> de medias con varianzas iguales	37
4.1.2. <i>Test</i> de <i>medias</i> con varianzas desiguales	39
4.2. Prueba de comparación de interceptos y pendientes	39
4.2.1. Evaluación de homocedasticidad y no autocorrelación	45
4.2.2. Análisis de estacionariedad y cointegración	46
<b>5. RESULTADOS</b>	48
5.1. Mercado relevante	48
5.1.1. Mercado de producto o de servicio	48
5.1.2. Mercado geográfico	51
5.1.2.1. Resultados del <i>test</i> de medias	51
5.1.2.2. Resultados de la prueba de comparación de interceptos y pendientes	57
5.1.2.3. Análisis de la información sectorial	62
5.2. Evaluación del poder de mercado	67
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA ECONÓMICA</b>	72
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	74
<b>ANEXOS</b>	84
Anexo 1: Identificación de datos atípicos o <i>outliers</i>	84
Anexo 2: Prueba de comparación de varianzas de dos poblaciones	88
Anexo 3: Detección y corrección por heterocedasticidad y autocorrelación	89
Anexo 4: Análisis de estacionariedad y cointegración	106
Anexo 5: Matriz de correlaciones incluyendo Muelle F	109
Anexo 6: <i>Test</i> de medias con $\alpha = 1\%$	110
Anexo 7: <i>Test</i> de medias con $\alpha = 10\%$	112

Anexo 8: Demanda de servicios portuarios en TPM sin incluir años COVID-19

114

Anexo 9: *Test* de medias de la información trimestral en diferencias

115



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis del cumplimiento de los supuestos metodológicos para aplicar los tests o pruebas estadísticas de comparación entre dos grupos	33
Tabla 2: Decisión de política regulatoria en la industria portuaria y poder de mercado de parte de la empresa proveedora de servicios portuarios	36
Tabla 3: Hipótesis nulas y alternativas para la prueba de comparación de interceptos y pendientes de la evolución de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM	40
Tabla 4: Lecturas o interpretaciones de los parámetros de la ecuación única de la evolución de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM	42
Tabla 5: Matriz de correlaciones de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, 2000-2018	50
Tabla 6: Número de datos atípicos o outliers identificados en la serie mensual en niveles, logaritmos naturales y diferencias de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	53
Tabla 7: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	55
Tabla 8: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	55
Tabla 9: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	56
Tabla 10: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	56
Tabla 11: Identificación de datos atípicos o outliers en la serie trimestral en niveles, logaritmos naturales y diferencias de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	59
Tabla 12: Prueba de comparación de interceptos y pendientes del modelo de regresión de la demanda trimestral de servicios portuarios en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019	60
Tabla 14: Prueba de comparación de interceptos y pendientes del modelo de regresión log-log de la demanda trimestral de servicios portuarios en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019	61
Tabla 14: Ubicación de los principales importadores de cereales en el TPM, según usuarios, 2006-2021	63
Tabla 15: Inversiones realizadas por Tisur en equipamiento e infraestructura portuaria para el Terminal Portuario de Matarani, 2002-2014	70
Tabla 16: Cantidad de datos mensuales y trimestrales sobre volumen de importación de cereales mediante el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	87
Tabla 17: Resultados del test de Goldfeld-Quandt en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM antes y después de la instalación del SDG en el TNM	92
Tabla 18: Resultados del test de Breusch-Godfrey en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM	94
Tabla 19: Resultados del test de White en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM	95

Tabla 20: Resultados de la prueba de rachas o test de Geary de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM	99
Tabla 21: Resultados del test de Breusch–Godfrey de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM	102
Tabla 22: Resultados del test de Dickey-Fuller aumentado aplicado sobre la evolución del volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM y el PBI real peruano	107
Tabla 23: Resultados del test de Engle-Granger aumentado aplicado sobre la evolución del volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM y el PBI real peruano	108
Tabla 24: Matriz de correlaciones de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, incluyendo al Muelle F, 2000-2018	109
Tabla 25: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	110
Tabla 26: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	110
Tabla 27: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	111
Tabla 28: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	111
Tabla 29: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	112
Tabla 30: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	112
Tabla 31: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	113
Tabla 32: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022	113
Tabla 33: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	116
Tabla 34: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 5\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	116
Tabla 35: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	117
Tabla 36: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas iguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 1\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	117
Tabla 37: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con $\alpha = 10\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	118

Tabla 38: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 118



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo hipotético del efecto en el precio de un servicio después de un shock o choque exógeno en el precio de otro servicio	22
Figura 2: Criterios de evaluación del poder de mercado en la industria portuaria	25
Figura 3: Opciones de política regulatoria en la industria portuaria	26
Figura 4: Ingresos obtenidos por el TPM, según tipo de servicio, 2010-2014 VS 2015-2020	28
Figura 5: Volumen de carga movilizada por el TPM, según régimen aduanero y/o de transporte y tipo de carga, 2010-2020	28
Figura 6: Volumen de importaciones de cereales mediante el TPM, según tipo de producto, 2000-2021	29
Figura 7: Evolución hipotética de la demanda en el TPM, antes y después del SDG del TNM	31
Figura 8: Gráfico de dispersión del volumen trimestral de demanda de servicios portuarios en el TPM y PBI real peruano	41
Figura 9: Identificación de poder de mercado en la industria portuaria para decisiones de regulación o desregulación tarifaria	45
Figura 8: Evolución de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, 2000-2018	50
Figura 11: Evolución del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	51
Figura 12: Histogramas del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	52
Figura 13: Histogramas del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	54
Figura 14: Evolución trimestral del volumen de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	57
Figura 15: Histogramas del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021	58
Figura 16: Importaciones de cereales en el TPM, según usuarios, 2006-2021	63
Figura 17: Importaciones de cereales en el TPM, según país de origen, 2009-2021	66
Figura 18: Evolución de los precios reales de los servicios de uso de muelle y manipuleo de cereales en el TPM, 2004-2021	69
Figura 19: Evolución de los precios reales de los servicios de uso de muelle y precios reales simulados del manipuleo de cereales en el TPM, 2004-2021	71
Figura 20: Ejemplos de gráficos de cajas y bigotes o boxplot	85
Figura 21: Porcentaje de valores atípicos o outliers y porcentaje máximo de tolerancia en la información mensual sobre las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022	87
Figura 22: Diagramas o gráficos de dispersión de los residuos o términos de error de la ecuación única contra la variable explicada proyectada (Output_proy) y las variables explicativas (Input, Condition e Input*Condition)	90
Figura 23: Análisis gráfico de autocorrelación o correlación serial en los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda en el TPM	97
Figura 24: Tipos hipotéticos de correlación en los residuos o términos de error de un modelo de regresión	98
Figura 25: Correlograma de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM	101
Figura 26: Análisis gráfico de la relación entre las variables de estudio y sus respectivos valores rezagados	104

Figura 27: Evolución del volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM y PBI real peruano expresados en niveles y primeras diferencias 106

Figura 28: Evolución trimestral del volumen de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019 114

Figura 29: Evolución trimestral de la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 115



## INTRODUCCIÓN

Los terminales portuarios, o simplemente puertos, son los lugares donde se conectan las modalidades de transporte marítimo y terrestre de las mercaderías, lo cual ocurre dentro de su proceso de circulación desde las zonas de producción hasta los centros de consumo final o intermedio. A pesar de los efectos económicos causados por la crisis sanitaria ocasionada por la aparición y expansión de la COVID-19, ocurrida dentro del periodo de análisis de la presente investigación, los puertos siguen siendo los lugares a través de los cuales se moviliza la mayoría de los productos que se comercializan internacionalmente.

En particular, debido a las economías de escala, alcance y densidad, así como el requerimiento de cuantiosas inversiones de capital, los puertos se constituyen como monopolios naturales, una falla del mercado en la cual la producción por parte de una única empresa minimiza el costo de producción (eficiencia productiva) pero con precios potencialmente monopólicos en el mercado (ineficiencia asignativa). Para evitar los efectos negativos de los monopolios naturales, en el Perú, el Estado regula las tarifas portuarias, la calidad del servicio, y otras variables estratégicas de este tipo de industrias. Sin embargo, la regulación debe aplicarse selectivamente, ya que existen oportunidades en las que los servicios portuarios puedan estar sujetos a competencia efectiva o potencial suficiente. En otras palabras, la regulación debe aplicarse a servicios en los que el proveedor goza de un elevado poder de mercado. En tal sentido, antes de implementar algún mecanismo regulatorio en la industria portuaria, corresponde evaluar el poder de mercado existente en la provisión del servicio o servicios portuarios en cuestión.

Con la finalidad de formular recomendaciones de política regulatoria para la industria portuaria peruana, el objetivo de esta investigación es evaluar el poder de mercado existente en la provisión de los servicios portuarios de uso de muelle o *wharfage*, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales importados mediante el Terminal Portuario de Matarani (TPM) durante el periodo enero 2000 – febrero 2022. Los mencionados servicios portuarios son los más demandados por los usuarios de dicho terminal portuario, y los cereales son los productos que más se movilizan, después de los minerales.

A fin de evaluar el poder de mercado, el paso previo es definir el mercado relevante donde son brindados los servicios portuarios. El mercado relevante incluye el mercado de producto y el mercado geográfico. Entre otros aspectos, debe analizarse si el mercado de producto se reduce solamente a un servicio o debe incluirse más servicios puesto que, en la industria portuaria, los servicios suelen ser demandados de manera conjunta (empaquetamiento); y también debe identificarse si el ámbito geográfico está compuesto por áreas de influencia fundamentales o “cautivas” (con usuarios “cautivos” del terminal portuario) o por áreas de influencia competitivas o contestables (con usuarios que pueden usar uno u otro puerto).

La definición del mercado relevante se puede realizar mediante la prueba del monopolista hipotético, que resulta ampliamente referida en los estudios teóricos y las investigaciones prácticas o aplicadas en las que por cierto se suelen llevar a cabo principalmente razonamientos cualitativos subyacentes a esta prueba, dejándose de lado implementaciones cuantitativas por restricciones de información, limitaciones que también aplican para el presente estudio. Sin perjuicio de ello, cuando no existen precios de mercado sino monopólicos como parece ser el caso del presente estudio, los resultados no son confiables porque erróneamente tienden a indicar la existencia de mercados relevantes amplios (“falacia del celofán”). En efecto, los precios son tan elevados que indudablemente los usuarios buscarán y encontrarán proveedores alternativos. Cabe señalar que este riesgo se incrementa en investigaciones en las cuales, como el presente estudio, se busca definir el mercado relevante también para servicios no regulados cuyo proveedor podría estar cobrando precios monopólicos por tener un elevado poder de mercado, ello en un contexto en el cual dichos servicios no regulados son brindados en un terminal portuario que también brinda servicios que son regulados debido justamente al significativo poder de mercado. Por lo tanto, con la finalidad de obtener resultados confiables, en el presente estudio se aplica el enfoque del experimento natural o análisis de *shock* que es una técnica empírica o de evidencia de efectos directos cuyos resultados son más confiables justamente por estar basada en evidencia de mercado, siendo que su uso en la medición de poder de mercado se ha incrementado durante los años recientes. Con esta metodología se busca medir el cambio en el volumen de demanda de un determinado terminal portuario debido

a un *shock* o choque exógeno ocurrido en otro terminal portuario, siendo que dicho *shock* o choque exógeno es un evento histórico fuera del control de los terminales portuarios, razón por la cual muestra una ventaja metodológica respecto de otras técnicas de definición de mercado relevante.

Bajo ese contexto, la implementación del nuevo Sistema de Descarga de Granos (SDG) en el Terminal Norte Multipropósito del Terminal Portuario del Callao (TNM), ocurrida el 22 de febrero de 2016, es un *shock* o choque exógeno que en principio puede reducir la demanda de servicios portuarios en el TPM porque sus usuarios podrían haberse visto atraídos por el TNM puesto que el mencionado SDG implicaba una mejora en la calidad del servicio brindado en el mencionado TNM. Si la puesta en marcha del SDG del TNM redujo la demanda del TPM puede concluirse que ambos terminales portuarios son vistos como sustitutos por los usuarios portuarios, con lo cual el ámbito geográfico del TPM debería expandirse para incluir al menos el TNM; y, en caso contrario, si la demanda en el TPM no se redujo luego de la implementación del SDG del TNM es posible concluir que los usuarios portuarios no los consideran como sustitutos, con lo cual, luego de verificarse la ausencia de proveedores alternativos, el mercado geográfico debería quedar acotado solamente al TPM. En este último caso, el TPM tendría lo que la literatura especializada denomina como usuarios “cautivos”.

La hipótesis de trabajo plantea que luego de la implementación del SDG del TNM, no se redujo y tampoco cambió la tendencia de la demanda en el TPM, es decir, los usuarios no los consideran como terminales portuarios sustitutos, con lo cual, previa comprobación de la ausencia de algún puerto sustituto, el mercado geográfico relevante debe acotarse solamente al mencionado TPM. Con la finalidad de contrastar esa hipótesis de trabajo, el impacto del SDG del TNM sobre la demanda de servicios en el TPM puede ser medido comparando el volumen promedio de demanda antes y después del mencionado evento para lo cual se puede aplicar el *test* de medias; o comparando la tendencia histórica de la demanda en el TPM antes y después del SDG del TNM, aplicándose en este caso un procedimiento estadístico conocido como prueba de comparación de interceptos y pendientes o *test* de comparación de regresiones, el cual se puede aplicar mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) con errores robustos consistentes con heterocedasticidad y autocorrelación, así como complementados con las técnicas de OLS dinámicos, OLS completamente modificados y regresión de correlación canónica.

Luego de definir el mercado relevante en el cual se brinda el servicio portuario bajo análisis, el siguiente paso consiste en llevar a cabo una evaluación del grado de poder de mercado que tiene el correspondiente proveedor de servicios portuarios, considerando para ello las posibles fuentes de presión competitiva. Al respecto, según el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público [Ositrán]:

*“[L]a literatura económica señala que las presiones competitivas en la industria de servicios portuarios (...) pueden provenir principalmente de modos de transporte alternativos al marítimo, tales como transporte aéreo, terrestre, ferroviario, fluvial o lacustre (competencia intermodal o incluso multimodal cuando se usa más de un tipo de transporte); otros puertos distintos al que está siendo objeto de análisis (competencia interportuaria); otros proveedores de servicios dentro del mismo puerto o terminal bajo evaluación (competencia intraportuaria e intraterminal); poder de compra de los usuarios que compense el poder de mercado del proveedor del servicio portuario bajo análisis; y/o la ausencia de facilidades esenciales y de barreras a la entrada al mercado de servicios portuarios (...).”* (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21)

Bajo ese contexto, si la empresa prestadora de servicios portuarios tiene un elevado o significativo poder de mercado, debe optarse por aplicar regulación tarifaria, de modo tal que se evite incurrir en un problema de ineficiencia asignativa donde los precios están por encima de niveles observados en mercados donde prevalece un entorno competitivo. Por el contrario, cuando se identifique que el proveedor de servicios portuarios no cuenta con un significativo poder de mercado no corresponde aplicar la regulación tarifaria puesto que se incurriría en costos de regulación innecesarios pues el mercado se puede regular por sí mismo.

## 1. MARCO TEÓRICO

La mayoría de los productos son elaborados en lugares muy distantes de aquellos donde son utilizados por el consumidor final o por la industria para elaborar bienes finales (consumo intermedio), razón por la cual requieren ser movilizados desde las zonas donde son producidas hasta los lugares donde ocurrirá su consumo final o intermedio. Para ello se usa principalmente el transporte marítimo, el cual, hacia el cierre del año 2020, en un contexto caracterizado por las consecuencias económicas de la crisis sanitaria ocasionada por la aparición y la expansión de la COVID-19, continúa siendo la modalidad de transporte más importante puesto que sigue cubriendo el 70% de la demanda mundial de transporte de carga (International Transport Forum, 2021, p. 64-65). Así, primero los productos deben moverse vía terrestre (por carretera o vías férreas) desde el centro de producción hasta el puerto de origen o embarque, y, luego, mediante transporte marítimo son trasladados rumbo al puerto de destino o descarga, desde el cual serán llevados vía terrestre hasta el centro de consumo intermedio o final (Roslyng, 2015, p. 26-31; Rodrigue, 2020, p. 171-181; Notteboom et al., 2022, p. 37-38). Con lo cual, en el marco del transporte terrestre-marítimo-terrestre de mercaderías, resulta clara la necesidad de contar con un terminal portuario en el cual embarcar el producto en el país de origen y posteriormente descargarlo en el país de destino (Roslyng, 2015, p. 26-31; Rodrigue, 2020, p. 171).

En ese contexto, el terminal portuario o simplemente el puerto es una infraestructura física que se constituye como punto de conexión entre las modalidades de transporte marítimo y terrestre, dentro del proceso logístico de circulación de las mercaderías desde sus zonas de producción hacia los lugares de consumo final o intermedio (Meersman et al., 2003, p. 373); es decir, es el lugar donde ocurre principalmente el traspaso de la carga desde las naves o embarcaciones hacia una costa marítima y viceversa (Rodrigue, 2020, p. 19; Talley, 2018, p. 1). En el marco de ese traspaso de carga entre naves o embarcaciones y costa marítima, que se realiza en una parte del puerto llamada muelle,<sup>1</sup> la empresa operadora del puerto<sup>2</sup> brinda a las líneas navieras, así como los importadores y exportadores, un conjunto diverso de servicios orientados al amarre y desamarre de las naves o embarcaciones al muelle para el correspondiente embarque o descarga de los productos (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [Mincetur], 2015a, p. 33-37). En la medida que es amplio el conjunto de servicios brindados en un terminal portuario, resulta difícil hablar de actividades o servicios portuarios como un todo (Tovar et al., 2007, p. 218).

Los puertos presentan las siguientes características económicas: (i) la prestación de servicios portuarios tiene elevados costos fijos y muy bajos costos marginales, es decir, es una industria muy intensiva en capital; (ii) para empezar la provisión de servicios portuarios es necesario contar con una capacidad inicial mínima relativamente grande de infraestructura básica (como muelles); (iii) debido a que la infraestructura es indivisible, los aumentos en la capacidad de provisión de servicios portuarios ocurren en grandes saltos discretos, no continuos; (iv) tanto la construcción inicial como la expansión o modernización de los puertos requieren de grandes cantidades de capital; (v) los activos portuarios por lo general tienen un largo periodo de vida útil que puede exceder el horizonte de tiempo en el cual los inversionistas privados desearían recuperar sus inversiones; y (vi) la infraestructura portuaria básica es inamovible y tiene pocos usos alternativos, lo cual puede indicar la presencia de costos hundidos (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2011a, p. 39 y 44; Trujillo & Serebrisky, 2003, p. 2-3; World Bank, 2007, p. 76 y 114; Yap, 2020, p. 106-107).

La evidencia empírica muestra que la industria portuaria exhibe economías de escala, alcance y densidad porque el volumen de servicios aumenta más que proporcionalmente con el mayor uso de insumos (retornos crecientes a escala), resulta en un menor costo la producción conjunta o agregada en una sola empresa en comparación con la producción individual, separada o especializada de los servicios portuarios en dos o más empresas, y la mayor acumulación de

---

<sup>1</sup> Un muelle es "un lugar de atraque donde las naves pueden ser amarradas para el embarque o descarga de productos" (Rodrigue, 2020, p. 452). Cabe señalar que, en algunos casos, los muelles también son denominados, amarraderos, embarcaderos o simplemente terminales. Al respecto el TPM tiene cuatro muelles o amarraderos denominados A, B, C y F (Terminal Internacional del Sur S.A. [Tisur], 2016, p. 4-5; 2021, p. 50).

<sup>2</sup> Con el objetivo de facilitar la explicación, se considera el caso en el cual una empresa es la única encargada de la prestación de servicios al interior del puerto o terminal portuario.

carga por parte de un único usuario permite reducir los costos unitarios de su atención (Rødsetha et al., 2018, p. 385; Tovar et al., 2007, p. 218-219; Xu & Itohb, 2018, p. 131).

Bajo ese contexto, es importante señalar que, según Defilippi:

*“[D]ue to the economic characteristics of port operations (economies of scale, scope and density, and lumpy investments) some port terminals constitute natural monopolies for carriers and shippers located in their hinterlands.” [Debido justamente a algunas de las características económicas de las operaciones portuarias (economías de escala, alcance y densidad, así como las cuantiosas inversiones de capital), algunos puertos se constituyen en monopolios naturales para las líneas navieras así como para los importadores y/o exportadores ubicados en su zona de influencia] (2010, p. 1).*

*“[I]n the port industry natural monopolies arise mostly in developing countries and small islands where traffic is too limited to justify a second terminal” [En la industria portuaria, los monopolios naturales surgen mayormente en países en vías de desarrollo y pequeñas islas donde el tráfico es muy limitado como para justificar un segundo terminal] (2010, p. 1).<sup>3</sup>*

Cabe precisar que una industria es considerada como un monopolio natural cuando la producción de una única empresa en el mercado logra minimizar el costo de producción o provisión (Viscusi et al., 2005, p. 401). En relación con ello, según Gao *“due to the natural monopoly of port in terms of geographical location, water depth and the large investment, long payback period, its operation requires a certain scale, and easily causes capital barriers to companies with poor capacity and small scale” [debido a la condición de monopolio natural de un puerto en términos de su ubicación geográfica, la profundidad de su lado marítimo, la gran inversión de capital, el largo periodo de recuperación; las operaciones portuarias requieren de una cierta escala y fácilmente generan barreras de capital para aquellas empresas con poca capacidad financiera y de pequeña escala] (2018, p. 52).*

Según Notteboom et al. (2022, p. 366), la necesidad de lograr economías de escala para alcanzar la denominada escala mínima eficiente puede justificar la existencia de un monopolio en la realización de actividades portuarias. La escala mínima eficiente de una empresa es el nivel mínimo de producción que permite minimizar el costo promedio de largo plazo, lo cual comparado con el tamaño total del mercado indica cuántas empresas deberían existir en el mercado (Carlton & Perloff, 2015, p. 65). Así, si una empresa alcanza su mínimo costo promedio de largo plazo cuando produce a un nivel equivalente al tamaño del mercado, entonces queda claro que solo existirá una empresa en el mercado; por el contrario, si el mínimo costo promedio de largo plazo es alcanzado con una cantidad mínima de producción, entonces se justificará que existan muchas empresas en el mercado. Al respecto, De Langen y Pallis (2006, p. 78) señalan que, en un puerto en el cual una única empresa se encarga de brindar servicios portuarios, será posible incorporar un operador portuario adicional cuando el tamaño del mercado sea al menos equivalente a dos veces la escala mínima eficiente; mientras que un mercado pequeño (en comparación con la escala mínima eficiente) evitará o hará imposible que se pueda incorporar a un segundo operador en el puerto, con lo cual en ese mercado pequeño existirá solamente un único proveedor de servicios portuarios; es decir, se justifica la existencia de un monopolio natural por razones de índole operativo y/o de tamaño de mercado.

Cabe señalar que el problema con la existencia de un monopolio natural es que se trata de una falla de mercado que genera una disyuntiva fundamental entre eficiencia productiva y eficiencia asignativa en el mercado, en efecto: (i) para lograr la eficiencia productiva se requiere que una única empresa sea la encargada de la provisión del servicio pues se minimiza el valor de los recursos utilizados para abastecer el mercado, sin embargo, esa única empresa puede establecer precios por encima del costo en busca de su objetivo de maximizar sus utilidades, con

<sup>3</sup> En efecto, como señala Mankiw (2012, p. 303), *“[e]n algunos casos, el tamaño del mercado es uno de los determinantes de si una industria es o no un monopolio natural”*. Así, siguiendo ese razonamiento, cuando el volumen de carga es relativamente pequeño, un puerto puede ser considerado como un monopolio natural, sin embargo, si el volumen de carga aumenta significativamente hasta el punto en el cual el puerto existente se congestione, podría requerirse de un segundo puerto para atender la demanda total del mercado, con lo cual, como indica el mencionado autor, *“a medida que el mercado se expande, un monopolio natural puede convertirse en un mercado competitivo”*.

lo cual no se logra la eficiencia asignativa; y (ii) a su vez, para alcanzar la eficiencia asignativa se requiere que existan muchas empresas de modo tal que el precio se reduzca hasta ser equivalente al costo marginal, pero eso lleva a una ineficiencia productiva porque hay muchas empresas brindando el servicio (Viscusi et al., 2005, p. 376). Como señalan De Langen y Pallis (2006, p. 78), en el caso de la industria portuaria, la incorporación de operadores privados en la provisión de servicios ha demostrado que justamente debido a su elevado poder de mercado<sup>4</sup> (explicado por la falta de competencia dentro del puerto), los mencionados operadores privados terminaron imponiendo tarifas más altas a los usuarios portuarios (en comparación a un mercado competitivo).

Por tal motivo, para resolver el problema de la disyuntiva fundamental entre la eficiencia productiva y la eficiencia asignativa que se genera cuando existe un monopolio natural, resulta deseable, de manera excepcional, la intervención del Estado, mediante la creación de una agencia regulatoria que diseñe mecanismos de mercado para evitar que el monopolista tome ventaja de su elevado poder de mercado,<sup>5</sup> siendo que la regulación se debe implementar en el caso de fallas de mercado, cuando exista un monopolio natural, y a la vez, sea posible mejorar el desempeño del sector regulado, es decir, se espera que la intervención de la agencia regulatoria aumente el excedente del consumidor, la producción se realice al menor costo posible, el rango de servicios se amplíe aún más, los precios reflejen el equilibrio de la oferta y demanda, mejore la calidad del servicio, y se incremente la tasa de innovación, entre otros beneficios propios de un mercado competitivo; y como consecuencia, resulte más fácil atraer capital y fomentar las inversiones en la industria (Meersman et al., 2011, p. 822; Viscusi et al., 2005, p. 376). Si bien no es la solución ideal, ante la existencia de un monopolio natural, la intervención del Estado mediante la regulación del mercado puede ser la opción de política preferida en comparación con un mercado que tiene un monopolio natural pero no es regulado (Viscusi et al., 2005, p. 555). Así, para el caso de la industria portuaria, Trujillo y Nombela (1999, p. 41) señalaron que *"in those cases of ports without competitors in their region it is possible that a regulator should supervise the level of charges on the use of infrastructure, since in such cases the ports enjoy a monopoly position"* [en aquellos casos de puertos sin competidores en su región es posible que un regulador deba supervisar el nivel de los cargos por el uso de la infraestructura, dado que en tales casos los puertos disfrutan de una posición monopólica].

Sin embargo, es importante señalar que, no todos los segmentos de la industria portuaria presentan características de monopolios naturales, razón por la cual no en todos los casos los proveedores cuentan con un elevado poder de mercado (De Langen, 2020, p. 24) y, por ende, no todos los servicios portuarios deben estar regulados. En esa línea, en la industria portuaria:

- un segmento que puede exhibir características de monopolio natural son los servicios relacionados con la infraestructura portuaria conocida como muelle, en el cual se amarran y desamarran las naves para realizar el correspondiente embarque y la descarga de los productos (Tovar et al., 2007, p. 218-219); y,
- de otro lado, un segmento portuario que no necesariamente exhibe características de monopolio natural puede ser el almacenamiento o la preparación de la carga (por ejemplo, su embalaje), las cuales son actividades que son posibles de realizar no solamente dentro

---

<sup>4</sup> Como señalan Carlton y Perloff (2015, p. 667), *"[u]nfortunately, the courts have not stated how much market power is needed"* [desafortunadamente, las cortes no han establecido cuanto poder de mercado es necesario] para considerarlo como elevado. Al respecto, según indica Motta (2018, p. 153), incluso responder a la pregunta de *"¿qué umbral de poder de mercado debe tomarse para indicar que una empresa tiene suficiente poder de mercado como para llamar la atención de las autoridades de la competencia?"*, *"lleva en gran medida a una respuesta arbitraria, y las diferentes legislaciones de competencia la resuelven de diferentes maneras"*. Por ello, la evaluación de poder de mercado debe realizarse para cada situación en particular, es decir, caso por caso, como en esta investigación donde se analiza el caso específico de los servicios objeto de estudio del TPM.

<sup>5</sup> Los términos de "poder de mercado" son utilizados en la literatura económica tanto general como especializada en competencia y regulación (Carlton y Perloff, 2015, p. 666-672; Motta, 2018, p. 137-176), por ello en el presente estudio se empleará dicha terminología. Sin embargo, en el Perú, cuando una empresa tiene un elevado poder de mercado, el marco legal general relacionado con las conductas anticompetitivas establece que existe "posición de dominio" (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2019, p. 19); y el marco legal sectorial/regulatorio de las infraestructuras de transporte señala que no existen "condiciones de competencia" (Ositrán, 2021a, p. 6).

de las instalaciones portuarias sino también fuera de ellas, en los llamados almacenes o depósitos extraportuarios.

En línea con lo anterior, las investigaciones enfocadas al mercado peruano también reconocen que la industria portuaria tiene características de monopolio natural, razón por la cual es deseable que solamente exista un único proveedor de servicios portuarios, pero con segmentos en los cuales no se observan dichas características monopólicas, no siendo deseable por ello que en esos casos exista solamente un único proveedor de servicios portuarios (Aguirre, 2012, p. 279; Macroconsult, 2014, p. 24 y 71; Macroconsult, 2019, p. 47) o, en su defecto, que el servicio portuario no sea regulado porque los usuarios tienen diversos proveedores alternativos.

Asimismo, dado que no todos los segmentos de la industria portuaria tienen características de monopolio natural, el marco legal<sup>6</sup> y contractual<sup>7</sup> vigente en el Perú establece que existen dos regímenes tarifarios: regulado y no regulado<sup>8</sup>. En línea con el presente marco teórico, la lógica económica regulatoria subyacente es que el régimen regulado resulta aplicable a los servicios portuarios que exhiben características de monopolio natural (que como se verá más adelante explica el elevado poder de mercado de los proveedores), en tanto que el régimen no regulado incluye a los servicios portuarios sin características de monopolio natural en su prestación (lo que a su vez explica el limitado poder de mercado de los proveedores). Es decir, no todos los servicios portuarios deben ser automáticamente regulados, sino que previamente debe verificarse que su provisión exhiba características de monopolio natural lo que equivale a identificar un elevado poder de mercado de parte del proveedor de servicios, siendo que deben desregularse cuando se encuentre un reducido poder de mercado. Así, en aplicación de ello, luego de haber identificado un reducido poder de mercado de parte del proveedor del servicio en algunos segmentos de la industria portuaria del Perú, durante los últimos años el Ositrán desreguló diversos servicios portuarios que hasta ese entonces venían siendo objeto de regulación tarifaria. Los servicios portuarios desregulados son: (i) “los Servicios amarre/desamarre y uso de amarradero para naves de líneas navieras con itinerario regular que recalcan el Terminal Portuario de Matarani” a partir del año 2019 (Ositrán, 2019b, p. 27); (ii) el “Servicio Estándar a la Carga Rodante y el Servicio de Transbordo a la Carga Rodante brindados en el Terminal Portuario de Paita” también desde el año 2019 (Ositrán, 2019c, p. 23); y (iii) el “Servicio de Almacenamiento del cuarto día en adelante para contenedores (llenos y vacíos) (...) en el Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas – Nueva Reforma” a partir del año 2021 (Ositrán, 2021d, p. 25).

En virtud de que no toda la industria portuaria en su conjunto es un monopolio natural, la evaluación del poder de mercado debe realizarse caso por caso porque en algunas circunstancias, el proveedor de servicios portuarios no enfrenta presiones competitivas en el mercado y por ello resulta necesario la implementación de un régimen regulatorio de modo tal que se evite un abuso de su poder de mercado; mientras que, como señala De Langen (2020, p. 24, en otras situaciones, en el mercado existen presiones competitivas suficientemente fuertes que impiden que el proveedor de servicios portuarios acumule un elevado poder de mercado. Es decir, para el diseño e implementación de la política regulatoria del sector portuario resulta determinante la medición del poder de mercado de las empresas prestadoras de servicios portuarios.

Desde un punto de vista teórico, una empresa tiene poder de mercado cuando puede establecer de manera rentable un precio por encima del que prevalecería en condiciones de competencia (Motta, 2018, p. 153). No obstante, si esta definición teórica fuera aplicada literalmente es probable que se encuentre que cada empresa tiene algo de poder de mercado porque, en las

---

<sup>6</sup> Ver artículo 11 del Reglamento General de Tarifas del Ositrán (Ositrán, 2021a, p. 7).

<sup>7</sup> A modo de ejemplo se señala el Contrato de Concesión del Terminal Norte Multipropósito del Terminal Portuario del Callao (TNM) que indica que previamente a la prestación de un nuevo servicio portuario en la mencionada infraestructura portuaria se debe realizar una evaluación del poder de mercado del proveedor del servicio (la cual es llamada contractualmente análisis de condiciones de competencia). Ver la cláusula 8.23 del Contrato de Concesión del TNM (Autoridad Portuaria Nacional y ProInversión [APN y ProInversión], 2011).

<sup>8</sup> En términos legales, el mencionado régimen tarifario no regulado es denominado régimen tarifario supervisado (Ositrán, 2021a, p. 7).

diferentes industrias, las empresas exhiben costos fijos y, por su lado, como indica Motta (2018 p. 153), *“difícilmente los consumidores percibirán los productos como sustitutos perfectos”*; debido a ello, en la práctica, resulta útil identificar si la empresa bajo análisis tiene un elevado o significativo poder de mercado (Carlton & Perloff, 2015, p. 666-667); o, por el contrario, la empresa tiene un limitado poder de mercado de modo tal que no puede actuar (por ejemplo elevando precios) con independencia de la reacción de los demás proveedores de servicios en el mercado (que en respuesta podrían aumentar sus niveles de producción para justamente cobrar esos precios más altos, y, como consecuencia de su accionar, la mayor producción pueden presionar a la baja los precios del mercado) (Comisión Europea, 1997, p. 5-6; Motta, 2018, p. 159). En virtud de ello, corresponder evaluar si el operador de un terminal portuario tiene un elevado o limitado poder de mercado en la provisión de cada servicio bajo estudio, tal como se realiza en el presente caso.

Ahora bien, para identificar si la empresa portuaria tiene un elevado o limitado poder de mercado, el primer paso consiste en delimitar el mercado relevante donde se brindan los servicios bajo estudio, y posteriormente se realiza la respectiva evaluación del poder de mercado. Como consecuencia de la evaluación del poder de mercado es posible obtener dos resultados: (i) la empresa tiene un considerable poder de mercado y puede determinar el precio u otras variables de mercado (como por ejemplo, la cantidad o calidad del servicio) sin tener en cuenta la reacción de las demás empresas ofertantes; o, (ii) la empresa tiene un limitado poder de mercado debido por ejemplo a que existen otros proveedores de servicios quienes ejercen presiones competitivas significativas, con lo que no existe riesgo de que una única empresa de manera unilateral pueda afectar los resultados del mercado. Por lo tanto, si la empresa portuaria tiene un importante poder de mercado, se justifica la regulación tarifaria (u otros esquemas de regulación); y, por el contrario, cuando tienen un limitado poder de mercado no corresponde regular los precios de los servicios u otras variables de mercado.

Cabe precisar que esta secuencia de análisis (que consiste en definir primero el mercado relevante y posteriormente evaluar el poder de mercado) es ampliamente utilizada por los académicos y profesionales vinculados con las evaluaciones de competencia en muchas jurisdicciones antimonopolio (Motta, 2018, p. 137). Prueba de ello es que viene siendo aplicada a nivel nacional por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) como agencia de competencia y por el Ositrán como regulador sectorial, así como a nivel internacional por las principales agencias de competencia de los Estados Unidos de América (EUA) y la Unión Europea. La mencionada secuencia de análisis ha sido recogida en el marco legal vigente peruano sobre determinación de poder de mercado.<sup>9</sup>

Bajo ese contexto, en las siguientes secciones se presenta la teoría económica sobre la definición del mercado relevante y la evaluación del poder de mercado, considerando en ambos casos las características propias de la industria portuaria.

### **1.1. Mercado relevante**

El mercado relevante es *“el conjunto de productos (y zonas geográficas) que ejercen cierta presión competitiva entre sí”* (Motta, 2018, p. 138). Según señala la Comisión Europea:

*“[l]a definición de mercado [relevante] permite determinar y definir los límites de la competencia entre empresas”, y “tanto desde el punto de vista del producto como de su dimensión geográfica debe permitir identificar a aquellos competidores reales de las empresas afectadas que pueden limitar el comportamiento de éstas o impedirles actuar con independencia de cualquier presión que resulta de una competencia efectiva”* (1997, p. C372/5).

---

<sup>9</sup> Ver el TUO de la Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas (PCM, 2019).

Como se observa, el mercado relevante tiene dos partes: el mercado del producto (o de servicio)<sup>10</sup> y el ámbito geográfico (también llamado mercado geográfico).<sup>11</sup> En virtud de ello, el TUO de la Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas establece que *“(e)l mercado relevante está integrado por el mercado de producto y el mercado geográfico”*, siendo que:

- *“(e)l mercado de producto relevante es, por lo general, el bien o servicio materia de la conducta investigada y sus sustitutos. Para el análisis de sustitución, la autoridad de competencia evaluará, entre otros factores, las preferencias de los clientes o consumidores; las características, usos y precios de los posibles sustitutos; así como las posibilidades tecnológicas y el tiempo requerido para la sustitución”, y*
- *“(e)l mercado geográfico relevante es el conjunto de zonas geográficas donde están ubicadas las fuentes alternativas de aprovisionamiento del producto relevante. Para determinar las alternativas de aprovisionamiento, la autoridad de competencia evaluará, entre otros factores, los costos de transporte y las barreras al comercio existentes”* (PCM, 2019, p. 19).

En consecuencia, con la finalidad de definir el mercado relevante, primero es determinado el mercado de producto o de servicio; y luego se debe acotar el respectivo ámbito geográfico del mercado o mercados en los cuales son brindados cada uno de los servicios portuarios bajo análisis. En línea con ello, considerando los aportes de Charles River Associates (2002, p. 22-24; 2004, p. 45-51), los criterios específicos aplicables para definir el mercado relevante en la industria portuaria son los siguientes:

- Con el objetivo de definir el mercado de producto o de servicio, *“primero, se debe identificar el servicio bajo análisis y sus demandantes, y luego se debe determinar qué servicio o conjunto de servicios es sustituto cercano del servicio en cuestión”* (Ositrán, 2020, p. 12). Además, también según Ositrán:

*“La identificación del servicio también implica evaluar si los servicios bajo análisis forman o no parte de un paquete de servicios, es decir, si son demandados de manera (individual o) conjunta por los usuarios, ya sea por razones técnicas de operatividad portuaria o por motivos comerciales”* (2020, p. 12).

El empaquetamiento de servicios suele ser frecuente en la industria portuaria (OECD, 2011a, p. 161) porque para completar el embarque o descarga de los productos es común que los usuarios portuarios requieran de más de un servicio en el terminal portuario (en adición al servicio de embarque o descarga). Cuando se habla de *“sustitutos cercanos se hace referencia a servicios que puedan ser considerados como alternativas razonables por un número significativo de usuarios”* (Ositrán, 2020, p. 12).

- *“En el caso del mercado geográfico se busca identificar el conjunto de zonas geográficas donde están ubicadas las fuentes alternativas de aprovisionamiento de los servicios relevantes previamente definidos”* (Ositrán, 2020, p. 12), es decir, se trata de identificar donde los usuarios portuarios pueden encontrar otro u otros puertos alternativos a través de los cuales movilizar sus productos. No obstante, para el caso particular de los servicios de almacenamiento portuario es preciso indicar que los proveedores alternativos pueden ser no solamente los almacenes de otros puertos sino también las áreas de almacenamiento que se ubican fuera de las instalaciones portuarias, es decir, los denominados depósitos o almacenes extraportuarios.

Un elemento importante que debe tenerse en cuenta cuando se define el mercado geográfico en la industria portuaria es el área de influencia o *hinterland* de un puerto, la cual se refiere a toda el área geográfica que puede ser atendida desde dicho puerto (Rodríguez,

---

<sup>10</sup> Los puertos principalmente brindan servicios. Por ello es correcto decir mercado de producto o servicio (OECD, 2011a, p. 160). En consecuencia, en el presente documento se utilizan indistintamente ambos términos.

<sup>11</sup> La división existente entre mercado de producto y geográfico es más de índole metodológica. En los diversos estudios revisados se realiza tal división para facilitar el ejercicio de definición de mercado relevante.

2020, p. 217; Vergara, 2018, p. 20).<sup>12</sup> Para ello resulta útil distinguir entre dos tipos de áreas o zonas de influencia de un puerto: el área de influencia fundamental o “cautiva” y el área de influencia competitiva o contestable (Notteboom et al., 2022, p. 375; Oxera, 2011, p. 2; Rodrigue, 2020, p. 217).

- El área o zona de influencia fundamental o “cautiva” es el espacio geográfico donde se ubican los usuarios portuarios para quienes un determinado puerto es el más cercano, el de más fácil acceso o aquel que tiene una ventaja competitiva debido a sus bajos costos generalizados de transporte de sus productos. En este caso, a través de ese puerto se moviliza la mayor parte de la carga cuyo lugar de origen o destino es el mencionado espacio geográfico, debido justamente a su proximidad y la carencia de alternativas competitivas para dichos usuarios portuarios. En tal sentido, como se explica en OECD (2011a, p. 233), el mercado geográfico para la carga interna estará determinado por el “área de captación” (*catchment area*) o área de destino de la carga del puerto, es decir, el rango geográfico del área interna desde la cual llegan los productos a ser embarcados por el puerto (es el caso de las exportaciones) o el ámbito geográfico hacia la cual es posible distribuir de manera rentable los productos descargados por dicho puerto (es el caso de las importaciones).
- El área o zona de influencia competitiva o contestable es el lugar o espacio por el cual un puerto debe competir más intensamente con otros puertos para hacerse del respectivo flujo de carga de dicho lugar, no existiendo un único puerto que tenga una clara ventaja respecto a los costos generalizados de transporte para los usuarios portuarios ubicados en ese espacio geográfico. Es conocido también como el margen competitivo puesto que esta área de influencia competitiva o contestable por lo general se encuentra ubicada en los límites de las zonas de influencia fundamental o “cautiva” de los puertos, las cuales inclusive pueden superponerse entre sí.

En línea con lo anterior, una empresa exportadora podría estar económicamente “cautiva” de un puerto (o sea dentro de su área o zona de influencia fundamental o “cautiva”) o, por el contrario, tener para elegir a otros puertos como su proveedor de servicios portuarios (es decir, ubicarse en el área de influencia competitiva o contestable del puerto bajo evaluación). La ubicación de la empresa exportadora respecto del puerto dependerá de las vías de interconexión con los puertos alternativos, del equipamiento e infraestructura portuaria disponible en los puertos potencialmente sustitutos para la eficiente exportación de sus productos, entre otros factores, entre otros factores (US Department of Justice & Federal Trade Commission [US DOJ & FTC], 2011, p. 5). De manera similar, una empresa importadora puede estar económicamente “cautiva” de un puerto debido a que sus fábricas, centros de distribución o almacenes hacia los cuales están destinados los productos importados están ubicados cerca del puerto, el cual por ese motivo se constituye en el punto más cercano, de más fácil acceso o aquel que representa el menor costo generalizado de transporte de las mercaderías (Ositrán, 2014a, p. 27-28; 2019a, p. 29-31). Así, la empresa operadora de un terminal portuario incluso podría diferenciar entre tipos de usuarios, de modo tal que: (i) establezca un mayor precio hacia los clientes “cautivos” sobre los cuales puede ejercer su poder de mercado porque están localizados dentro de los límites de su zona de influencia fundamental o “cautiva”; y (ii) cobre un menor precio - quizá equivalente a un mercado competitivo - para aquellos clientes que tienen proveedores alternativos justamente porque se ubican en el área de influencia competitiva o contestable del puerto (US DOJ & FTC, 2011, p. 5).

Cabe señalar que el concepto de cliente “cautivo” es relativo puesto se puede dejar de tener esa condición cuanto mayor sea su volumen de carga y cuente con capacidad para auto proveerse de servicios portuarios. En efecto, según Ositrán:

*“aquellas empresas que manejan elevados niveles de carga (a manera de referencia, podría manejarse un volumen igual o superior a las 700 mil t. por año) y con capacidad de replicar una facilidad portuaria (que ofrezca los servicios a la nave y a la carga),*

<sup>12</sup> Como señalan Behdani et al. (2020, p. 4), el concepto de área de influencia o *hinterland* está expresado mediante el mercado geográfico relevante.

*pueden adquirir poder de negociación que les permita constituirse en un potencial competidor interportuario, dejando de ser cautivo al TPM. Por el contrario, aquellas empresas que manejan volúmenes inferiores permanecerían siendo cautivas del mismo”.* (2014, p. 31)

Una vez explicado el concepto de mercado relevante y sus particularidades para la industria portuaria, ahora corresponde indicar la metodología que se usará para definir dicho mercado relevante (de servicio y su respectivo ámbito geográfico). En relación con ello, es importante señalar que existen diversos enfoques metodológicos utilizados en la definición de mercado relevante, los cuales son la técnica de correlación de precios, la aplicación de encuestas, el enfoque del experimento natural o análisis de *shock*, o incluso las pruebas formales y semiformales tales como el análisis de *ratio* de desviación, el análisis de pérdida crítica, la prueba del monopolista hipotético y la prueba de mercado relevante de equilibrio total (David y Garcés, 2010, p. 162). Las siguientes secciones presentan las técnicas más destacadas, como son la prueba del monopolista hipotético y el enfoque del experimento natural o análisis de *shock*, las cuales se emplearán en el presente estudio.

### **1.1.1. Prueba del monopolista hipotético**

La prueba del monopolista hipotético cuando es realizada en función del precio del servicio bajo análisis se conoce como la prueba del incremento pequeño pero significativo y no transitorio de los precios (SSNIP, por sus siglas en inglés), la cual fue planteada en los años 1982 y 1984 por la Comisión Federal de Comercio (FTC, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Justicia de los EUA (US DOJ, por sus siglas en inglés), respectivamente (US DOJ & FTC, 1992, p. 1; Ordoñez & Willig, 1993, p. 139). Desde entonces hasta la actualidad, la prueba SSNIP viene siendo aplicada a nivel mundial por diversas autoridades de competencia, tales como aquellas con jurisdicción en la Unión Europea, el Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Canadá, entre otros lugares (Davis & Garcés, 2010, p. 162; Motta, 2018, p. 138; Whish & Bailey, 2012, p. 27).

La prueba SSNIP se aplica para identificar los productos y las zonas geográficas que deben formar parte del mercado relevante, empezando el análisis con aquellos productos o áreas geográficas considerados como candidatos para formar parte de dicho mercado relevante. En tal sentido, si el precio de un servicio bajo análisis tiene un “incremento pequeño pero significativo (usualmente de entre 5% y 10%) y no transitorio” respecto del precio actual, pero en respuesta los usuarios portuarios no deciden adquirir otro servicio, entonces el mercado relevante quedará constituido solamente por el servicio considerado como producto relevante, el cual para los usuarios portuarios no tiene sustitutos puesto que aun cuando su precio aumente, la mayoría de ellos sigue demandándolo y no lo reemplazan por el otro servicio, correspondiendo detener la aplicación de la prueba SSNIP puesto que el mercado relevante estará correctamente especificado; caso contrario, es decir si los usuarios portuarios reemplazan el producto actual por el otro servicio, debe continuar aplicándose dicha prueba hasta que no haya algún otro producto sustituto más que deba ser incorporado en el mercado relevante (Motta, 2018, p. 138-139).

Sin embargo, como indica Motta (2018, p. 141-142):

*“[I]a aplicación de la prueba SSNIP a un punto de referencia (benchmark) de precios actuales podría conducir a una definición de mercado demasiado amplia, precisamente debido a que la empresa objeto de la investigación tiene una posición dominante.<sup>13</sup> Supongamos, por ejemplo, que la empresa es el único vendedor en el mercado del producto definido correctamente. Al ser un monopolista, podría haber fijado sus precios a un nivel tan alto que un nuevo aumento por encima de los precios actuales no sería rentable. Por lo tanto, la prueba SSNIP podría conducir a una definición de mercado demasiado amplia, que a su vez podría conducir a un cálculo de pequeñas cuotas de mercado y al hallazgo de ausencia de dominancia por parte de la empresa objeto de la investigación”.*

---

<sup>13</sup> En términos del presente documento ello significa que la empresa tiene un elevado poder de mercado.

La errónea definición muy extensa de los mercados relevantes como consecuencia de considerar precios monopólicos en vez de precios competitivos está ampliamente documentada en la literatura económica especializada en competencia y es conocida como la “falacia del celofán” (Motta, 2018, p. 141-142). Cabe precisar que, según el mencionado autor:

*“[e]l argumento de la falacia del celofán exige cierta cautela al aplicar la prueba SSNIP (...). La evidencia de que, por ejemplo, un aumento de precios de 5% daría lugar a una disminución de la demanda de más de 10 a 15% (que presumiblemente implica falta de rentabilidad del aumento) no debería tomarse como una prueba decisiva de que la delimitación del mercado tendría que ser más amplia”* (Motta, 2018, p. 142).

En tal sentido, bajo esas circunstancias, resulta razonable deducir que en caso se encuentren mercados menos amplios, este resultado puede considerarse robusto puesto que, aun cuando todo indicaba que, erróneamente, la prueba SSNIP iba a mostrar un mercado más amplio, en verdad terminó indicando un mercado menos amplio, por ejemplo, restringido o acotado a una determinada área geográfica.

Por lo tanto, cuando una empresa proveedora de servicios es objeto de regulación tarifaria debido a su elevado poder de mercado como consecuencia de ser un monopolio natural, la aplicación de la prueba SSNIP tiene que realizarse considerando que el aumento de precios no debe ser respecto del precio actual (probablemente monopólico) sino en relación con el precio de un mercado competitivo (Motta, 2018, p. 141-142). En línea con lo anterior, US DOJ & FTC (1992, p. 4) señalaron que:

*“A market is defined as a product or group of products and a geographic area in which it is produced or sold such that a hypothetical profit-maximizing firm, no subject to price regulation, that was the only present and future producer or seller of those products in that area likely would impose at least a “small but significant and nontransitory” increase in price, assuming the terms of sale of all other products are held constant. A relevant market is a group of products and a geographic area that is no bigger than necessary to satisfy this test.” [Un mercado se define como un producto o grupo de productos y un área geográfica en la que se vende de tal manera que una empresa hipotética maximizadora de beneficios, no sujeta a regulación de precios, que era el único productor o vendedor (...) de esos productos en esa área probablemente podría imponer al menos un incremento pequeño pero significativo y no transitorio de los precios, suponiendo que los términos de venta de todos los demás productos se mantuvieran constantes. Un mercado relevante es un grupo de productos y un área geográfica que no es más grande que lo necesario para satisfacer esta prueba]”<sup>14</sup>*

En consecuencia, la aplicación metodológicamente correcta de la prueba SSNIP debe realizarse tomando en cuenta aumentos de precios respecto del precio observado en un mercado competitivo y no sobre el precio actual (probablemente monopólico en nuestro estudio), y considerando una empresa hipotética maximizadora de beneficios, no sujeta a regulación de precios (es decir, una empresa que no cuenta con un elevado poder de mercado que justifique la aplicación de un régimen de regulación tarifaria). Con lo cual, queda claro que el criterio subyacente para aplicar la prueba SSNIP es considerar precios de un mercado competitivo, independientemente de si se trata de una empresa o un servicio específico sujeto a regulación tarifaria.

Por tal motivo, resulta útil distinguir entre dos escenarios que se configuran para el caso del terminal portuario objeto de estudio en la presente investigación: un escenario para los servicios regulados y otro para los servicios no regulados. Actualmente, en virtud de un acuerdo contractual entre el Estado Peruano y la empresa privada operadora del TPM, que fue

---

<sup>14</sup> Se refiere a la Guía Metodológica de Fusiones Horizontales del US DOJ y FTC del año 1992, la cual fue actualizada en el año 2010 pero mantiene su recomendación metodológica de que la prueba SSNIP se aplique considerando “a hypothetical profit-maximizing firm, not subject to price regulation”. [una empresa hipotética maximizadora de beneficios, no sujeta a regulación de precios] (US DOJ & FTC, 2010, p. 9). Cabe señalar que la mencionada recomendación metodológica también es recogida en Viscusi et al. (2005, p. 225-226).

seleccionada como resultado de un concurso público, en el mencionado terminal portuario se vienen brindando servicios portuarios regulados y no regulados:

- Escenario de servicios regulados: Es el caso de los servicios portuarios actualmente regulados cuyas tarifas iniciales<sup>15</sup> se determinaron por concurso público entre las empresas interesadas en encargarse de la provisión de servicios en el TPM. Como se verá más adelante, este puede ser el caso de los servicios de uso de muelle y almacenamiento, dos de los cuatro servicios portuarios objeto de análisis en la presente investigación. Las tarifas de ambos servicios se encuentran sujetas a regulación tarifaria y sus valores fueron establecidos como resultado de un concurso público realizado antes del inicio de su prestación a cargo de la actual empresa operadora de dicho terminal portuario, probablemente bajo la premisa de que cuando sean brindados el proveedor tendría un elevado poder de mercado en virtud de que se trataría de un segmento de monopolio natural dentro de la industria portuaria.<sup>16</sup>

En este escenario se puede considerar que al menos ha existido “competencia por el mercado”<sup>17</sup> entre las empresas interesadas en hacerse de la administración del TPM que participaron en el concurso público, con lo cual los precios en efecto podrían representar un precio de un mercado competitivo. Por ello, en principio resulta correcta la aplicación de la prueba SSNIP, aunque debería considerarse incorrecta dicha aplicación si no existe evidencia suficiente que indique que en el marco del mencionado concurso público se obtuvieron precios de un mercado competitivo.

- Escenario de servicios no regulados. Es el caso de los servicios portuarios actualmente no regulados, cuyos precios iniciales no fueron establecidos mediante concurso público por hacerse de la administración del TPM, probablemente bajo la premisa que en ese entonces no se trataba de un segmento con características de monopolio natural que justifique su regulación tarifaria. Como también se observará más adelante, este puede ser el caso de los servicios de transferencia y manipuleo, con los que se completan los cuatro servicios portuarios objeto de análisis en la presente investigación, para los cuales justamente se busca identificar si en efecto esa presunción (de ausencia de un elevado poder de mercado que llevó a no regular) se sigue manteniendo actualmente o por el contrario actualmente existe un elevado poder de mercado.

Dado que, en este escenario, los precios de los servicios portuarios no fueron obtenidos en el marco de un concurso público en el cual podría al menos haber existido “competencia por el mercado”, sino que fueron establecidos por el operador portuario de manera unilateral en un contexto en el cual no existiría “competencia en el mercado”<sup>18</sup> como se presume en este estudio, puede afirmarse que, bajo ese escenario, la prueba SSNIP no debe ser aplicable o, al menos, excepcionalmente aplicarla pero, como indica Motta (2018, p. 142), con ciertas reservas, sobre todo cuando los resultados indican mercados más amplios.

En consecuencia, dado que nos encontramos en un contexto donde se busca definir el mercado relevante para servicios portuarios en los cuales se presume que el proveedor cuenta con un elevado poder de mercado, resulta importante no solamente considerar la aplicación de la prueba SSNIP sino también de otra metodología, de modo tal que se obtengan resultados confiables que nos permitan formular una recomendación respecto de la ratificación o modificación de la política regulatoria tarifaria que se viene aplicando hasta ahora en el TPM.

---

<sup>15</sup> Se refiere a aquellas tarifas que la empresa portuaria empezó a cobrar cuando se empezaron a brindar los servicios portuarios.

<sup>16</sup> Ver Anexo 6.1 del Contrato de Concesión del TPM (Comité Especial de Puertos de la Comisión de Promoción de la Inversión Privada [Comité Especial de Puertos de la COPRI], 1999).

<sup>17</sup> La “competencia por el mercado” se refiere al caso en el cual, mediante un concurso público, el Estado selecciona de entre varias, a una única empresa que se encargará de la provisión de un servicio en particular (Geroski, 2003, p. 151).

<sup>18</sup> La idea de “competencia en el mercado” es la visión convencional de la existencia de competencia entre diversos proveedores establecidos en un mercado o entre ellos y potenciales entrantes (Geroski, 2003, p. 151).

### 1.1.2. Enfoque del experimento natural o análisis de *shock*

El enfoque del experimento natural o análisis de *shock* es una técnica empírica o de evidencia de efectos directos, cuyo uso en el marco de las investigaciones orientadas a medir el poder de mercado ha aumentado (Coate, 2013, p. 437; Johnson, 2008, p. 1).<sup>19</sup> Mediante esta técnica se busca medir la reacción en el precio de otro bien debido a un *shock* o choque exógeno en el precio de un bien (Davis y Garcés, 2010, p. 185). En la medida que el precio influye en la cantidad demandada, lo anterior también puede ser expresado como el cambio en el volumen demandado de otro bien debido a un *shock* o choque exógeno en la cantidad demandada de un bien. Cabe señalar que el *shock* o choque exógeno<sup>20</sup> es un evento histórico fuera del control de las empresas del mercado, cuyas consecuencias pueden ser útiles para identificar si existe o no un significativo poder de mercado (Johnson, 2008, p. 1).

Con la finalidad de mostrar la lógica subyacente a la aplicación del enfoque del experimento natural o análisis de *shock*, en la siguiente figura, se presenta un ejemplo hipotético tomado de Davis y Garcés (2010, p. 185). Sean dos servicios A y B cuyos precios iniciales son iguales  $P_1^A = P_1^B$ . Al respecto, ocurre una reducción exógena en el precio del servicio A de  $P_1^A$  a  $P_2^A$ , lo cual ocasiona en primer lugar que aumente de  $Q_1^A$  a  $Q_2^A$  la cantidad demandada del mismo servicio A.<sup>21</sup> Este aumento de la cantidad demandada del servicio A se explica porque hay usuarios nuevos del servicio A, que antes de ello justamente eran usuarios del servicio B con lo que se observa una reducción de la demanda del servicio B que se desplaza de la curva  $D_2(P_1^A)$  hacia la curva  $D_2(P_2^A)$ . Es decir, debido a la disminución en el precio del servicio A, los usuarios del servicio B lo han reemplazado por el servicio A, con lo cual es posible concluir que A y B son servicios sustitutos, debiendo ser considerados dentro del mismo mercado relevante. De lo anterior también es posible señalar que, por el contrario, cuando se incrementa el precio del servicio A y la demanda del servicio B no aumenta, sino que se mantiene en la curva  $D_2(P_1^A)$ ; corresponde concluir que ambos productos no son sustitutos y por ello no deben ser considerados dentro del mismo mercado geográfico relevante, posiblemente en virtud de la distancia existente entre los proveedores de ambos servicios. En ausencia de más empresas y considerando que una empresa brinda el servicio A y otra el servicio B, el hecho que ambos productos no sean sustitutos lleva a concluir que cada empresa podría ser considerada como un mercado relevante en sí misma.

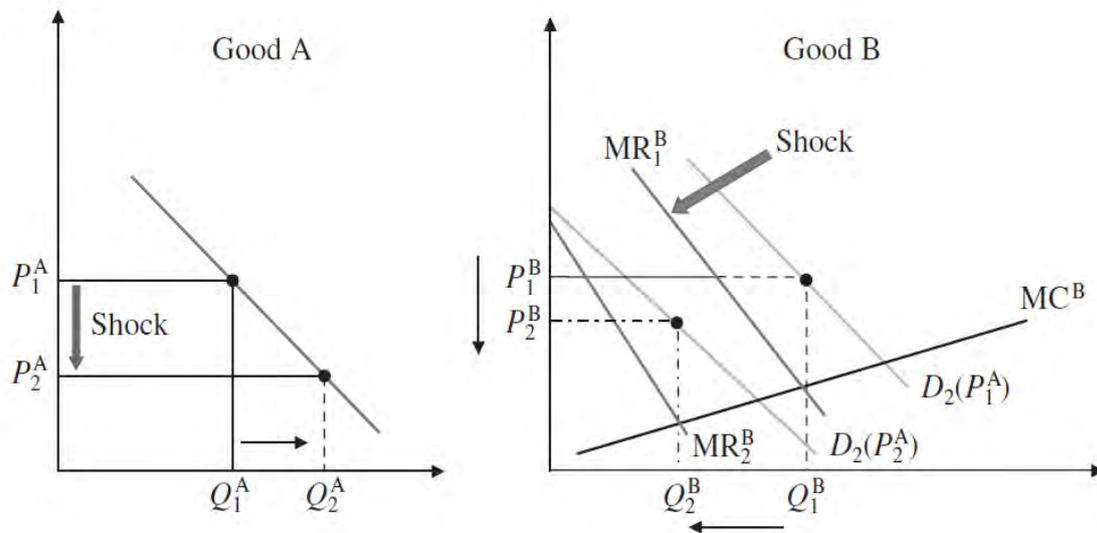
---

<sup>19</sup> Se usa la denominación de experimento natural en contraposición al experimento controlado de laboratorio, cuya aplicación en la ciencia económica es difícil o imposible (Coate & Fischer, 2012, p. 46).

<sup>20</sup> El *shock* o choque exógeno a veces también es llamado experimento natural (Johnson, 2008, p. 1).

<sup>21</sup> La caída exógena del precio en el ejemplo hipotético planteado por Davis y Garcés (2010, p. 185) se explica porque el área de *marketing* de la empresa plantea ese experimento para medir la sensibilidad de sus clientes ante variaciones en el precio de su servicio.

**Figura 1: Ejemplo hipotético del efecto en el precio de un servicio después de un *shock* o choque exógeno en el precio de otro servicio**



Tomado de: Davis y Garcés (2010, p. 185).

Si ambos productos son sustitutos entre sí, es posible indicar que la empresa que produce A interactúa estratégicamente con la empresa B, en el sentido que las decisiones comerciales que tome una de ellas (como un aumento de precios, ejecución de inversiones, etc.) y por ende los beneficios que obtenga, dependerá también de las decisiones comerciales de la otra empresa; es decir, existe interdependencia de beneficios empresariales. Cuando existe tal interdependencia de los beneficios empresariales se puede utilizar el enfoque metodológico de la teoría de juegos no cooperativos para modelar la conducta o elección de las empresas, siendo que operan en un mercado competitivo; y, por el contrario, si no existe la interdependencia de beneficios, será posible concluir que las empresas actúan una independientemente de la otra, siendo ello consistente más bien con un mercado monopólico (Church & Ware, 2000, p. 212-214).

En el ejemplo anterior, los efectos del *shock* se observaron primero en el cambio del precio y este a su vez modificó las cantidades demandadas, sin embargo, en una industria regulada, en particular con tarifas máximas, los efectos de un *shock* o choque exógeno no se observarán en los precios que son determinados previamente en un contrato o por la agencia de regulación tarifaria, sino en las cantidades demandadas de los servicios.

Cabe señalar que la aplicación del enfoque del experimento natural requiere en particular que el *shock* o choque exógeno que causa el cambio inicial del precio o la cantidad sea en efecto exógeno y no esté determinado por las condiciones del mercado que afectan a los usuarios o las empresas competidoras, en particular se debe asegurar que el mencionado *shock* o choque exógeno no se encuentre relacionado con la demanda de los servicios o con el costo de los insumos (Davis & Garcés, 2010, p. 185).

Sin embargo, como indican Davis y Garcés (2010, p. 188), aun cuando no estemos en una situación hipotética como la reducción exógena del precio de un producto como en el ejemplo hipotético, todavía resulta posible usar el enfoque del experimento natural o análisis de *shock* considerando cambios exógenos en los diversos factores determinantes de la oferta o demanda de un producto, correspondiendo a partir de ello deducir su grado de sustitución con otros productos. Son ejemplos de factores que podrían cambiar de manera exógena (es decir, sin relacionarse con movimientos de la demanda u oferta debido a causas no observadas por el investigador) y también afectar la demanda u oferta: la entrada de nuevos proveedores al mercado o incluso su salida, alguna modificación regulatoria, o cambios en los costos de los insumos o factores de producción. En esa línea, variaciones de la oferta o la demanda del producto bajo evaluación o de los posibles productos sustitutos resultan ser útiles para identificar hasta qué ámbito (geográfico) se encuentran interrelacionados los resultados de mercado, es

decir, los precios y las cantidades de los diversos productos bajo análisis (Davis & Garcés, 2010, p. 188).

En particular, identificar la reacción de una empresa ante el ingreso o salida de un posible competidor, resulta útil para medir la existencia o ausencia de un elevado poder de mercado en una industria (Johnson, 2008, p. 2). La aplicación del enfoque del experimento natural o análisis de *shock* en un contexto en el cual ocurre el ingreso o salida del mercado de un posible competidor requiere que en efecto dicho evento se trate de un *shock* o choque exógeno.

Al respecto, en el marco de los concursos públicos realizados por el Estado para elegir a la empresa encargada de la administración de un terminal portuario, los potenciales proveedores interesados en entrar al mercado portuario pueden comprometerse a construir en su totalidad un nuevo puerto, modernizar uno existente o incluso construir, modernizar o implementar una determinada infraestructura o equipamiento portuario importante dentro de un nuevo puerto o uno existente, independientemente del nivel de demanda observado en el terminal portuario (sin gatillo de demanda),<sup>22</sup> con lo cual se incrementa la capacidad del puerto para prestar servicios a una determinada categoría de carga (como el caso de la carga sólida a granel) o cargas en general.

En ese contexto se precisa que en particular la implementación de un nuevo equipamiento portuario en un puerto existente puede ser considerada como un *shock* o choque exógeno cuando se realiza debido a un compromiso (sin gatillo de demanda) de la empresa privada con el Estado y no como consecuencia de una decisión comercial de dicha empresa explicada por las condiciones del mercado que afectan a los usuarios o los puertos competidores, y tampoco se relaciona con la demanda de los servicios portuarios o con el costo de los insumos utilizados en su prestación puesto que es un compromiso de la empresa privada que no dependen del volumen de demanda. Así, mediante la aplicación del enfoque del experimento natural, un *shock* o choque exógeno ocurrido en un puerto puede ser utilizado para medir sus efectos sobre otro puerto, de modo tal que se pueda deducir si corresponde considerar a ambos puertos dentro del mismo mercado geográfico.

En la industria portuaria peruana, un ejemplo de *shock* o choque exógeno es la implementación del nuevo SDG del TNM que se realizó el 22 de febrero de 2016 debido a un compromiso asumido por la empresa prestadora de servicios portuarios cuando recibió el encargo de ser el único operador del mencionado terminal portuario, siendo que tal compromiso no dependía de alcanzar un determinado volumen de demanda, debiendo implementarse obligatoriamente en la fecha antes indicada, tal como puede observarse en el Apéndice 1 del Anexo 9 del Contrato de Concesión del TNM (APN y ProInversión, 2011). En principio, ese nuevo SDG del TNM pudo haber resultado de interés para aquellas empresas que en ese entonces importaban granos mediante el TPM porque el TNM con su SDG lanzaba al mercado portuario un mejor servicio, con una descarga más rápida respecto a la situación anterior, un atributo muy valorado por los importadores de cereales. Es decir, mediante el enfoque del experimento natural, el *shock* o choque exógeno ocurrido en el TNM puede utilizarse para delimitar el mercado geográfico relevante de los servicios portuarios que se brindan a los importadores de cereales en el TPM.

En base a lo anterior es posible señalar lo siguiente sobre la aplicación del enfoque del experimento natural o análisis de *shock* en la determinación del mercado relevante:

- En una industria regulada mediante tarifas máximas, los efectos de un *shock* o choque exógeno se observarán en las cantidades demandadas de los servicios antes que los precios porque estos últimos son fijados por la agencia regulatoria en tanto que las cantidades demandadas dependen finalmente de los usuarios, quienes en principio pueden reorientar sus preferencias a uno u otro proveedor de servicios en respuesta al *shock* o choque exógeno.
- La implementación de un nuevo equipamiento dentro de un puerto existente que incrementa la capacidad productiva para atender determinados tipos de carga puede ser considerada

---

<sup>22</sup> Se refiere a un compromiso de la empresa privada que no depende del logro de un determinado volumen de demanda de servicios portuarios (compromiso sin gatillo de demanda).

como un *shock* o choque exógeno cuando se realiza debido a un compromiso (sin gatillo de demanda) de la empresa privada con el Estado y no como consecuencia de una decisión comercial por las condiciones propias del mercado, y tampoco está relacionado con la demanda de los servicios o con el costo de los insumos de producción.

- El *shock* o choque exógeno ocurrido el 22 de febrero de 2016 con la implementación del nuevo SDG del TNM puede ser analizado para evaluar sus efectos sobre la demanda de servicios portuarios en el TPM y a partir de ello delimitar el mercado geográfico relevante en el cual opera este último terminal portuario que es el objeto de estudio.

Si el SDG del TNM contribuyó a reducir la demanda del TPM, se podrá decir que los usuarios de este último consideran como sustituto al primero, correspondiendo por ende incluir a ambos terminales en el mismo mercado geográfico; y, en caso contrario, si no hubo tal efecto, se puede concluir que ambos terminales portuarios no son sustitutos y por ello no se encuentran dentro del mismo mercado relevante, con lo cual resulta correcto concluir que el mercado geográfico se limita solamente al TPM.

Cabe señalar que el TNM está ubicado en El Callao y el TPM en Arequipa, es decir, una diferencia entre ellos es su ubicación geográfica. En virtud de ello, los usuarios del TPM -que como se verá son empresas importadoras cuyas fábricas y/o almacenes están localizados en Arequipa- pueden percibir que los servicios portuarios de este último terminal son diferentes de los servicios portuarios brindados en otros terminales, justamente en razón de la ubicación geográfica del TPM. Con ello puede ocurrir que los usuarios del TPM inclusive tengan una mayor propensión a pagar por los servicios de este terminal más cercano y no de otros terminales ubicados más lejos.

Bajo ese contexto puede resultar aplicable la teoría del oligopolio especial donde cada usuario prefiere adquirir los servicios brindados por empresas proveedoras ubicadas cerca de él, siendo que debido a ello el usuario tiene la disponibilidad de pagar un precio adicional por dichos servicios, con lo cual cada proveedor en cierta medida exhibe algún grado de poder de mercado en esa área geográfica justamente por la preferencia de los usuarios, tal como lo explican Carlton y Perloff (2015, p. 224 y 245). Cabe señalar que ese mayor precio no indica necesariamente un mayor poder de mercado por parte de las empresas ubicadas cerca de los usuarios sino solamente puede ser resultado de un mayor costo de provisión del servicio, relacionado justamente con la puesta a disposición de un terminal portuario cercano. Si se considerara que ese mayor precio indica indudablemente un elevado poder de mercado, puede caerse en el llamado sesgo por diferenciación espacial. En este estudio se considera nula la posibilidad de caer en un sesgo por diferenciación espacial porque no se efectúa una comparación de precios entre terminales portuarios, sino que, como se ha descrito antes, el análisis está orientado a evaluar si el flujo de demanda en el TPM se vio afectada con la implementación del mencionado SDG del TNM.

## **1.2. Evaluación del poder de mercado**

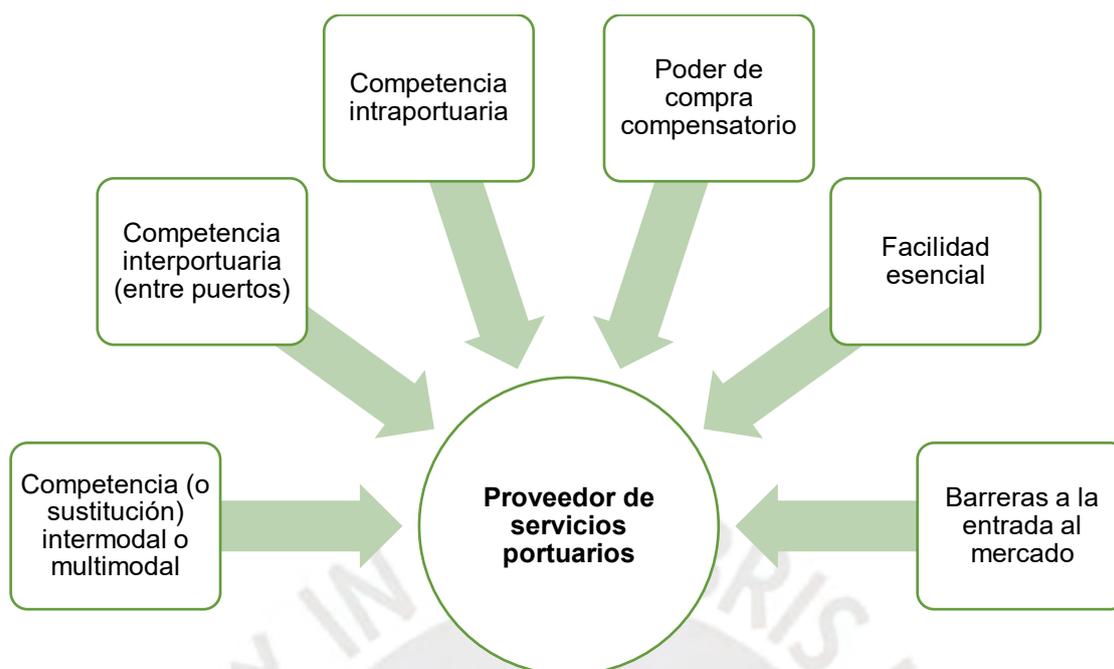
Luego de definir el mercado relevante en el cual se brinda el servicio portuario bajo análisis, el siguiente paso consiste en llevar a cabo una evaluación del grado de poder de mercado que tiene el correspondiente proveedor de servicios portuarios. En el presente estudio se evalúa el poder de mercado del operador del TPM en la provisión de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en dicho recinto portuario.

Según la revisión bibliográfica realizada por Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21),<sup>23</sup> el grado de poder de mercado que ostenta un proveedor de servicios portuarios depende de la existencia de diferentes fuentes de posible presión competitiva, tal como se muestra en la siguiente figura. Cabe indicar que esas posibles fuentes de presión competitiva a su vez se convierten en los criterios que se usarán en el presente estudio para evaluar el poder de mercado del operador del TPM.

---

<sup>23</sup> Las referencias bibliográficas consideradas por Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21) fueron Oxera (2011, p. 1-5), Pallis et al. (2008, p. 212-213), Rodrigue (2020, p.228) y World Bank (2007, p. 270).

**Figura 2: Criterios de evaluación del poder de mercado en la industria portuaria**



Fuente: Ositrán (2023a, p. 18 y 2023c, p. 20-21).

En efecto, según Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21):

*“la literatura económica señala que las presiones competitivas en la industria de servicios portuarios (...) pueden provenir principalmente de modos de transporte alternativos al marítimo,<sup>24</sup> tales como transporte aéreo, terrestre, ferroviario, fluvial o lacustre (competencia intermodal o incluso multimodal cuando se usa más de un tipo de transporte); otros puertos distintos al que está siendo objeto de análisis (competencia interportuaria); otros proveedores de servicios dentro del mismo puerto o terminal<sup>25</sup> bajo evaluación (competencia intraportuaria e intraterminal); poder de compra de los usuarios que compense el poder de mercado del proveedor del servicio portuario bajo análisis; y/o la ausencia de facilidades esenciales y de barreras a la entrada al mercado de servicios portuarios (...).”<sup>26</sup>*

Al respecto, es importante precisar lo siguiente sobre algunas de las mencionadas fuentes de presión competitiva en la industria portuaria:

- según señala Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21), “[e]n la medida que los clientes de los puertos tienen la capacidad para cambiar de proveedor o incluso autoabastecerse de los servicios portuarios, ellos pueden ejercer su poder de compra compensatorio para mantener bajos los precios de dichos servicios portuarios”;
- además, como también indica Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21), “[c]uando no es posible cambiar a otros modos de transporte (distintos al transporte marítimo), y los clientes no tienen poder de compra compensatorio, los puertos podrían ser considerados como una facilidad esencial para los usuarios portuarios”; y

<sup>24</sup> Cabe indicar que el puerto bajo análisis es un terminal portuario marítimo, no fluvial o lacustre.

<sup>25</sup> En términos generales, un puerto o terminal portuario puede tener varios terminales, amarraderos o muelles. Por ejemplo, dentro del TPM existen los muelles o amarraderos A, B y C además del Muelle F (Tisur, 2016, p. 4-5; 2021, p. 50).

<sup>26</sup> Estos criterios metodológicos también pueden utilizarse para la etapa anterior en la cual se define el mercado relevante del servicio bajo evaluación. De manera similar aquella metodología descrita en el acápite anterior también puede emplearse para medir el poder de mercado con los criterios propios de la industria portuaria.

- finalmente, Ositrán (2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21) señala que “[l]as barreras a la entrada al mercado son de tres tipos: barreras económicas (niveles de inversión requeridas para ingresos de nuevos operadores portuarios), barreras legales o institucionales (concesiones de exclusividad), y barreras de localización (no disponibilidad de tierras para nuevos operadores portuarios)”.

Cabe indicar que estos criterios vienen siendo empleados por la autoridad regulatoria sectorial del Perú en sus evaluaciones de poder de mercado de los servicios portuarios (Ositrán, 2023a, p. 18; 2023c, p. 20-21).

Como se muestra en la siguiente figura de manera esquemática, en virtud de los resultados de la evaluación, las opciones de política regulatoria en la industria portuaria dependen del grado de poder de mercado: (i) si la empresa portuaria exhibe un significativo o elevado poder de mercado, debe optarse por implementar o continuar aplicando la regulación tarifaria de modo tal que se evite incurrir en un problema de ineficiencia asignativa donde los precios de los servicios analizados están por encima del nivel de mercado; y, (ii) cuando se identifique que el proveedor de servicios portuarios no cuenta con un significativo poder de mercado corresponde dejar sin efecto la regulación tarifaria en caso se esté aplicando, de modo tal que se evite incurrir en costos de regulación innecesarios, dado que el mercado se puede regular por sí mismo, sin la intervención de una agencia regulatoria (Ositrán, 2021a).

**Figura 3: Opciones de política regulatoria en la industria portuaria**



Fuente: Ositrán (2021a).

## 2. RELEVANCIA EMPÍRICA

El TPM es el primer puerto o terminal portuario peruano cuya administración fue encargada por el Estado a una empresa privada. En efecto, desde 1999, la empresa Terminal Internacional del Sur S.A. viene operando el mencionado terminal portuario.

En el Perú, los servicios portuarios públicos se pueden clasificar en dos categorías: (i) servicios regulados, en los cuales el proveedor de servicios cobra a sus usuarios una contraprestación económica (denominada tarifa regulada) cuyo monto ha sido establecido mediante un acuerdo contractual<sup>27</sup> o por una autoridad regulatoria,<sup>28</sup> ello bajo la premisa de que existe un significativo poder de mercado; y (ii) servicios portuarios no regulados, en los cuales la contraprestación económica que pagan los usuarios no es fijada por una autoridad regulatoria sino por el propio mercado,<sup>29</sup> ello bajo la presunción que el proveedor de servicios portuarios carece de un elevado poder de mercado.

<sup>27</sup> Por acuerdo contractual debe entenderse al caso cuando los valores de las tarifas reguladas fueron establecidos en contratos de concesión luego de un concurso público donde participaron diversas empresas interesadas en ser las encargadas de brindar servicios en un determinado puerto público.

<sup>28</sup> Es cuando la agencia regulatoria se encarga de establecer los valores de las tarifas reguladas.

<sup>29</sup> El marco legal relacionado con el sector de infraestructuras de transporte de uso público (entre las cuales se encuentran los puertos) indica que aquella contraprestación que pagan los usuarios por un servicio regulado es denominada simplemente tarifa, en tanto que el importe cobrado por un servicio no regulado es llamado precio (Ositrán, 2021a, p. 5). Sin embargo, como indica Barrantes (2019, p. 20), “[e]n términos económicos, no existe ninguna diferencia entre una tarifa y un precio”. Por ello, en el presente estudio, ambos términos (tarifas y precios) son usados de manera indistinta.

Bajo ese contexto, actualmente en el TPM se brindan tanto servicios regulados como servicios no regulados. Al respecto se señala que:

- entre los servicios regulados se encuentran el uso de muelle o *wharfage* que corresponde al *“uso de la infraestructura [portuaria] para permitir la operación de traslado de carga de la nave a la zona designada para almacenamiento y viceversa”* así como el almacenamiento que *“[e]s el servicio de permanencia y custodia que se presta a toda la carga que ingresa al terminal”* (Tisur, 2022, p. 11 y 14).<sup>30</sup> La regulación tarifaria de estos servicios portuarios se estableció en el acuerdo contractual firmado en el año 1999, a partir del cual Tisur empezó a encargarse de la operación del TPM.<sup>31</sup> Desde entonces hasta la actualidad, mediante sucesivos pronunciamientos emitidos en los años 2004, 2009, 2014 y 2019, el Ositrán ha decidido mantener dicha regulación tarifaria porque el proveedor de los referidos servicios portuarios cuenta con un significativo poder de mercado (Ositrán, 2004b; 2009; 2014b; 2019b); y
- entre los servicios no regulados se encuentra la transferencia o tracción<sup>32</sup> que *“(…) comprende el traslado de la carga desde el muelle hasta las áreas de almacenamiento del terminal o viceversa”* y su manipuleo que *“(…) comprende la recepción o apilamiento de la carga en las áreas de almacenamiento del terminal [portuario] así como su entrega o despacho para el retiro”* del almacén (Tisur, 2022, p. 12), respecto de los cuales a la fecha aún no se ha realizado una evaluación del poder de mercado del respectivo proveedor de modo tal que sea posible decidir si debería regularse o, por el contrario, debe permanecer desregulado como es en la actualidad.<sup>33</sup>

Cabe señalar que los mencionados servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de la carga son los más demandados por parte de los usuarios del TPM, lo que se ha acentuado en los últimos años. Por esa razón resultan ser los servicios más importantes para la operación del mencionado terminal portuario. En efecto, durante el periodo 2010-2014, dichos servicios en conjunto representaron el 89% del total de los ingresos del terminal portuario; en tanto que hacia el periodo 2015-2020, ese porcentaje aumentó hasta alcanzar el 97%. Este resultando, como se observa enseguida, se explica principalmente por el servicio de manipuleo de carga cuya participación aumentó de 28% a 56% entre ambos periodos de tiempo, más que compensando la reducción de la importancia relativa del almacenamiento que pasó de 21% a 8%.

---

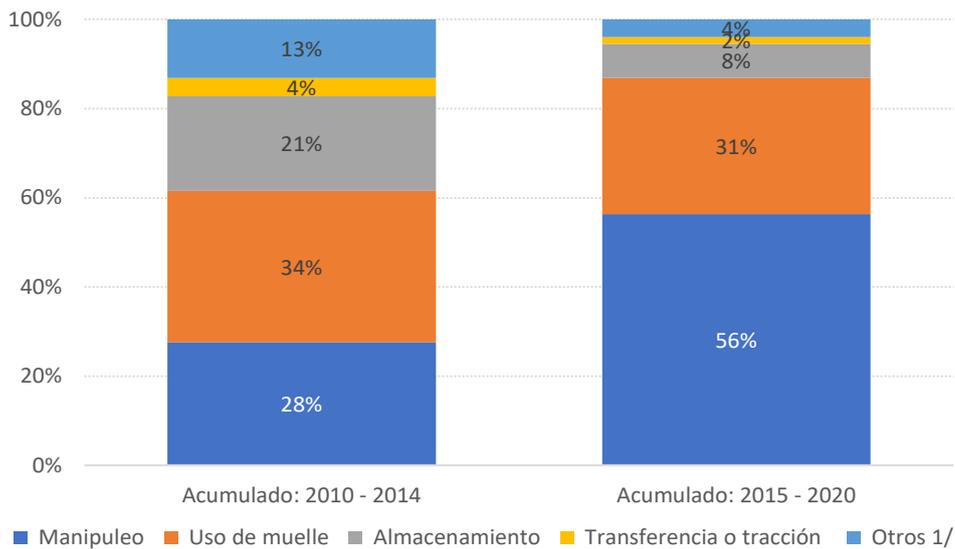
<sup>30</sup> Cabe señalar que no todos los servicios de almacenamiento están regulados en el terminal portuario bajo análisis. Por ello es importante precisar que *“el servicio regulado de almacenamiento en el TPM está referido al almacenamiento de trigo y otros cereales a granel en silos bajo el régimen de importación”* hasta el día 20 (Ositrán, 2019, p. 33). *“El servicio [de almacenamiento] se inicia a partir del día siguiente de finalizada la descarga de la nave o a partir del día de que la carga es recibida en el terminal para su embarque”* (Tisur, 2022, p. 14).

<sup>31</sup> Se refiere al Contrato de Concesión del TPM (Comité Especial de Puertos de la COPRI, 1999).

<sup>32</sup> Ver Anexo C del Contrato de Concesión del TPM (Comité Especial de Puertos de la COPRI, 1999).

<sup>33</sup> El Contrato de Concesión del TPM no estableció la regulación tarifaria de los mencionados servicios de transferencia y manipuleo de carga en dicho recinto portuario (Comité Especial de Puertos de la COPRI, 1999).

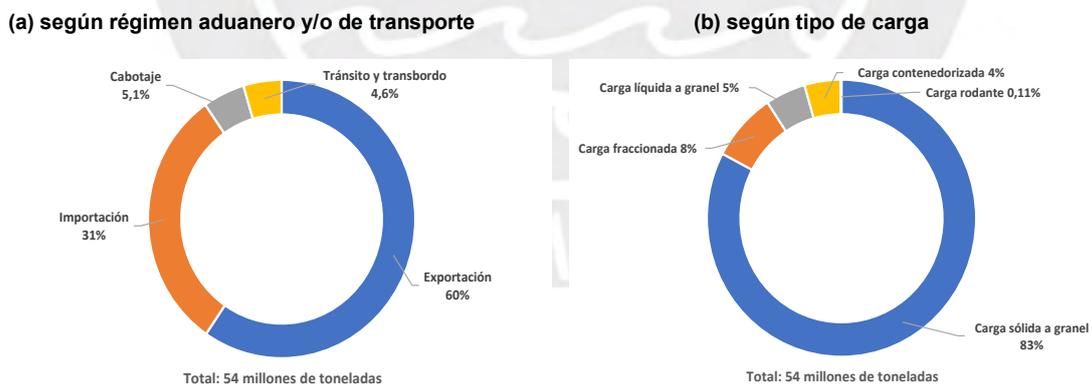
**Figura 4: Ingresos obtenidos por el TPM, según tipo de servicio, 2010-2014 VS 2015-2020**



1/ Incluye otros servicios, entre los cuales se encuentran el uso de amarradero y el alquiler de equipos.  
Fuente: Ositrán (2021c, p. 35).

Además, la mayoría de la carga del TPM se movilizó bajo los regímenes de transporte de exportaciones (60%) e importaciones (31%) durante el periodo 2010-2020; y los principales productos correspondieron a aquellos clasificados dentro de la categoría de carga sólida a granel, la cual, como se muestra a continuación, representó el 83% del volumen total de carga. La carga sólida a granel se refiere a “[t]odo producto natural o elaborado, en grano, polvo, grumos o en partículas que, durante todas las fases de la operación portuaria es movilizado sin envase o empaque” (Comité Especial de Puertos de la COPRI, 1999, p. 782). En el caso del TPM, esta categoría de carga sólida a granel incluye principalmente minerales (concentrados de cobre en su mayoría, y carbón), cereales (como maíz y trigo) y fertilizantes.<sup>34</sup>

**Figura 5: Volumen de carga movilizada por el TPM, según régimen aduanero y/o de transporte y tipo de carga, 2010-2020**



Fuente: Ositrán (2021c, p. 35).

Es importante señalar que, como se explica en Ositrán (2018, p. 12), desde el año 2009:

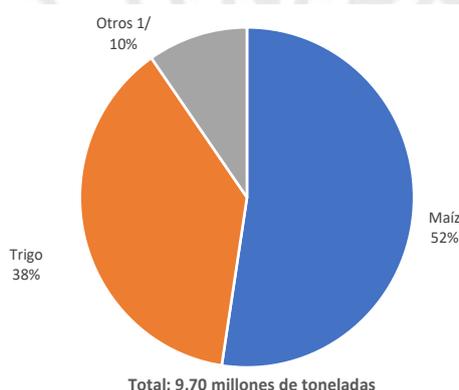
*“no se encuentran regulados los servicios a la nave y a la carga prestados al segmento de usuarios con capacidad de auto proveerse dichos servicios, que gozan de poder de negociación y que hayan firmado o firmen contratos de largo plazo con Tisur para la*

<sup>34</sup> La identificación de los principales productos dentro de esta categoría de carga corresponde al periodo 2013-2017, tal como se encuentran indicado en Ositrán (2019a, p. 28).

prestación de servicios portuarios en el Terminal Portuario de Matarani”,<sup>35</sup> siendo un ejemplo de ello “el caso de los servicios que Tisur viene brindando en el TPM a las empresas mineras Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (...), Minera Las Bambas S.A. (...) y Compañía Minera Antapaccay S.A. (...), con quienes (Tisur) ha firmado contratos hasta el fin del periodo de concesión (es decir, 2029) para el embarque de sus productos mineros mediante el (...) Muelle F” del TPM. Cabe precisar que el mencionado Muelle F es una infraestructura ubicada dentro del TPM que es usada para brindar servicios portuarios a las referidas empresas mineras para sus exportaciones de cobre.

Como se indicó anteriormente, después de los minerales, la carga sólida a granel más importante en el TPM son los cereales. A su vez, la información estadística de Tisur<sup>36</sup> muestra que, dentro de la categoría de cereales, el maíz y trigo son los productos más importantes dado que en conjunto representaron el 90% del total de cereales movilizados mediante el mencionado terminal portuario durante el periodo 2000-2021. Cabe indicar que se trata de cereales importados.

**Figura 6: Volumen de importaciones de cereales mediante el TPM, según tipo de producto, 2000-2021 (toneladas)**



1/ Entre los otros productos se encuentran la soya y la cebada.  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Por los motivos indicados anteriormente, se considera importante evaluar el poder de mercado en la provisión de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales importados mediante el TPM en el periodo enero 2000 – febrero 2022 para identificar si la autoridad administrativa debe continuar o modificar el actual esquema regulatorio tarifario aplicable en el mencionado terminal portuario. En otras palabras, la relevancia empírica de la investigación se manifiesta en la importancia de mostrar evidencia de mercado a fin de determinar si los servicios bajo análisis deben continuar bajo un esquema regulado en lo que respecta al uso de muelle y el almacenamiento, y si corresponde mantener desregulados la transferencia y el manipuleo.

En línea con el marco teórico desarrollado en la sección anterior, así como la relevancia empírica de la presente investigación, es importante señalar que cualquier decisión, es decir, mantener la regulación o desregular algún servicio, tendrá un impacto sobre la eficiencia en el mercado de servicios portuarios, toda vez que:

- regular cuando existen suficientes presiones competitivas puede enviar al mercado señales distorsionadas de precios si se establece una tarifa máxima por debajo del nivel competitivo,

<sup>35</sup> La desregulación tarifaria fue establecida por el Ositrán mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 029-2009-CD/OSITRAN (Ositrán, 2009).

<sup>36</sup> Cabe indicar que la información estadística de Tisur sobre los servicios brindados en el TPM, la cual es utilizada a lo largo del presente estudio, fue obtenida mediante una solicitud de acceso a la información pública - SAIP (con número de registro SAIP 2022011077 y Expediente N° 0133-2022-SAIP) dirigida al Ositrán bajo el marco de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ocasionándose artificialmente excesos de demanda (escasez) en el mercado (Viscusi et al., 2005, p. 642-646; Mankiw, 2012 p. 112-113).<sup>37</sup> Esto a su vez puede ocasionar un desvío de la carga hacia el puerto que cobra una menor tarifa debido a una incorrecta regulación, en detrimento de otro puerto no regulado que recibe menos carga solamente porque cobra un precio mayor pero equivalente al nivel competitivo, y no por razones de mercado, tales como la calidad de sus servicios portuarios; y,

- mantener la desregulación o liberar tarifas cuando existen un significativo poder de mercado, puede generar importantes problemas de ineficiencia asignativa en el mercado puesto que los precios cobrados por las empresas se ubicarían por encima del precio competitivo (Viscusi et al., 2005, p. 376), ocasionando un aumento del precio de los servicios portuarios incorrectamente desregulados o no regulados. Si bien, como indican Meersman et al. (2003, p. 373), los precios de los servicios portuarios representan una porción pequeña del total del costo logístico de transporte internacional de mercaderías, un aumento significativo de dichos precios puede contribuir en alguna medida a reducir la competitividad de los productos peruanos de exportación y encarecer las importaciones.

### 3. HIPÓTESIS

En línea con el marco teórico y la relevancia empírica de la presente investigación que fueron desarrollados ampliamente en las secciones anteriores, en este capítulo se explica el planteamiento de las hipótesis de trabajo respecto del impacto de la implementación del SDG del TNM sobre la demanda de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en el TPM.

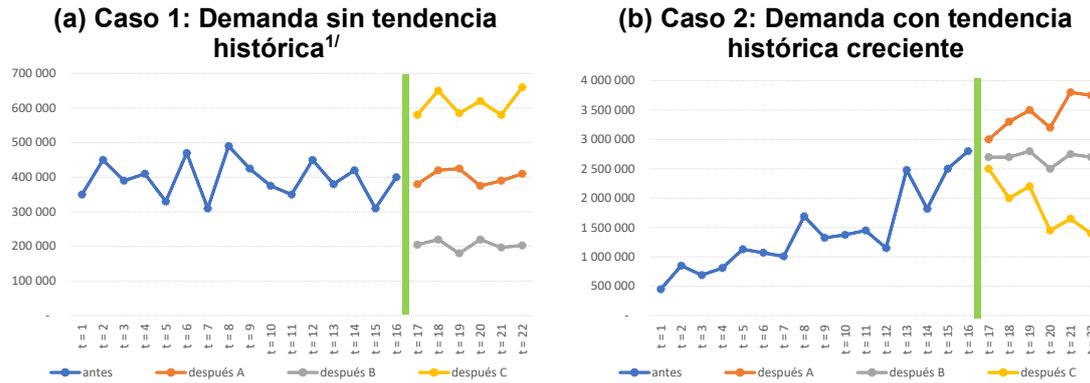
Específicamente, se espera que el *shock* o choque exógeno dado por la implementación del SDG del TNM haya contribuido a reducir la demanda en el TPM o al menos cambie su tendencia histórica en un sentido tal que indique que en efecto los usuarios del TPM consideran que el TNM puede ser un proveedor alternativo de servicios portuarios; caso contrario, no es posible concluir que los usuarios del TPM ven como un puerto alternativo al TNM. De esa manera, si ambos terminales portuarios son sustitutos deberían estar en el mismo mercado relevante, y por el contrario si no son sustitutos, deberían estar en diferentes mercados relevantes, con lo cual si no existen otros puertos sustitutos el mercado relevante del TPM solamente debe estar acotado a sí mismo en lo que respecta a su ámbito geográfico.

Así, como consecuencia de la implementación del SDG del TNM: (i) cuando el mercado relevante deba limitarse únicamente al TPM, la demanda en este último terminal debe mantenerse en su mismo nivel histórico previo o aumentar (como en los escenarios A y B del lado izquierdo de la siguiente figura) o continúe con su misma tendencia histórica previa (como en el escenario A del lado derecho de la siguiente figura); y, (ii) por el contrario, cuando corresponda ser ampliado el mercado geográfico, debe encontrarse que la demanda en el TPM se redujo (como el escenario C del lado izquierdo de la siguiente figura) o su tendencia histórica previa cambió (como en los escenarios B y C del lado derecho de la siguiente figura). Es decir, corresponde comparar la demanda de servicios portuarios del TPM antes y después del SDG del TNM, ello con la finalidad de contrastar si las diferencias que pudieran existir son o no estadísticamente significativas.

---

<sup>37</sup> Si la tarifa máxima es establecida por encima del precio que prevalecería bajo condiciones de competencia, sería nulo el efecto de la tarifa máxima en los resultados de mercado (en términos de precios y cantidades) porque las empresas pueden ofertar un menor precio que sea igual al precio competitivo; y, dado ese precio competitivo, los consumidores en conjunto podrían adquirir una cantidad igual a la cantidad del mercado competitivo; con lo cual el precio y la cantidad ofertada/demanda coincide con sus niveles competitivos (Mankiw, 2012, p. 112-113).

**Figura 7: Evolución hipotética de la demanda en el TPM, antes y después del SDG del TNM**  
(toneladas por año)



Nota: La evolución de la demanda puede seguir infinitas trayectorias diferentes, sin embargo, en esta figura solamente se muestran dos de ellas. Como se observará más adelante en el subsiguiente capítulo, las dos trayectorias que se presentan en esta figura representan aquellas que corresponden a la evolución mensual y trimestral de la demanda en dicho terminal portuario.

1/ Se dice que la trayectoria no tiene tendencia o que su tendencia es constante.

Adaptado de: Davis y Garcés (2010, p. 185).

Cuando se busque comparar el nivel histórico de la demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del SDG del TNM (como el lado izquierdo de la figura anterior), la hipótesis nula establecerá que las medias en ambos subperiodos son iguales en tanto que la hipótesis alternativa planteará que son diferentes, tal como se muestra a continuación:

$$H_0 : \mu_{después} = \mu_{antes}$$

$$H_1 : \mu_{después} \neq \mu_{antes}$$

donde:

$\mu_{antes}$  y  $\mu_{después}$  : medias poblacionales de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM

De manera similar, cuando se busque comparar la tendencia histórica de la demanda del TPM antes y después del SDG del TNM (como el lado derecho de la figura anterior), primero deben definirse las respectivas ecuaciones que describen la tendencia histórica de la demanda en el TPM antes y después del SDG del TNM. Considerando ello, corresponde indicar que, en términos estadísticos, se pretende comparar dos modelos de regresión, los cuales se describen en seguida:

$$Y_{i,antes} = \beta_0^{antes} + \beta_1^{antes} X_{i1}^{antes} + \varepsilon_{i,antes}$$

$$Y_{j,después} = \beta_0^{después} + \beta_1^{después} X_{j1}^{después} + \varepsilon_{j,después}$$

donde:

$Y_i$  y  $Y_j$ : volumen de demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM donde  $i = 1, 2, \dots, \bar{n}_{antes}$  y  $j = 1, 2, \dots, \bar{n}_{después}$ ,

$X_1$  : indicador correlativo de los periodos antes y después del nuevo SDG en el TNM,

$\beta_0$  y  $\beta_1$  : interceptos y pendientes de las tendencias del periodo anterior y posterior a la implementación del nuevo SDG en el TNM, y

$\varepsilon_i$  y  $\varepsilon_j$  : términos de error de las tendencias del periodo anterior y posterior a la implementación del nuevo SDG en el TNM.

Cabe señalar que en reemplazo del indicador correlativo de los periodos antes y después del nuevo SDG en el TNM, se puede emplear una variable explicativa de la demanda de servicios portuarios en el TPM con lo que se puede describir de mejor manera la estructura del anterior sistema de ecuaciones. En ese caso, la comparación de los dos modelos de regresión permitirá identificar si el nuevo SDG en el TNM afectó la relación entre la demanda en el TPM y sus factores explicativos o determinantes.

Bajo ese contexto, la comparación de la tendencia histórica de la demanda en el TPM antes y después del SDG del TNM implica que las hipótesis nula y alternativa deben expresarse en términos del intercepto y la pendiente de las ecuaciones anteriormente enunciadas, tal como se muestra a continuación.

	<b>Hipótesis nulas</b>	<b>Hipótesis alternativas</b>
<b>Interceptos</b>	$H_0 : \beta_0^{antes} - \beta_0^{después} = 0$	$H_1 : \beta_0^{antes} - \beta_0^{después} \neq 0$
<b>Pendientes</b>	$H_0 : \beta_1^{antes} - \beta_1^{después} = 0$	$H_1 : \beta_1^{antes} - \beta_1^{después} \neq 0$

En resumen, la hipótesis general en el presente estudio es que la implementación del SDG del TNM el 22 de febrero de 2016 no contribuyó a reducir el nivel promedio o a cambiar la tendencia histórica en la demanda de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en el TPM durante el periodo enero 2000 – febrero 2022; lo cual en términos estadísticos significa que se contrastarían las hipótesis nulas de igualdad de medias así como de igualdad de interceptos y pendientes. En virtud de ello, correspondería concluir que ambos terminales portuarios no son sustitutos desde la perspectiva de los usuarios portuarios, razón por la que, en ausencia de otros proveedores de servicios portuarios, el mercado geográfico relevante debería estar limitado solamente al mencionado TPM.

Cabe precisar que la variable por explicar o dependiente es la demanda de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en el TPM la cual es aproximada mediante el volumen de carga de cereales importados a través del mencionado terminal portuario, cuya evolución será analizada para identificar si tuvo un efecto sobre ella el *shock* o choque exógeno dado por la implementación de un nuevo SDG en el TNM, o si este *shock* o choque exógeno tuvo impacto sobre la relación de la demanda del TPM con sus factores determinantes.

#### 4. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS

Los lineamientos metodológicos que se describen en este capítulo están orientados a contrastar las hipótesis nulas y alternativas planteadas en la sección anterior respecto del impacto de la implementación del SDG del TNM el 22 de febrero de 2016 sobre la demanda de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en el TPM.

La comparación del volumen promedio de demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del SDG del TNM es realizada mediante el ampliamente usado *test* de medias o prueba de comparación de medias; en tanto que la similitud o diferencia entre las tendencias históricas o los modelos de regresión es contrastada mediante una prueba estadística de comparación de interceptos y pendientes.

El periodo de análisis es enero 2000 – febrero 2022 dentro del cual existen 265 observaciones mensuales (sin contar el mes en el que se implementó el SDG del TNM), con lo cual el subperiodo previo es enero 2000 – enero 2016 (193 observaciones) y el subperiodo posterior es marzo 2016 - febrero de 2022 (72 observaciones).<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Cabe especificar que, el *test* de medias o prueba de comparación de medias se aplicará sobre la información en frecuencia mensual, con lo cual el periodo de análisis es en efecto enero 2000 – febrero 2022. A su vez, la prueba estadística de comparación de interceptos y pendientes se aplicará con la información trimestral (datos mensuales

Cabe señalar que la aplicación de ambos procedimientos estadísticos (*test* de medias y prueba de comparación de interceptos y pendientes) requiere que se cumplan un conjunto de supuestos metodológicos para asegurar que los resultados son confiables. Los mencionados supuestos metodológicos se refieren a cómo se obtuvieron los datos empleados en el estudio, el tipo o la categoría de dichos datos y sus propiedades. Bajo ese contexto, en la siguiente tabla se muestran los supuestos metodológicos y un comentario acerca del por qué corresponde asumir dichos supuestos en el presente estudio para aplicar tanto el *test* de medias como la prueba de comparación de interceptos y pendientes.

**Tabla 1: Análisis del cumplimiento de los supuestos metodológicos para aplicar los *tests* o pruebas estadísticas de comparación entre dos grupos**

N°	Supuesto metodológico	Comentario
1	La muestra de datos es aleatoria, es decir, resulta ser representativa de la población; razón por la cual los resultados muestrales permiten hacer inferencias para la población. Si la muestra de datos no es representativa adecuadamente las características de la población entonces los resultados de analizar esa muestra no serán estadísticamente válidos para la población.	La información obtenida para la presente investigación es representativa del TPM bajo análisis. No es finalidad del presente estudio extrapolar los resultados para el resto de los terminales portuarios ni para la industria peruana en su totalidad, puesto que como corresponde en el caso de las evaluaciones de poder de mercado, el análisis <i>antitrust</i> es caso por caso; es decir, servicio por servicio o terminal por terminal en el caso de la industria portuaria.
2	Los datos deben ser continuos. Son ejemplos de variables continuas, las medidas de altura, peso y temperatura.	En nuestro estudio, se analiza el volumen de carga movilizada en el TPM que está expresado en toneladas. Por ello queda claro que se trata de una variable continua porque mide el peso de la carga.
3	Los datos de la muestra deben seguir una distribución normal o cada grupo debe tener más de 15 observaciones.  Cuando cada grupo tiene más de 15 observaciones, la distribución de los datos puede estar sesgada y los resultados del <i>test</i> o prueba estadística aún seguirán siendo confiables. Además, si hay más de 15 observaciones en cada grupo, el investigador no se debe preocupar demasiado acerca del supuesto de normalidad. Por el contrario, si cada grupo tiene menos de 15 observaciones, entonces se debe evaluar si la distribución está sesgada o presenta valores atípicos o <i>outliers</i> . <sup>1/</sup>	La información disponible sobre la demanda de servicios portuarios en el TPM contiene más de 15 observaciones en cada grupo: antes y después del nuevo SDG del TNM, tanto en información mensual como trimestral. En principio, ello es suficiente para que deje de ser una preocupación el supuesto de normalidad. Sin embargo, es importante indicar que se evaluará si en efecto los datos siguen una distribución normal, implementado para ello un análisis gráfico con los correspondientes histogramas de frecuencias. Cuando la variable en niveles no exhiba una distribución normal, es posible expresarla en logaritmos naturales o en primeras diferencias <sup>2/</sup> para evaluar si en estos casos siguen una distribución normal.
5	Los grupos son independientes, es decir, contienen diferentes conjuntos de datos. Las observaciones deben pertenecer solamente a uno de los dos grupos bajo análisis y no tener relación con los datos del otro grupo.	En nuestro estudio, las observaciones sobre la demanda en el TPM solo pueden corresponder al periodo previo o posterior al SDG del TNM, siendo materialmente imposible que pertenezcan a la vez a ambos grupos. Además, se postula que los datos del periodo previo no

agrupados por trimestres) que cubre el periodo de análisis I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (88 observaciones incluyendo el trimestre en el que se implementó el SDG del TNM), dividido entre el subperiodo previo I trimestre 2000 – IV trimestre 2015 (64 observaciones) y el subperiodo posterior I trimestre 2016 – IV trimestre 2021 (24 observaciones).

N°	Supuesto metodológico	Comentario
		guardan relación con aquellos del periodo posterior. Por si ello no fuera suficiente, con la finalidad de asegurar que no exista dicha relación, la variable de análisis no solamente es evaluada en niveles sino también en primeras diferencias para evitar que alguna posible relación, afecte este supuesto metodológico.
6	Los grupos pueden tener varianzas iguales o diferentes varianzas. Cuando las varianzas son iguales se pueden utilizar los <i>test</i> estadísticos comúnmente usados como el <i>test</i> o prueba t de <i>Student</i> ; sin embargo, cuando las varianzas son diferentes, en el caso del mencionado <i>test</i> o prueba t de <i>Student</i> se debe implementar la corrección de Welch. Si las varianzas son diferentes y también son diferentes los tamaños de los grupos, se debe utilizar una corrección al <i>test</i> o prueba estadística de modo tal que se considere que las varianzas son desiguales.	Con el objetivo de identificar en cual caso nos encontramos, en el presente estudio primero se implementará un <i>test</i> o prueba estadística para identificar si las varianzas de los grupos son iguales o diferentes. Posteriormente, dependiendo de los resultados, corresponderá aplicar el <i>test</i> o prueba t de <i>Student</i> (cuando las varianzas son iguales) o con la corrección de Welch (para varianzas diferentes).

1/ Algunos investigadores incluso señalan que aun cuando en ambos grupos se tengan aproximadamente 20 observaciones en total, puede esperarse obtener resultados confiables aun cuando la población no siga una distribución normal.

2/ Cuando la variable está expresada en diferencias, en todos los casos, se refiere a la primera diferencia, es decir, el valor de un periodo menos el valor del periodo anterior.

Fuente: Anderson et al. (2020, p. 493), Frost (2020, p. 43-52).

Para asegurar que se cumplan los supuestos metodológicos señalados anteriormente, antes de aplicar el *test* de medias y la prueba de comparación de interceptos y pendientes, resulta importante verificar si los datos de la demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del SDG del TNM en efecto siguen una distribución normal y si contienen valores atípicos o *outliers* que puedan afectar la confiabilidad de los resultados de ambos procedimientos estadísticos.

- Para evaluar el supuesto de normalidad de los datos se analiza su distribución mediante los ampliamente utilizados histogramas de la variable bajo análisis tanto en niveles como en logaritmos naturales y en diferencias.
- Con la finalidad de identificar los valores atípicos o *outliers*, se implementa el ampliamente usado *test* de Tukey representado por el gráfico de cajas y bigotes o *boxplot* con la corrección de Carling.<sup>39</sup> Sin embargo, dado que *a priori* no es posible saber si el valor atípico o *outlier* se trata de un dato erróneo o simplemente un evento extremadamente inusual, antes que simplemente retirarlos del análisis como suele realizarse de manera automática en las diversas investigaciones, en la presente investigación se ha optado por contrastar las hipótesis (nulas y alternativas) con y sin los valores atípicos o *outliers* para contribuir a asegurar que sean válidos los resultados del presente estudio.

Además, en la medida que se contrastarán las hipótesis (nulas y alternativas) planteadas en el capítulo anterior mediante procedimientos estadísticos, previamente es importante analizar dos conceptos: el nivel de significancia  $\alpha$  y el  $p - value$ . Por ello, en seguida, se explican ambos conceptos, así como su utilidad y aplicación en esta investigación.

<sup>39</sup> El Anexo 1 presenta la metodología de identificación de datos atípicos o *outliers*.

- El nivel de significancia indica el riesgo de afirmar que no son iguales los parámetros (interceptos y pendientes) de las líneas de tendencia en la demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM, cuando realmente son iguales.<sup>40</sup> O, expresado solo en términos estadísticos, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula (que plantea igualdad de parámetros) cuando en realidad es verdadera dicha hipótesis nula. Cabe añadir que el complemento del nivel de significancia, es decir,  $1 - \alpha$ , es conocido en estadística como nivel de confianza y es un indicador de la probabilidad de no rechazar la hipótesis nula cuando en efecto es verdadera.

Como es usual en los estudios aplicados, en la presente investigación, para contrastar nuestras hipótesis también asumimos un nivel de significancia de 0,05, es decir,  $\alpha = 5\%$ , con lo cual el nivel de confianza asciende a 0,95 es decir  $1 - \alpha = 95\%$ . En el caso de nuestras hipótesis de trabajo, el nivel de confianza de 95% que es asumido en el presente estudio a partir del valor considerado para el nivel de significancia, indica que existe un 95% la probabilidad de concluir que son iguales los parámetros (interceptos y pendientes) que describen las líneas de tendencia de la demanda en el TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM, cuando en efecto son iguales.

En términos estadísticos, el nivel de significancia es llamado error tipo I o falso positivo. Por ello puede resultar útil que nuestro enfoque se concentre en minimizar el error tipo I o los casos de falsos negativos porque en el presente estudio planteamos que son iguales los interceptos de la tendencia de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM y también proponemos que las respectivas pendientes son iguales, es decir que, en efecto, son verdaderas las correspondientes hipótesis nulas. Sin embargo, minimizar el error tipo I o los casos de falsos negativos (mediante la reducción de  $\alpha$  por ejemplo, de 5% a 1%) lleva también a incrementar el riesgo de incurrir en el denominado error tipo II o también llamado falso negativo (usualmente denotado por  $\beta$ ),<sup>41</sup> es decir, el riesgo de no rechazar la hipótesis nula a pesar que es falsa.

Como se dijo anteriormente, el error tipo I o los casos de falsos positivos se pueden reducir simplemente disminuyendo  $\alpha$ , lo cual es sencillo porque ello es un supuesto establecido por el investigador, mientras que, reducir el error tipo II o los casos de falsos negativos es más complicado porque para conocer su valor se requiere saber si la hipótesis nula en efecto es verdadera o falsa, lo cual justamente se busca contrastar en el presente estudio. Cabe precisar que minimizar el error tipo II, es decir, reducir el riesgo de “aceptar” la hipótesis nula, aunque en realidad es falsa, por su propia definición, es equivalente a aumentar la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa, lo que es conocido como potencia o poder estadístico de la prueba estadística (que quedaría denotado como  $1 - \beta$ ). A su vez, la potencia o poder estadístico de la prueba estadística depende de cuatro factores:

- el tamaño del efecto que estamos intentando detectar, que en nuestro caso sería la magnitud del efecto del nuevo SDG del TNM sobre la demanda del TPM, pero dicha magnitud lamentablemente está fuera del control del investigador y es justamente lo que en la presente investigación se intenta medir en caso existiera;
- la cantidad de datos bajo análisis o tamaño de muestra, que es el factor más determinante en la potencia o poder estadístico de la prueba o del *test* y es la mejor manera de incrementar dicha potencia;
- las pruebas o *test* estadísticos paramétricos (en los cuales el investigador asume que los datos tienen una determinada distribución, a menudo la distribución normal) tienen mayor potencia o poder estadístico en comparación con las pruebas o *test* estadísticos no paramétricos (en las que no se asume una determinada distribución de los datos); y,

<sup>40</sup> Corresponde a la comparación del intercepto del periodo anterior con el intercepto del periodo posterior al nuevo SDG del TNM, así como la comparación de la pendiente del periodo anterior con la pendiente del periodo posterior.

<sup>41</sup> No debe confundirse con los parámetros del sistema de dos ecuaciones o de la ecuación única, los cuales están denotados también por la letra griega  $\beta$  pero con sus respectivos sub y super índices.

- tal como se puede deducir de lo indicado en el párrafo anterior, aumentar el nivel de significancia  $\alpha$  también incrementa la potencia o poder estadístico, pero también sube el riesgo de rechazar o no aceptar una verdadera hipótesis nula.

De lo último es posible deducir que existe una disyuntiva o un *trade off* entre el error tipo I y el error tipo II porque cuando se busca reducir el error tipo I, necesariamente aumenta el riesgo de incurrir en el error tipo II, y viceversa. En la medida que simultáneamente no es posible minimizar ambos errores, en la práctica se debe priorizar uno por encima del otro, para lo cual debe analizarse la particularidad del estudio que se esté llevando a cabo.

Bajo ese contexto, es importante recordar que, en el presente estudio, la hipótesis nula establece que fue nulo el impacto del nuevo SDG del TNM sobre la demanda del TPM, lo cual a su vez implica que el mercado geográfico relevante está delimitado solamente a este último terminal portuario que se constituiría como única fuente de aprovisionamiento, con lo cual existe un elevado poder de mercado y debe por ello regularse. En consecuencia, de manera resumida, si la hipótesis nula es verdadera entonces es posible concluir que existe un elevado poder de mercado que justifica la regulación tarifaria en la industria portuaria; en tanto que si la hipótesis nula resulta ser falsa, corresponde concluir que no hay un elevado poder de mercado, con lo cual no existe justificación para implementar un régimen de regulación tarifaria para los servicios portuarios objeto de estudio.

A su vez, como es posible observar en la siguiente tabla, la decisión correcta de política regulatoria en la industria portuaria es regular cuando existe elevado un poder de mercado o no regular cuando no existe un elevado poder de mercado; en tanto que son decisiones incorrectas no regular cuando existe elevado poder de mercado (llamado error tipo I en términos estadísticos) y regular cuando no existe elevado poder de mercado (conocido como error tipo II en términos estadísticos).

**Tabla 2: Decisión de política regulatoria en la industria portuaria y poder de mercado de parte de la empresa proveedora de servicios portuarios**

		Decisión de política regulatoria en la industria portuaria	
		“Aceptar” (regular)	“Rechazar” (no regular)
Hipótesis nula	Verdadera: existe elevado poder de mercado	<p><b>Decisión correcta</b> (nivel de confianza <math>1 - \alpha</math>): regular cuando existe elevado poder de mercado.</p> <p>Posibles ejemplos: uso de muelle o <i>wharfage</i>, y almacenamiento de cereales.</p>	<p>Error tipo I (falso positivo, nivel de significancia <math>\alpha</math>): no regular cuando existe elevado poder de mercado.</p> <p>Posibles ejemplos: transferencia y manipuleo de cereales.</p>
	Falsa: no existe elevado poder de mercado	<p>Error tipo II (falso negativo con riesgo equivalente a <math>\beta</math>): regular cuando no existe elevado poder de mercado.</p>	<p><b>Decisión correcta</b> (potencia o poder estadístico de la prueba o del <i>test</i> denotado como <math>1 - \beta</math>): no regular cuando no existe elevado poder de mercado.</p>

Adaptado de: Anderson *et al.* (2020, p. 423).

Bajo ese contexto, es importante señalar lo siguiente:

- En virtud de ello, dado que no es deseable no regular cuando existe un elevado poder de mercado, corresponde priorizar la minimización del error tipo I de no regular cuando existe elevado poder de mercado, como se postula que sería el caso de los servicios de transferencia y manipuleo de cereales en el TPM, con lo cual se corroborarán los resultados reduciendo el nivel de significancia hasta  $\alpha = 1\%$  inclusive, que se ubica por debajo del usualmente considerado  $\alpha = 5\%$ .

- Pero también es importante evitar que se regule cuando no existe un elevado poder de mercado (o sea minimizar el error tipo II). En virtud de ello, los resultados serán medidos por separado, buscando aumentar la potencia o poder estadístico de la prueba o del *test* mediante:
  - o el incremento del tamaño de muestra, lo cual se logra considerando información mensual del periodo enero 2000 – febrero 2022;
  - o la implementación de pruebas o *test* estadísticos paramétricos en vez de no paramétricos, que como se puede advertir se logra mediante la aplicación de los mencionados *test* de medias y prueba de comparación de interceptos y pendientes que son *test* estadísticos paramétricos; y
  - o el aumento del nivel de significancia hasta  $\alpha = 10\%$  inclusive, que se ubica por encima del usualmente considerado  $\alpha = 5\%$ .

Se espera que los resultados de aumentar la potencia o poder estadístico de la prueba o del *test* para evitar que se regule cuando no existe elevado poder de mercado, sean equivalentes a aquellos que se obtuvieron minimizando el error tipo I o sea el riesgo de no regular cuando existe elevado poder de mercado.

- A su vez, el  $p - value$  indica la probabilidad de que sea verdadera la hipótesis nula: un menor (mayor) valor indica que es menor (mayor) la probabilidad de hipótesis nula cierta. Corresponde rechazar la hipótesis nula cuando  $p - value \leq \alpha$  (lo que equivale a aceptar la hipótesis alternativa); y, en caso contrario, si  $p - value > \alpha$  entonces corresponde no rechazar la hipótesis nula, es decir, “aceptarla” (lo cual equivale a rechazar la hipótesis alternativa).

Dado que, como ha sido evidenciado anteriormente, en efecto se cumplen los supuestos metodológicos señalados al inicio de este capítulo, en las siguientes secciones se describen de manera detallada los lineamientos metodológicos sobre la aplicación del *test* de medias, así como de la prueba de comparación de interceptos y pendientes en la presente investigación.

#### 4.1. Test de medias

El *test* de medias se implementa mediante la prueba t o también llamada t de *Student* que es el método clásico y más comúnmente usado para comparar las medias de dos grupos poblacionales bajo análisis.<sup>42</sup> Se tienen dos casos de este procedimiento estadístico: uno cuando las dos poblaciones tienen varianzas iguales; y otro cuando las varianzas son diferentes.

##### 4.1.1. Test de medias con varianzas iguales

Como se indicó anteriormente, en el caso del *test* de medias, la hipótesis nula indica que son iguales las medias de la demanda de servicios portuarios del TPM antes y después del SDG del TNM, en tanto que la hipótesis alternativa señala que ambas medias son diferentes, tal como se muestra a continuación:<sup>43</sup>

$$H_0 : \mu_{después} = \mu_{antes}$$

$$H_1 : \mu_{después} \neq \mu_{antes}$$

Las hipótesis se contrastan mediante la aplicación de la prueba t, bajo la cual es posible tener un control exacto sobre el nivel de significancia  $\alpha$  o error tipo I cuando se asumen los siguientes supuestos:

<sup>42</sup> La referencia bibliográfica para aplicar el *test* de medias se tomó de Wilcox (2003, p. 238-245).

<sup>43</sup> Las hipótesis nula y alternativa son iguales a aquellas que se describieron en el capítulo anterior.

- el muestreo para obtener la información fue aleatorio;
- el muestreo provino de distribuciones normales;<sup>44</sup> y
- los dos grupos que se están comparando tienen varianzas iguales (homocedasticidad<sup>45</sup>); es decir,  $\sigma_{después}^2 = \sigma_{antes}^2$  que son las varianzas poblacionales correspondientes a los grupos con medias también poblacionales  $\mu_{después}$  y  $\mu_{antes}$  de la demanda en el TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM, respectivamente.

Como se ha mostrado anteriormente, en este estudio, se verifica el cumplimiento de los supuestos de muestreo aleatorio y normalidad en la distribución de los datos. Para identificar si existe homocedasticidad se aplica una prueba de comparación de varianzas entre dos poblaciones. El Anexo 2 muestra la metodología de esta prueba estadística.

Antes de aplicar la prueba t corresponde indicar cómo se calcula la mencionada varianza común. Para ello sea  $\sigma_p^2$  la varianza poblacional común de ambos grupos,  $s_{antes}^2$  y  $s_{después}^2$  las respectivas varianzas de las respectivas muestras de los dos grupos, así como  $n_{antes}$  y  $n_{después}$  los correspondientes números de observaciones (muestra) sobre la demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM. La estimación de la varianza común  $s_p^2$  para ambos grupos es:

$$s_p^2 = \frac{(n_{después} - 1)s_{después}^2 + (n_{antes} - 1)s_{antes}^2}{n_{después} + n_{antes} - 2}$$

El estadístico t o t calculado para el *test* de medias se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$T_{calculado} = \frac{\bar{X}_{después} - \bar{X}_{antes}}{\sqrt{s_p^2 \left( \frac{1}{n_{después}} + \frac{1}{n_{antes}} \right)}}$$

donde:

$\bar{X}_{antes}$  y  $\bar{X}_{después}$  : medias muestrales de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM.

A su vez, el correspondiente t tabulado o de tabla, como indica su nombre, se obtiene de la tabla estadística de la distribución t de *Student* considerando un nivel de confianza  $1 - \alpha$  así como  $v = n_{antes} + n_{después} - 2$  grados de libertad.<sup>46</sup>  $t_{tabulado, 1-\alpha, v} = t_{tabulado}$ .

Cabe adicionar que el intervalo de confianza  $1 - \alpha$  para la diferencia de medias poblacionales es:

$$\bar{X}_{después} - \bar{X}_{antes} \pm t_{tabulado} \sqrt{s_p^2 \left( \frac{1}{n_{después}} + \frac{1}{n_{antes}} \right)}$$

Se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias cuando se cumple que  $|T_{calculado}| \geq t_{tabulado}$ .

<sup>44</sup> Más adelante, en este mismo capítulo, se presentará el análisis sobre el cumplimiento de los supuestos de aplicación del *test* de medias.

<sup>45</sup> Si las varianzas son desiguales, se denomina heterocedasticidad.

<sup>46</sup> En Laurencelle y Dupuis (2002, p. 27-29) se encuentran los correspondientes valores de tabla o también se pueden obtener con la fórmula de cálculo disponible en MS Excel® denominada *DISTR.T.INV*.

#### 4.1.2. Test de medias con varianzas desiguales

Si no puede ser asumido el supuesto de que las varianzas poblacionales de los dos grupos son iguales (homocedasticidad), es decir, cuando la prueba de comparación de varianzas indica que son diferentes (heterocedasticidad), la prueba t de *Student* para comparar dos medias poblacionales debe aplicarse considerando la corrección de Welch.

Bajo la prueba t con la corrección de Welch, la hipótesis nula también establece que las medias poblacionales son iguales en tanto que la hipótesis alternativa plantea que son diferentes, tal como se indicó anteriormente. Para contrastar las hipótesis nula y alternativa, se calcula un estadístico W con la siguiente fórmula.

$$W_{\text{calculado}} = \frac{\bar{X}_{\text{después}} - \bar{X}_{\text{antes}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{después}}^2}{n_{\text{después}}} + \frac{s_{\text{antes}}^2}{n_{\text{antes}}}}}$$

Los estimados de los errores estándar de las correspondientes medias muestrales  $\bar{X}_{\text{antes}}$  y  $\bar{X}_{\text{después}}$  son  $q_{\text{antes}}$  y  $q_{\text{después}}$  respectivamente.

$$q_{\text{antes}} = \frac{s_{\text{antes}}}{n_{\text{antes}}} \text{ y } q_{\text{después}} = \frac{s_{\text{después}}}{n_{\text{después}}}$$

Los grados de libertad del t tabulado o de tabla  $\hat{\nu}$  son calculados según la fórmula siguiente:

$$\hat{\nu} = \frac{(q_{\text{después}} + q_{\text{antes}})^2}{\frac{q_{\text{después}}^2}{n_{\text{después}} - 1} + \frac{q_{\text{antes}}^2}{n_{\text{antes}} - 1}}$$

A su vez el t tabulado o de tabla, como en el caso anterior, también es obtenido de la tabla estadística de la distribución t de *Student* considerando un nivel de confianza  $1 - \alpha$  pero con  $\hat{\nu}$  grados de libertad:  $t_{\text{tabulado}, 1-\alpha, \hat{\nu}} = t_{\text{tabulado}}$ .

Cabe señalar que, en este caso, el intervalo de confianza  $1 - \alpha$  para la diferencia de medias poblacionales es:

$$\bar{X}_{\text{después}} - \bar{X}_{\text{antes}} \pm t_{\text{tabulado}} \sqrt{\frac{s_{\text{después}}^2}{n_{\text{después}}} + \frac{s_{\text{antes}}^2}{n_{\text{antes}}}}$$

La regla de decisión establece que se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias cuando se cumple que  $|W_{\text{calculado}}| \geq t_{\text{tabulado}}$ .

#### 4.2. Prueba de comparación de interceptos y pendientes

La prueba de comparación de interceptos y pendientes es un procedimiento estadístico que permite comparar la tendencia histórica lineal de la demanda de servicios portuarios en el TPM antes y después del SDG del TNM.<sup>47</sup> Como se indicó anteriormente, las siguientes ecuaciones describen las líneas de tendencia de la demanda en el TPM antes y después del SDG del TNM.<sup>48</sup>

$$Y_{i,\text{antes}} = \beta_0^{\text{antes}} + \beta_1^{\text{antes}} X_{i1}^{\text{antes}} + \varepsilon_{i,\text{antes}}$$

<sup>47</sup> Las referencias metodológicas se tomaron de Anderson et al. (2020, p. 417-523), Frost (2019, p. 289-294) y Kutner et al. (2005, p. 313-327 y 329-335).

<sup>48</sup> La comparación de los interceptos y pendientes de la demanda del TPM antes y después del SDG del TNM implica identificar si existe un cambio estructural o si los parámetros (interceptos y pendientes) se mantuvieron estables (en los mismos valores) entre ambos periodos de tiempo. Por ello, en principio parece ser aplicable el tradicional *test* de Chow que justamente es una prueba de cambio estructural o de estabilidad de los parámetros de dos modelos de regresión (Gujarati & Porter, 2008, p. 254-259).

$$Y_{j,después} = \beta_0^{después} + \beta_1^{después} X_{j1}^{después} + \varepsilon_{j,después}$$

Asimismo, la lectura o interpretación de las hipótesis planteadas en el capítulo anterior son descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Hipótesis nulas y alternativas para la prueba de comparación de interceptos y pendientes de la evolución de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM**

	Hipótesis nulas <sup>1/</sup>	Hipótesis alternativas <sup>1/</sup>
<b>Interceptos</b>	$H_0 : \beta_0^{después} - \beta_0^{antes} = 0$	$H_1 : \beta_0^{después} - \beta_0^{antes} \neq 0$
<b>Pendientes</b>	$H_0 : \beta_1^{después} - \beta_1^{antes} = 0$	$H_1 : \beta_1^{después} - \beta_1^{antes} \neq 0$
<b>Lectura</b>	Son estadísticamente iguales los interceptos y las pendientes de las líneas de tendencia que describen la demanda de servicios portuarios del TPM, antes y después de la implementación del SDG del TNM. <sup>2/</sup>	Son estadísticamente diferentes los interceptos y las pendientes de las líneas de tendencia que describen la demanda de servicios portuarios del TPM, antes y después de la implementación del SDG del TNM. <sup>2/</sup>
<b>Conclusión</b>	La tendencia histórica en la demanda de servicios portuarios del TPM se mantuvo igual antes y después de la implementación del del SDG del TNM.	La implementación del SDG del TNM modificó la tendencia histórica de la demanda de servicios portuarios del TPM.

1/ Las hipótesis nula y alternativa también son aquellas que se describieron en el capítulo anterior.

2/ Nos estamos refiriendo a la comparación del intercepto del periodo anterior con el intercepto del periodo posterior al nuevo SDG del TNM, así como la comparación de la pendiente del periodo anterior con la pendiente del periodo posterior. Fuente: Anderson et al. (2020, p. 417-523), Frost (2019, p. 289-294), Kutner et al. (2005, p. 329-335), Paternoster et al. (1998, p. 862).

El volumen de demanda en el TPM se refiere solamente a la descarga de cereales mediante la modalidad de importación. A su vez, el nivel de importaciones de un país depende de un indicador de su actividad económica interna (como el Producto Bruto Interno – PBI) de manera positiva, así como de los precios de los productos que se importan al país de manera negativa (OECD, 2011b; Vacu y Odhiambo, 2020, p. 101 y 115). A modo de ejemplo se señala lo indicado por Mankiw (2012, p. 730) respecto de que cuando se reduce el PBI de Europa, también caen sus importaciones; y viceversa, cuando aumenta el PBI de Europa también se incrementan sus importaciones. En términos específicos de la demanda de servicios en la industria portuaria, González y Trujillo (2003, p.5) señalan que:

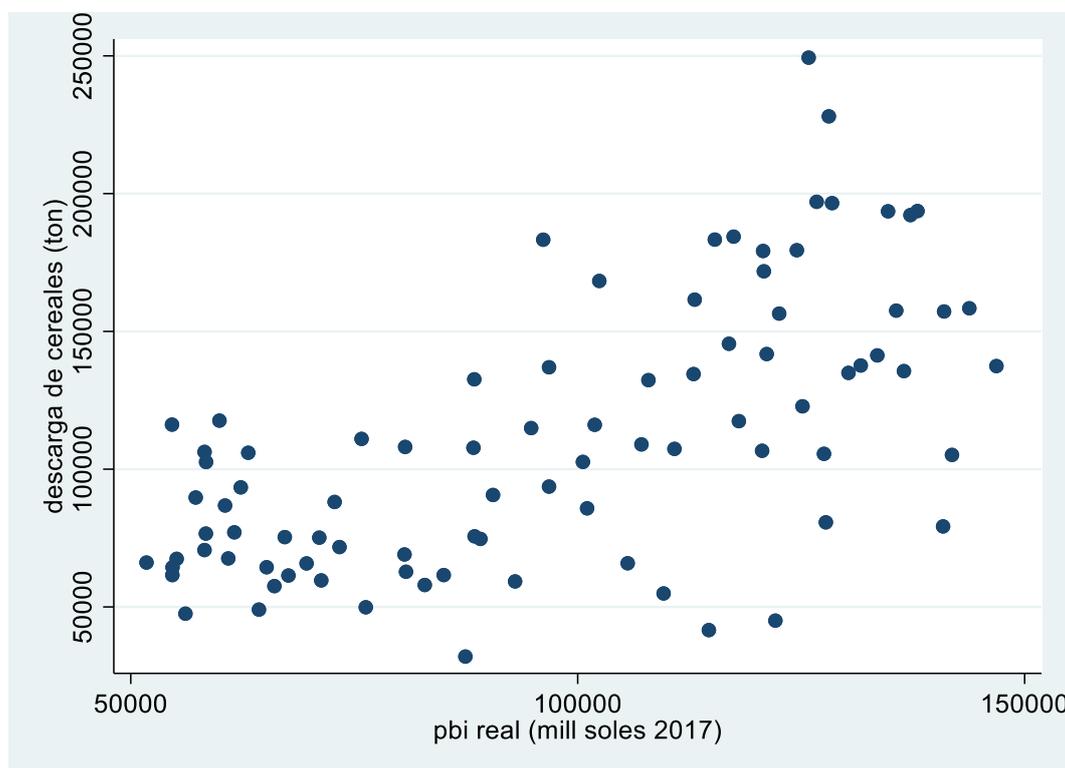
*“la actividad portuaria, en general, (...) responde a la actividad económica de una región”, siendo que “(e)l crecimiento económico y el desarrollo de la producción industrial (...) determinan una mayor demanda de servicios de transporte marítimo” y posterior descarga de importaciones en los terminales portuarios, es decir, la demanda de servicios portuarios “está altamente condicionada por los ciclos económicos”.*

En tal sentido, resulta razonable esperar que, para fines de nuestro estudio, exista una relación positiva entre el volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM (en relación con la descarga de cereales) y el PBI de la zona desde donde se importan los cereales (o sea el PBI de Arequipa) o, en su defecto, el PBI del Perú como un todo dada la importancia relativa de esa economía regional en el mercado nacional,<sup>49</sup> lo cual se evidencia en la siguiente figura. Bajo esa

<sup>49</sup> Cabe indicar que no existe información pública y disponible sobre el PBI de Arequipa en términos reales, en niveles y con frecuencia mensual o trimestral durante el periodo de análisis 2000-2022. En efecto, en respuesta a lo solicitado por este tesista mediante una SAIP (SAI-022850-2022), el Instituto Nacional de Estadística e Informática por intermedio del Correo N° 6390-2022/INEI-OTD recibido el 14.09.2022 confirmó que no dispone de tal información. Por tal motivo, en el presente estudio, el PBI de Arequipa es aproximado a partir del PBI del Perú (de ese modo se dice que esta última es una variable proxy).

consideración, en el sistema de dos ecuaciones, en reemplazo del correlativo temporal, se puede considerar como variable explicativa el PBI real de la economía peruana.

**Figura 8: Gráfico de dispersión del volumen trimestral de demanda de servicios portuarios en el TPM y PBI real peruano**



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú y Terminal Internacional del Sur S.A.

Al respecto, como muestran Frost (2019, p. 289-294), Gujarati y Porter (2008, p. 285-290) y Kutner *et al.* (2005, p. 313-327), el anterior sistema de dos ecuaciones puede ser expresado en una única ecuación, la cual se presenta a continuación:<sup>50</sup>

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i1} X_{i2} + \varepsilon_i$$

donde:

$Y$  : volumen de carga de cereales en el TPM durante el periodo  $i$  o también llamado *Output* en términos estadísticos,

<sup>50</sup> La variable  $X_{i2}$  o *Condition* conocida también como variable *dummy* es utilizada para dividir la demanda del TPM en dos periodos: antes y después de la implementación del SDG del TNM. En tal sentido, es claro que, como señalan Gujarati y Porter (2008, p. 285-290), la presente ecuación es una aplicación del test de Chow con el enfoque de variable *dummy* en el cual se consolidan dos ecuaciones (antes y después) en una única ecuación.

Según los mencionados autores, la aplicación del test de Chow con el enfoque de variable *dummy* en una única ecuación, como en el presente estudio, tiene al menos las siguientes ventajas: (i) permite la contrastación de varias hipótesis (como diferentes interceptos o diferentes pendientes por separado), y (ii) la consolidación de todos los periodos de tiempo en una única ecuación aumenta los grados de libertad, con el consiguiente incremento de la precisión de los valores estimados para los parámetros del modelo de regresión.

Cabe precisar que esta última ventaja puede resultar particularmente útil en la presente investigación donde el subperiodo previo contiene 64 observaciones (I trimestre 2000 – IV trimestre 2015) y el subperiodo posterior tiene 24 observaciones (I trimestre 2016 – IV trimestre 2021) en tanto que el periodo de análisis consolidado abarca 88 observaciones (I trimestre 2000 - IV trimestre 2021).

$X_{i1}$  : PBI real durante el periodo  $i$  o también conocido como *Input* en términos estadísticos,<sup>51</sup>

$X_{i2}$  : indicador del periodo antes o después del nuevo SDG en el TNM, donde  $X_{i2} = \begin{cases} 0 & \text{antes del nuevo SDG en TNM} \\ 1 & \text{después del nuevo SDG en TNM} \end{cases}$  o también denominado *Condition* en términos estadísticos,

$X_{i1}X_{i2}$  : variable combinada que resulta de multiplicar las variables *Input* y *Condition* en el periodo  $i$ ,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$  y  $\beta_3$  : intercepto de la ecuación única y parámetros de las variables *Input*, *Condition* e *Input\*Condition*, y

$\varepsilon_i$  : residuo o término de error de la ecuación única.

Siguiendo la terminología utilizada por Frost (2019, p. 290), el *Output* es la variable dependiente o explicada, y el *Input* y la *Condition* del modelo de regresión son las variables independientes o explicativas; con lo cual, la anterior ecuación única puede reescribirse como:<sup>52</sup>

$$Output_i = \beta_0 + \beta_1 * Input_{i1} + \beta_2 * Condition_{i2} + \beta_3 Input_{i1} * Condition_{i2} + \varepsilon_i$$

A continuación, se describen las lecturas o interpretaciones de los parámetros o coeficientes de la mencionada ecuación única que representa la demanda de servicios portuarios del TPM, así como el planteamiento y contrastación de las correspondientes hipótesis (nulas y alternativas) del presente trabajo de investigación.

**Tabla 4: Lecturas o interpretaciones de los parámetros de la ecuación única de la evolución de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM**

Pará-Metros	Lecturas o interpretaciones de los parámetros de la ecuación única e hipótesis nulas y alternativas	Contrastación de hipótesis a partir del <i>p-value</i>
$\beta_0$	Es el intercepto de la ecuación única.	No tiene interpretación económica importante para el presente estudio. Su inclusión se justificará siempre que sea estadísticamente significativo, es decir, cuando su correspondiente <i>p-value</i> $\leq \alpha$ .
$\beta_1$	Es el parámetro del <i>Input</i> . Un valor positivo del parámetro $\beta_1$ muestra que la variable <i>Output</i> se incrementará a medida que aumente el <i>Input</i> , y viceversa en el caso de un valor negativo. <sup>1/</sup>	Cuando <i>p-value</i> $\leq \alpha$ , se rechaza la hipótesis nula, resultando ser estadísticamente significativa el efecto del <i>Input</i> sobre el <i>Output</i> , <sup>2/</sup> es decir, $\beta_1 \neq 0$ .  Dado que el <i>Input</i> es el tiempo, el signo del parámetro $\beta_1$ indicará el tipo de tendencia de la demanda

<sup>51</sup> Como se indicó anteriormente, esta variable explicativa también puede ser una tendencia, es decir, un número correlativo donde  $i = 1, 2, \dots, n$ .

<sup>52</sup> El residuo o término de error de la ecuación anterior se calcula como la variable explicada (*Output*) menos su respectiva proyección (*Output\_proy*) para cada observación de los datos, es decir:  $\varepsilon = Output - Output\_proy$ .

Parámetros	Lecturas o interpretaciones de los parámetros de la ecuación única e hipótesis nulas y alternativas	Contrastación de hipótesis a partir del <i>p-value</i>
$\beta_2$	<p>Es el parámetro de la variable <i>Condition</i> que indica si son iguales o diferentes los interceptos de las tendencias antes y después del nuevo SDG del TNM. Comparando este parámetro de la ecuación única con los parámetros de la versión de dos ecuaciones tenemos que <math>\beta_2 = \beta_0^{después} - \beta_0^{antes}</math>,<sup>3/</sup> con lo cual las respectivas hipótesis nula y alternativa son:</p> $H_0 : \beta_2 = \beta_0^{después} - \beta_0^{antes} = 0$ $H_1 : \beta_2 = \beta_0^{después} - \beta_0^{antes} \neq 0$	<p>de servicios portuarios en el TPM.</p> <p>Si el <math>p - value &gt; \alpha</math>, corresponde no rechazar (se “acepta”) la hipótesis nula,<sup>2/</sup> lo que equivale a indicar que resulta elevada la probabilidad de que sean iguales los interceptos o son estadísticamente iguales. Con lo cual la información disponible muestra que antes y después del nuevo SDG del TNM, se mantuvo igual el intercepto de la línea de tendencia de la demanda de servicios portuarios en el TPM.</p> <p>En caso contrario, es decir, cuando <math>p - value \leq \alpha</math>, corresponde rechazar la hipótesis nula (lo que equivale a “aceptar” la hipótesis alternativa) con lo que es posible afirmar que los interceptos son estadísticamente diferentes.</p>
$\beta_3$	<p>Es el parámetro de la variable multiplicativa combinada <i>Input*Condition</i> que indica si son iguales o diferentes las pendientes de las tendencias antes y después del nuevo SDG del TNM.<sup>4/</sup> Comparando este parámetro de la ecuación única con los parámetros de la versión de dos ecuaciones tenemos que <math>\beta_3 = \beta_1^{después} - \beta_1^{antes}</math>,<sup>3/</sup> con lo cual las respectivas hipótesis nula y alternativa son:</p> $H_0 : \beta_3 = \beta_1^{después} - \beta_1^{antes} = 0$ $H_1 : \beta_3 = \beta_1^{después} - \beta_1^{antes} \neq 0$	<p>Si el <math>p - value &gt; \alpha</math> entonces no se rechaza (se “acepta”) la hipótesis nula, es decir, resulta elevada la probabilidad de que sean iguales las pendientes o son estadísticamente iguales. Con lo cual la información disponible muestra que antes y después del nuevo SDG del TNM, se mantuvo igual la pendiente de la línea de tendencia de la demanda de servicios portuarios en el TPM.</p> <p>En caso contrario, es decir, cuando <math>p - value \leq \alpha</math>, corresponde rechazar la hipótesis nula (que equivale a “aceptar” la hipótesis alternativa) con lo cual es posible afirmar que las pendientes son estadísticamente diferentes.</p>

1/ Cuando se define el *Input* como el número correlativo que indica el periodo de tiempo, se tiene que:

- $\beta_1 > 0 \rightarrow$  indica que hay una tendencia creciente en la demanda de servicios portuarios en el TPM,
- $\beta_1 = 0 \rightarrow$  indica que existe una tendencia constante, es decir, la demanda en el TPM no depende del tiempo, o equivalentemente, no existe relación estadísticamente significativa entre ambas variables, y
- $\beta_1 < 0 \rightarrow$  indica que existe una tendencia decreciente en la demanda de servicios portuarios en el TPM.

2/ Si la información es consistente con la hipótesis nula, la práctica estadística correcta es concluir que no se rechaza la hipótesis nula, en vez de decir simplemente que se “acepta” la hipótesis nula porque esto último nos coloca en riesgo de cometer el error tipo II, es decir, aceptar una falsa hipótesis nula.

3/ El parámetro  $\beta_2$  indica cuanto mayor (o menor) es el intercepto para la categoría codificada con 1 en comparación con aquella codificada con 0; y, de manera similar, el parámetro  $\beta_3$  indica cuanto mayor (o menor) es la pendiente para la categoría codificada con 1 en comparación con aquella codificada con 0 (Kutner et al., 2005, p. 324-325). En nuestro estudio, la variable *Condition* toma el valor de 0 para el periodo previo al SDG del TNM y 1 para el periodo posterior. En virtud de ello, la comparación es el periodo posterior respecto del periodo anterior, es decir,  $\beta_2 = \beta_0^{después} - \beta_0^{antes}$  y  $\beta_3 = \beta_1^{después} - \beta_1^{antes}$ , tal como se muestra en el cuadro de arriba.

4/ Cuando la relación entre dos variables depende de otra variable, dicha relación es conocida como efecto de interacción. Bajo esa circunstancia, en el presente caso, la relación entre las variables *Output* e *Input* depende de la variable *Condition*, por lo que el modelo de ecuación única debe incluir la variable multiplicativa *Input\*Condition*. En virtud de ello, el parámetro  $\beta_3$  de la variable multiplicativa *Input\*Condition* indica si la pendiente de la tendencia en la demanda del TPM se mantuvo igual o cambió entre el periodo anterior y posterior al SDG del TNM.

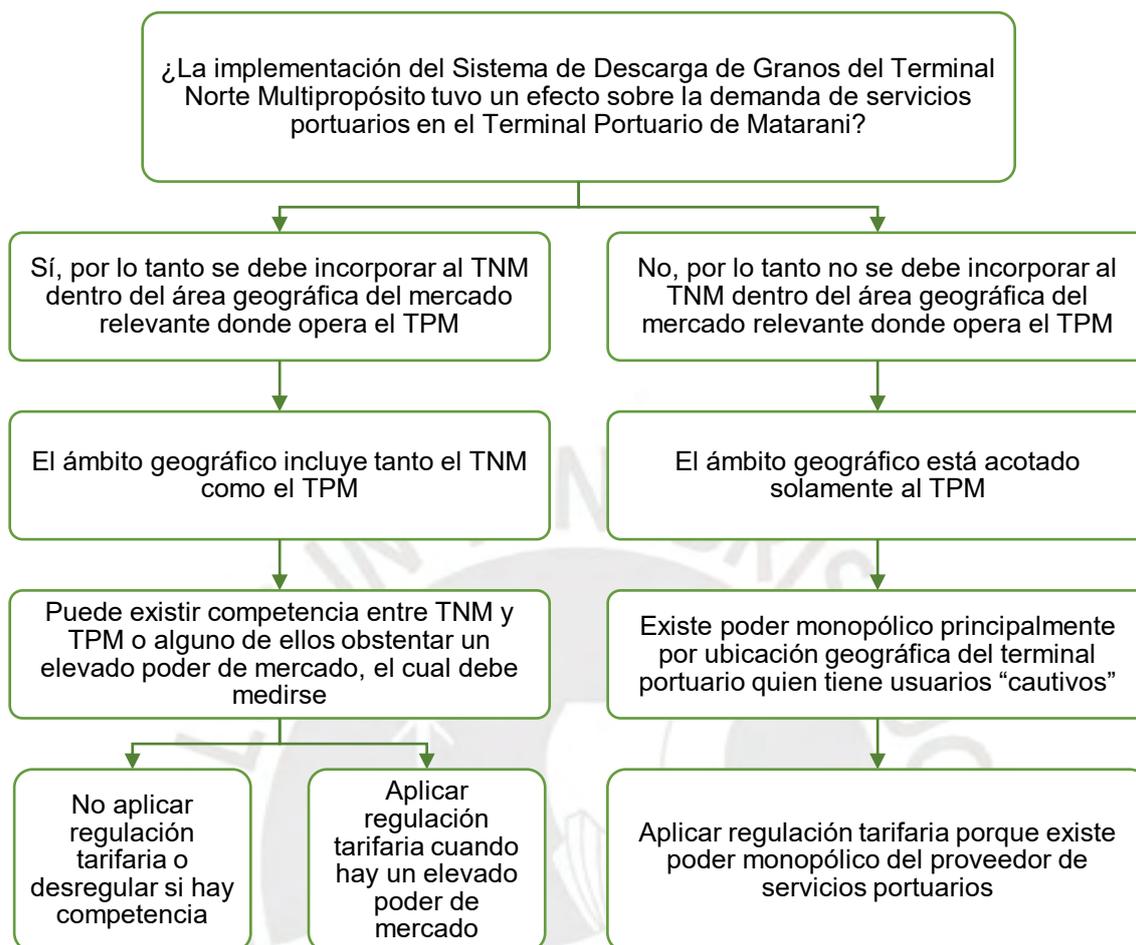
Fuente: Anderson et al. (2020, p. 417-523), Frost (2019, p. 289-294), Kutner et al. (2005, p. 324-325 y 329-335), Paternoster et al. (1998, p. 862).

Como se ha indicado en el cuadro anterior, si los resultados indican que  $p - value > \alpha$  para los dos parámetros  $\beta_2$  y  $\beta_3$  entonces se habrá comprobado que, antes y después del nuevo SDG del TNM, se mantuvieron iguales los interceptos y las pendientes de la línea de tendencia de la demanda de servicios portuarios en el TPM, es decir, el evento ocurrido en el TNM no tuvo efecto alguno sobre el TPM. Con lo cual, mediante la prueba de comparación de interceptos y pendientes o *test* de comparación de regresiones, se corroboraría la hipótesis general de esta investigación según la cual la implementación del SDG del TNM el 22 de febrero de 2016 no contribuyó a cambiar la tendencia histórica en la demanda de los servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales en el TPM durante el periodo enero 2000 – febrero 2022.

En consecuencia, siguiendo la lógica económica explicada por Nieberding (2020, p. 1-5), no corresponde incluir al TNM dentro del mercado relevante porque sus efectos no se diseminan hasta el TPM, con lo que el ámbito geográfico quedaría acotado solamente al TPM, el cual en este caso se constituiría como la única fuente de aprovisionamiento de los servicios portuarios en cuestión. Bajo ese contexto, la prueba de comparación de interceptos y pendientes permitirá identificar si corresponde o no incorporar al TNM dentro del mercado geográfico relevante donde opera el TPM.

Si se contrasta la hipótesis general de que el TPM es la única alternativa para los usuarios portuarios, estaríamos ante un monopolio donde por definición el proveedor de servicios portuarios tiene poder monopólico. Este resultado es consistente con lo que señala Gao (2018, p. 8) respecto de que un puerto tiene un cierto monopolio dentro de una zona geográfica específica. En términos de la teoría económica, se diría que los parámetros de las curvas de reacción entre el TPM y el TNM son iguales a cero, es decir, no existe interacción estratégica entre ambos terminales, con lo cual se evidenciaría que el TPM toma sus decisiones comerciales independientemente de las acciones de los operadores de los otros terminales portuarios como el TNM. En principio, este resultado de existencia de poder monopólico sería suficiente para que se plantee mantener o ampliar la regulación tarifaria para los servicios en cuestión del TPM, según corresponda; siendo justamente el objetivo de este estudio obtener una recomendación para dicho terminal portuario respecto de la política regulatoria aplicable. Por ello, si se corrobora la existencia de poder monopólico en el TPM, no sería necesario realizar alguna caracterización adicional del mercado donde se brindan los servicios portuarios en cuestión, lo cual además no es el objetivo del presente estudio. Al respecto, en el siguiente diagrama se presenta esquemáticamente lo anteriormente señalado.

**Figura 9: Identificación de poder de mercado en la industria portuaria para decisiones de regulación o desregulación tarifaria**



Fuente: De Langen y Pallis (2006, p. 76), Gao (2018, p. 8), Nieberding (2020, p. 1-5) y Notteboom et al. (2022 p. 374).

Cabe indicar que la implementación de la mencionada prueba de comparación de interceptos y pendientes se reduce a estimar correctamente los parámetros de la ecuación única de demanda del TPM, lo cual puede llevarse a cabo mediante la tradicional técnica de OLS.

Es importante indicar que los supuestos en el modelo de regresión de la ecuación única son que sus residuos o términos de error tienen la misma varianza (es decir, son homocedásticos) y no están autocorrelacionados o correlacionados serialmente, y también se supone que las variables en cuestión son estacionarias. Si no fuera ese el caso, es decir, si existiera heterocedasticidad y autocorrelación en los residuos y las variables no fueran estacionarias, no sería válida la inferencia estadística realizada en base a los parámetros estimados mediante OLS, razón por la cual es necesario verificar su cumplimiento. En tal sentido, en las siguientes dos subsecciones se presentan los criterios para evaluar si se cumplen los mencionados supuestos metodológicos del modelo de regresión.

#### 4.2.1. Evaluación de homocedasticidad y no autocorrelación

La homocedasticidad indica que la varianza del residuo o término de error de la ecuación única es constante (tiene el mismo valor), independientemente del valor de la variable explicativa; y heterocedasticidad ocurre cuando la varianza del residuo no es constante (Gujarati & Porter, 2008, p. 64).<sup>53</sup>

<sup>53</sup> Aunque el problema de errores heterocedásticos sucede más cuando se evalúa información de corte transversal, también puede ocurrir en el caso de variables de series de tiempo, como la variable de estudio de la presente investigación.

De otro lado, un problema recurrente cuando se analizan series de tiempo es la posibilidad de que existan efectos rezagados de la variable explicativa (sea el tiempo o el PBI) sobre la variable explicada (demanda de servicios portuarios en el TPM), un problema que es conocido como autocorrelación o correlación serial de los residuos o términos de error de los modelos de regresión, en los que como se indicó antes se asume más bien la ausencia de errores autocorrelacionados. La autocorrelación de una variable ocurre cuando su valor actual depende de su valor en el pasado o, dicho de otra manera, cuando la evolución de la variable en cuestión está sujeta más a cambios graduales que modificaciones abruptas (Carter et al., 2018, p. 418). En el caso del TPM, la autocorrelación serial puede ocurrir porque sus usuarios presenten una demanda de servicios portuarios relativamente recurrente y constante, con lo que se espera observar una evolución relativamente gradual, muy poco caracterizada por cambios abruptos.

En la presente investigación, el problema con la existencia de heterocedasticidad y autocorrelación es que cuando la ecuación única de la demanda de servicios portuarios del TPM es estimada usando la técnica de OLS, se obtienen resultados que no son válidos desde el punto de vista estadístico. En efecto, bajo heterocedasticidad y autocorrelación, aunque continúan siendo insesgados, consistentes y asintóticamente exhiben una distribución normal, los estimadores OLS no tienen la menor varianza en comparación con todos los estimadores lineales e insesgados, es decir, no son eficientes; razón por la cual podría no ser válida la inferencia estadística realizada en base a las pruebas t, F y chi-cuadrada (Gujarati & Porter, 2008, p. 413).

Bajo ese contexto, antes de estimar la ecuación única de demanda del TPM, se debe verificar si en efecto existe heterocedasticidad y autocorrelación de modo tal que, en caso sea necesario, se realicen las correcciones estadísticas correspondientes. En tal sentido, la técnica de OLS se puede aplicar, según corresponda, con la corrección de errores estándar robustos consistentes con heterocedasticidad (HCE, por sus siglas en inglés)<sup>54</sup> o también llamados errores estándar de Huber/White, y también es posible calcular errores estándar consistentes con heterocedasticidad y autocorrelación (HAC, por sus siglas en inglés) o también conocido como errores estándar Newey-West, los cuales como su nombre indica incluye la corrección por ambos problemas (términos de error heterocedásticos y autocorrelacionados o correlacionados serialmente) (Carter et al., 2018, p. 374 y 448).<sup>55</sup>

#### **4.2.2. Análisis de estacionariedad y cointegración**

Un supuesto adicional del modelo de regresión de la ecuación única de demanda del TPM es que las variables en cuestión son estacionarias. Cabe indicar que las variables estacionarias son aquellas cuyas medias y varianzas no cambian a lo largo del tiempo y sus autocorrelaciones dependen solamente de cuán lejos las observaciones están en el tiempo y no de un punto del tiempo en particular; lo que implica que si consideramos distintos subconjuntos de observaciones en diferentes periodos de tiempo y los empleamos para realizar estimaciones deberíamos obtener los mismos valores de la media, varianza y autocorrelaciones poblacionales (Carter et al., 2018, p. 428 y 448).

Considerar variables estacionarias en los modelos de regresión es importante porque evita que las relaciones obtenidas sean falsas, equivocadas, sin sentido o espúreas que solamente resulten de una coincidencia y no responden a una razón lógica que explique algún hecho económico en particular (Adkins & Carter, 2011, p. 393). En esta investigación se utiliza un análisis de regresión donde la variable de interés (flujo trimestral de demanda de servicios portuarios en el TPM) es una variable de series de tiempo. Por eso, corresponde evaluar si es estacionaria de modo tal que se pueda aplicar directamente OLS; o, por el contrario, se trata de una variable no estacionaria con lo cual corresponde evaluar si es aplicable o no dicha técnica de estimación.

---

<sup>54</sup> En la práctica se suelen calcular errores estándar robustos consistentes con heterocedasticidad para eliminar las preocupaciones sobre si existe o no tal problema (Stock & Watson, 2020, p. 32).

<sup>55</sup> El Anexo 3 presenta las técnicas estadísticas orientadas a identificar si existen los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, y también se explican los métodos estadísticos aplicables a la presente investigación para resolver tales problemas.

Para evitar la obtención de correlaciones espúreas, la regla general es que las variables no estacionarias no deberían ser usadas en modelos de regresión como la ecuación única de la demanda de servicios portuarios del TPM; sin embargo, existe una excepción a esta regla. En efecto, si las variables no son estacionarias en niveles pero son estacionarias en primeras diferencias y además tienen una relación de largo plazo, es decir, cointegran;<sup>56</sup> entonces las variables en niveles pueden emplearse en los modelos de regresión como la ecuación única de demanda del TPM, correspondiendo estimar los resultados mediante la técnica de OLS, que en ese caso permite obtener parámetros consistentes<sup>57</sup> (Carter et al., 2018, p. 582 y 585-587; Greene, 2019, p. 1086; Hamilton, 1994, p. 601-602).<sup>58</sup>

Sin embargo, en este caso, la estimación mediante la técnica OLS no tiene una distribución normal incluso asintóticamente, con lo cual pueden presentarse diversos problemas como la obtención de parámetros sesgados, no eficientes, y con posibilidad incluso de afectar la mencionada consistencia (Carter et al., 2018, p. 582 y 585-587; Greene, 2019, p. 1086; Hamilton, 1994, p. 601-608; Kirchgässner et al., 2013, p. 217-218).<sup>59</sup> Por esta razón, la inferencia estadística no sería válida aunque se hayan calculado errores estándar HCE y HAC, o sea, corregidos por heterocedasticidad y autocorrelación (Stock & Watson, 2020, p. 665), como se proponía en la subsección anterior.

Se pueden utilizar diversas técnicas estadísticas para obtener estimaciones que permitan realizar una inferencia estadísticamente válida en un contexto de no estacionariedad y cointegración. Actualmente, en las investigaciones empíricas como el presente estudio, los siguientes son los métodos estadísticos más frecuentemente empleados para calcular estimadores que permitan realizar inferencia estadística válida cuando las variables no son estacionarias, pero cointegran: OLS dinámicos (DOLS, por sus siglas en inglés), OLS completamente modificados (FMOLS, por sus siglas en inglés) y regresión de correlación canónica (CCR, por sus siglas en inglés),<sup>60</sup> tal como se puede observar en Özcan y Öztürk (2019, p. 102).

Los estimadores calculados mediante las técnicas de DOLS, FMOLS y CCR muestran residuos con distribución normal, con lo cual es posible obtener parámetros insesgados, eficientes y consistentes, asimismo permiten superar los problemas de heterocedasticidad, autocorrelación, sesgo en muestra pequeña y sesgo de endogeneidad (Hamilton, 1994, p. 608-618; Harris & Sollis, 2003, p. 208; Kočenda & Černý, 2015, p. 168; Ogunjimi, 2021, p. 86-87). En relación con ello es importante señalar lo siguiente:

- Este estudio podría estar afectado por los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, tal como se demuestra en el Anexo 3. Por ello, este es un motivo más por el cual se hace necesaria la aplicación de las mencionadas técnicas de DOLS, FMOLS y CCR.
- En relación con el tamaño de muestra, Ahmad et al. (2017, p. 7 y 15), Merlin y Chen (2021, p. 5) y Ogunjimi (2021, p. 80) indican que los estimadores DOLS y FMOLS no tienen sesgo en muestras pequeñas. En esa línea Raihan et al. (2022), Raihan y Tuspekova (2022a, p. 4) y Raihan, Ibrahim y Ahmed (2023, p. 6) utilizaron esas técnicas de estimación (además de CCR) en estudios de series de tiempo con entre 30 y 31 observaciones (años) e inclusive se tienen los casos de Raihan y Tuspekova (2022b, p. 13), Hasanov *et al.* (2019, p. 30235)

<sup>56</sup> Cabe indicar que el Anexo 4 muestra el análisis de estacionariedad y cointegración de las variables en cuestión del presente estudio.

<sup>57</sup> En este caso incluso se dice que los estimadores son “superconsistentes”, lo cual indica que esos valores estimados se acercan a los verdaderos parámetros poblacionales a un ritmo mayor.

<sup>58</sup> En la práctica, el análisis de cointegración es un paso previo para evitar la estimación de correlaciones espúreas en los modelos de regresión (Gujarati & Porter, 2008, p. 762).

<sup>59</sup> Es más, Kirchgässner et al. (2013, p. 217-218) agregan que el estimador OLS es sesgado para muestras finitas, siendo que el sesgo es proporcional a  $1-R^2$  porque en el caso de cointegración el indicador  $R^2$  tiende a uno cuando aumenta el tamaño de muestra, esto último se debe a que la varianza de los regresores no estacionarios -que crece con el tamaño de muestra- domina a la varianza finita del término de error estacionario.

<sup>60</sup> Según Özcan y Öztürk (2019, p. 97), en un contexto en el cual existen variables no estacionarias que cointegran, la mejor opción para estimar los parámetros de corto y largo plazo es utilizar DOLS y FMOLS.

y Merlin y Chen (2021, p. 5) quienes aplicaron las tres técnicas mencionadas anteriormente para estudios de series de tiempo con 25, 20 y 19 observaciones (años) respectivamente.

Sin embargo, también existen estudios como Breitung (2005, p. 162 y 167) y Caporale y Pittis (2004, p. 49) que señalan lo contrario; es decir, que los estimadores DOLS y FMOLS tienen un sesgo en muestras pequeñas; inclusive Tanaka (2017, p. 543-544) señala que una muestra de 50 observaciones es muy pequeña para obtener buenas aproximaciones mediante FMOLS, con lo cual recomienda tomar precauciones cuando se dispone de esa cantidad de datos; y Pesaran (2015, p. 851) indica que, en muchas investigaciones empíricas, el número de periodos de tiempo es menor que 20, con lo que en esos casos los estimadores DOLS y FMOLS pueden funcionar mal.

En cualquier caso, la presente investigación tiene 88 observaciones (incluyendo el trimestre en el cual ocurrió la implementación del SDG del TNM), razón por la cual se prevé que la aplicación de DOLS, FMOLS y CCR no tendrá sesgo por muestras pequeñas. Es más, como también se explica en el Anexo 3, en base a lo señalado por Gujarati y Porter (2008, p. 448) y Wilcox et al. (2018, p. 258 y 260), la mencionada cantidad de datos del presente estudio puede ser considerada como una muestra razonable o relativamente grande.

- El problema de la endogeneidad es una situación en la cual las variables explicativas o independientes se correlacionan con el término de error; entre las causas de ese problema se encuentra la omisión de variables determinantes en el modelo de regresión debido a la falta de información; y su consecuencia negativa es que los usuales estimadores OLS no son consistentes y tampoco insesgados, con lo que no es válido realizar alguna inferencia estadística en base a ellos (Carter et al., 2018, p. 86-87 y 482; Muhammad & Long, 2021, p. 7). La mejor forma de reducir el sesgo por endogeneidad puede ser incorporando rezagos al hacer que el modelo sea dinámico, lo cual justamente es realizado por las técnicas de estimación de DOLS y FMOLS (Ahmad et al. 2017 p. 12; Raihan & Tuspekova 2022b p. 7). Bajo ese contexto, en la presente investigación, el problema de endogeneidad puede surgir por la omisión de variables explicativas o independientes de la demanda de servicios portuarios del TPM,<sup>61</sup> distintos del PBI, tales como la cotización internacional de los cereales importados, el costo de transporte, los precios de los servicios portuarios, etc. Con ello, resulta de particular importancia la aplicación de los modelos DOLS, FMOLS y CCR.

En resumen, con la finalidad de identificar si la implementación del SDG del TNM tuvo un impacto en el TPM, en este estudio se estimará la ecuación única de demanda del TPM mediante las técnicas de OLS, HCE y HAC, así como los métodos de DOLS, FMOLS y CCR para asegurar la obtención de resultados robustos que permitan realizar inferencia estadística válida.

## **5. RESULTADOS**

En esta sección se aplican los lineamientos metodológicos para contrastar las hipótesis de trabajo de la presente investigación. Bajo ese contexto, primero se presentan los resultados respecto del mercado relevante (de producto y ámbito geográfico) y luego se muestra la respectiva evaluación de poder de mercado en el TPM.

### **5.1. Mercado relevante**

#### **5.1.1. Mercado de producto o de servicio**

Para definir el mercado de producto o de servicio es necesario identificar los servicios portuarios bajo análisis y sus demandantes, así como sus posibles sustitutos. Al respecto se señala que los servicios objeto de evaluación son el uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales que se brindan en el TPM, los cuales son demandados por las empresas como parte del proceso logístico de importación de granos. A su vez, esos granos serán utilizados por dichas empresas en sus procesos productivos o de comercialización.

---

<sup>61</sup> Es oportuno señalar que en esta investigación no se busca caracterizar completamente la demanda del TPM.

En tal sentido, con la finalidad de identificar la existencia de posibles sustitutos, es importante señalar que en general los servicios portuarios tienen una demanda derivada de la necesidad de transporte de mercaderías (de Rus et al., 2003, p. 158; Oxera, 2011, p. 2). A su vez, los requerimientos de transporte de mercaderías no solamente pueden ser cubiertos por la vía marítima (en cuyo caso se demandan los servicios portuarios bajo análisis) sino también resulta posible emplear alternativas como las vías aéreas, terrestres, ferroviarias, fluviales y lacustres de corresponder. Bajo esa perspectiva, en caso los usuarios portuarios optaran por estas últimas modalidades de transporte (diferentes a la vía marítima), los servicios aeroportuarios, terrestres, ferroviarios, fluviales o lacustres respectivamente, podrían ser considerados como posibles sustitutos de los servicios portuarios bajo análisis; sin embargo, ello dependerá del tipo de carga (mercadería), la disponibilidad de las correspondientes infraestructuras de transporte, las ubicaciones geográficas, el costo de transporte, entre otros. En atención a ello, se descarta que los importadores de cereales usen otras modalidades de transporte (distintos a la vía marítima) porque la carga sólida a granel movilizada a través del TPM tiene como punto de origen países desde los cuales, como se sustentará más adelante, la importación de cereales se realiza mediante la vía marítima. Por tal razón, se indica que, en el presente caso, los servicios aeroportuarios, terrestres, ferroviarios, fluviales o lacustres no deben ser considerados como alternativas de los servicios portuarios bajo análisis en el TPM.

Ahora corresponde evaluar si los usuarios portuarios demandan los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales por separado o de manera conjunta (incluso junto con otros servicios portuarios más, pero estos no están siendo analizados en la presente investigación).

Al respecto, se señala que, según los procedimientos operativos del TPM sobre el embarque y descarga de graneles sólidos: (i) en un proceso de importación de cereales (como maíz y trigo), primero ocurre la descarga de los granos desde la nave o barco hacia el muelle, luego el traslado de la carga al almacén y posteriormente el despacho para que el cliente retire su producto del recinto portuario; y (ii) en un proceso de exportación de soya a granel, la carga llega al terminal portuario en camiones, es recibida en un almacén techado y posteriormente debe trasladarse del almacén al muelle para su respectivo embarque a la nave (Tisur, s.f., p. 6-11).

En esa línea, los servicios demandados por los importadores de cereales para la descarga en el TPM son, al menos:

*el uso de muelle o wharfage (por el “uso de la infraestructura [portuaria] para permitir la operación de traslado de carga de la nave a la zona designada para almacenamiento y viceversa”), la transferencia (por el “traslado de la carga desde el muelle hasta las áreas de almacenamiento del terminal o viceversa”), el manipuleo (por “la recepción o apilamiento de la carga en las áreas de almacenamiento del terminal así como su entrega o despacho para el retiro”) y el almacenamiento (por la “permanencia y custodia que se presta a toda la carga que ingresa al terminal”)* (Tisur, 2022, p. 11, 12 y 14).

En virtud de ello queda claro que, la regularidad de las operaciones portuarias indica que para la mayoría de casos, los servicios portuarios bajo análisis son demandados de manera conjunta en el TPM.

Además, el análisis de la información sobre los volúmenes de demanda de los servicios portuarios bajo análisis muestra que en efecto existe una correlación positiva y elevada entre la evolución de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento durante el periodo 2000-2018, lo cual es un indicador de que principalmente son demandados en conjunto por parte de los usuarios del TPM. En particular, la correlación entre las demandas de uso de muelle y manipuleo de carga es positiva y elevada tanto en niveles (91%) como en primeras diferencias (74%), tal como se observa en la siguiente tabla. Por ello, la evidencia estadística corrobora la conclusión extraída desde la perspectiva de la operatividad portuaria respecto de que los servicios bajo análisis son demandados principalmente de manera conjunta.

**Tabla 5: Matriz de correlaciones de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, 2000-2018**

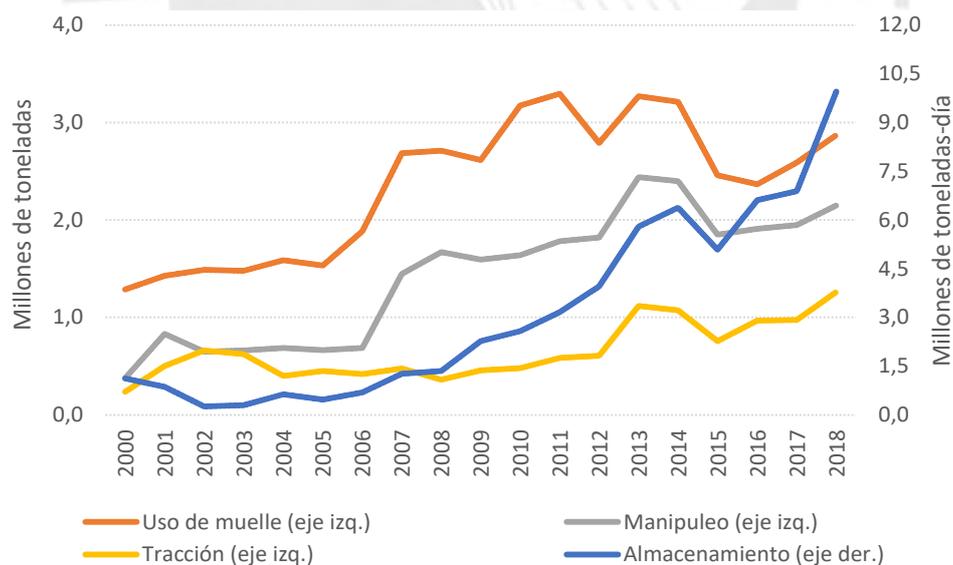
	(a) En niveles				(b) En primeras diferencias			
	Uso de muelle	Transferencia	Manipuleo	Almacenamiento	Uso de muelle	Transferencia	Manipuleo	Almacenamiento
Uso de muelle	100%				100%			
Transferencia	49%	100%			44%	100%		
Manipuleo	91%	74%	100%		74%	60%	100%	
Almacenamiento	63%	89%	83%	100%	36%	63%	46%	100%

Nota: No ha sido posible acceder a datos acerca de la demanda de cada uno de los servicios por parte de los importadores de cereales durante todo el periodo de análisis. Sin embargo, es posible distinguir entre carga contenedorizada y no contenedorizada, la cual a su vez incluye la carga sólida a granel como minerales y cereales. Con la finalidad de hacer comparaciones entre tipos de carga similares, se considera factible llevar al cabo el análisis de correlaciones considerando solamente la carga no contenedorizada a nivel agregado, sin distinguir entre tipos de carga puesto que, como se indicó anteriormente en la sección sobre relevancia empírica, la carga sólida a granel (dentro de la cual se encuentran principalmente minerales y cereales) equivale al 86% del total de carga movilizada por el TPM en el periodo 2015-2020 (Ositrán, 2021c). Además, con el objetivo de no distorsionar el análisis, se ha retirado la información referida al volumen de minerales embarcados mediante el Muelle F a través del cual actualmente se embarcan prácticamente todos los minerales movilizadas por el TPM. No obstante, si se incluyeran los minerales embarcados mediante el Muelle F, la correlación sigue siendo positiva y elevada pues oscila entre 75% y 99% (en niveles) y entre 22% y 93% (en primeras diferencias), tal como se muestra en el Anexo 5 de la presente investigación.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Además del análisis operativo y de la evidencia estadística presentada anteriormente, en la siguiente figura se muestra claramente que existe una asociación entre la evolución de los volúmenes de demanda de cada uno de los servicios portuarios bajo análisis en el TPM para el periodo 2000-2018.

**Figura 10: Evolución de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, 2000-2018**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Por ello, como anteriormente se ha demostrado, desde el punto de vista operativo, estadístico y con una ayuda visual, los servicios bajo análisis son demandados de manera conjunta porque son utilizados para completar el proceso de descarga o embarque en el TPM. En consecuencia, el mercado de producto o servicio debe ser definido como el conjunto o paquete de servicios portuarios (que como mínimo<sup>62</sup> incluye los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo

<sup>62</sup> El nivel de desagregación de la información disponible solo permite indicar que se demandan de manera conjunta los mencionados servicios portuarios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento. Sin embargo,

y almacenamiento), los cuáles son requeridos por los importadores de cereales para realizar la respectiva descarga mediante un terminal portuario.

### 5.1.2. Mercado geográfico

En esta sección se define el área geográfica del mercado relevante donde son brindados los servicios portuarios bajo análisis.

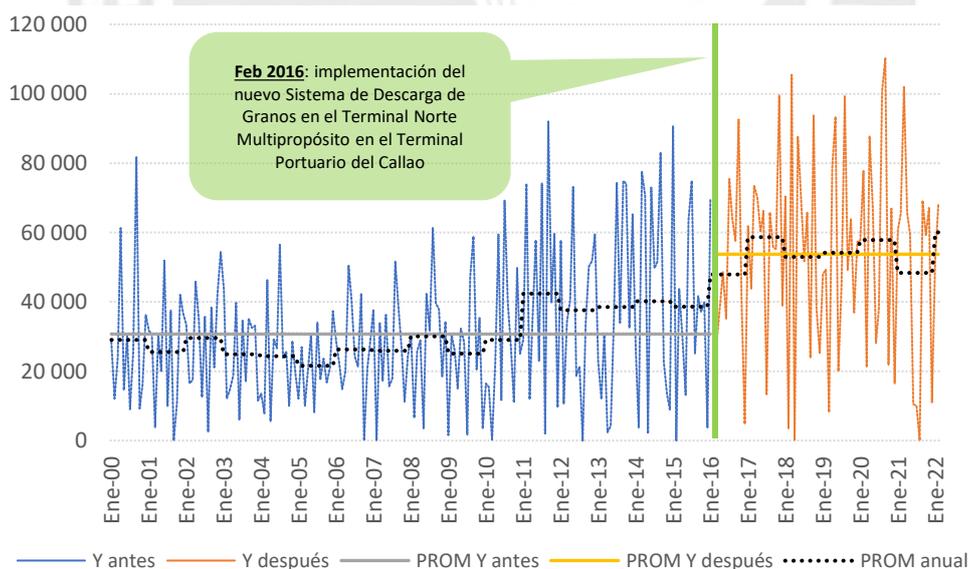
Con el objetivo de analizar si el mercado geográfico se encuentra acotado al mencionado terminal portuario o debe ampliarse para incluir al menos un proveedor alternativo, se evalúa el impacto de la implementación del SDG del TNM sobre la demanda en el TPM. Para ello, en primer lugar, usando información mensual se emplea un *test* de medias con el objetivo de comparar el promedio del volumen de demanda en el TPM antes y después del mencionado evento; y, en segundo lugar, considerando información trimestral se aplica una prueba de comparación de interceptos y pendientes con la finalidad de comparar la tendencia de la demanda del TPM antes y después del mencionado evento.

Cabe señalar que la implementación del SDG del TNM fue el 22 de febrero de 2016 (Ositrán, 2021b, p. 79). Asimismo, su impacto será medido sobre el volumen de demanda en el TPM observada durante el periodo enero 2000 – febrero 2022 que se puede dividir en dos subperiodos antes y después de la implementación del SDG del TNM.<sup>63</sup>

#### 5.1.2.1. Resultados del test de medias

A continuación, se presenta la evolución del volumen mensual de importaciones de cereales en el TPM en el periodo enero 2000 – febrero 2022 así como el promedio de demanda antes y después de la implementación del SDG del TNM.

**Figura 11: Evolución del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022 (toneladas mensuales)**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

no se descarta que, además de dichos servicios portuarios, existan otros más que sean requeridos conjuntamente con ellos por parte de los usuarios portuarios para realizar el correspondiente embarque o descarga de sus productos mediante el TPM.

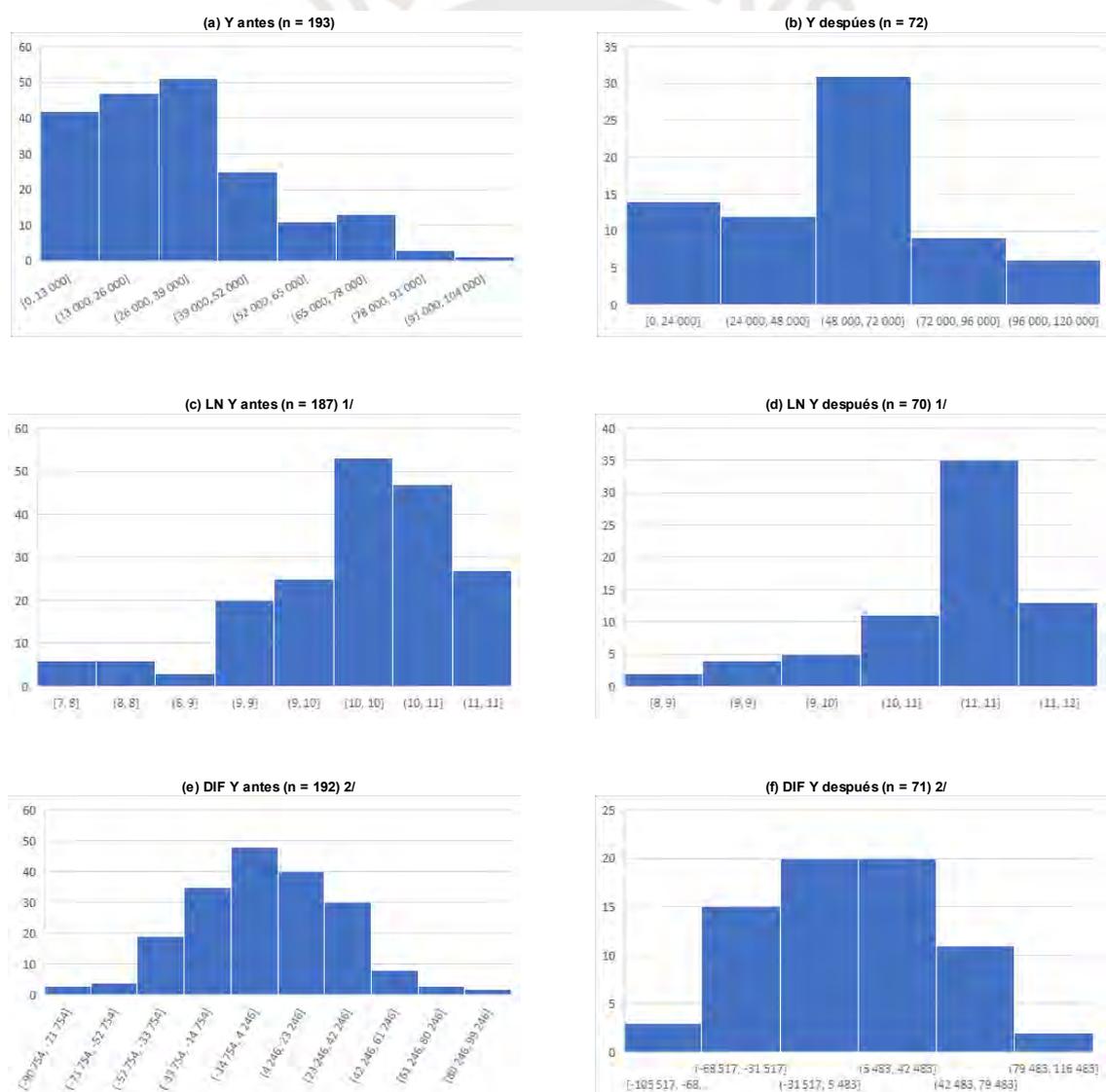
<sup>63</sup> Cabe señalar que no es objeto de la presente investigación identificar los factores determinantes de la demanda del TPM, sino únicamente si luego del SDG del TNM hubo algún cambio en dicha demanda que indique que ambos terminales portuarios son sustitutos para los usuarios portuarios.

Con posterioridad a la implementación del SDG del TNM, se observa que no se redujeron las importaciones de cereales a través del TPM, por el contrario, el promedio mensual aumentó 24% en el año 2016 y 23% en el año 2017 en relación con sus respectivos años previos. Por ello, de manera preliminar, se puede indicar que la implementación del mencionado SDG del TNM no redujo la demanda en el TPM de modo tal que sea posible encontrar indicios de que ambos terminales portuarios compiten entre sí o al menos forman parte del mismo mercado geográfico. Con lo cual, el mercado geográfico relevante debe limitarse únicamente al TPM.

En virtud del resultado preliminar identificado anterior, ahora corresponde analizar si el aumento o no reducción de la demanda en el TPM es estadísticamente significativo. Para ello se implementa un *test* de medias para comparar el promedio de demanda en el TPM, antes y después del SDG en el TNM.

Primero se analiza si se distribuyen normalmente los datos del periodo anterior y posterior al mencionado evento. La siguiente figura presenta el histograma del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después de la implementación del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022.

**Figura 12: Histogramas del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022**



Nota: El eje horizontal está expresado en toneladas mensuales, su logaritmo natural y su primera diferencia, en tanto que el eje vertical indica la cantidad de observaciones en cada intervalo.

1/ Es el logaritmo natural (LN) del volumen mensual de importaciones de granos. No se considera aquellos meses en los cuales no se importaron dichos productos porque no es posible calcular el LN de 0.

2/ Corresponde a la diferencia (DIF) del volumen de importaciones de granos en un determinado mes menos el volumen del mes inmediato anterior, con lo cual antes y después se tiene una observación menos en cada subperíodo.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En principio, los histogramas muestran que la demanda en niveles y en logaritmos naturales no parece seguir una distribución normal; en tanto que la demanda en diferencias muestra una distribución normal o al menos más normalizada en comparación con la variable en niveles y logaritmos naturales.

De otro lado, la siguiente tabla indica la cantidad de datos identificados como valores atípicos o *outliers* mediante la aplicación del *test* de Tukey con la corrección de Carling.

**Tabla 6: Número de datos atípicos o *outliers* identificados en la serie mensual en niveles, logaritmos naturales y diferencias de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022**

		Antes	Después	Total
Y	n	193	72	265
	outliers	2	-	2
	n sin outliers	191	72	263
	outliers % 1/	1%	-	

		Antes	Después	Total
LN	n	187	70	257
	outliers	9	7	16
	n sin outliers	178	63	241
	outliers % 1/	5%	10%	

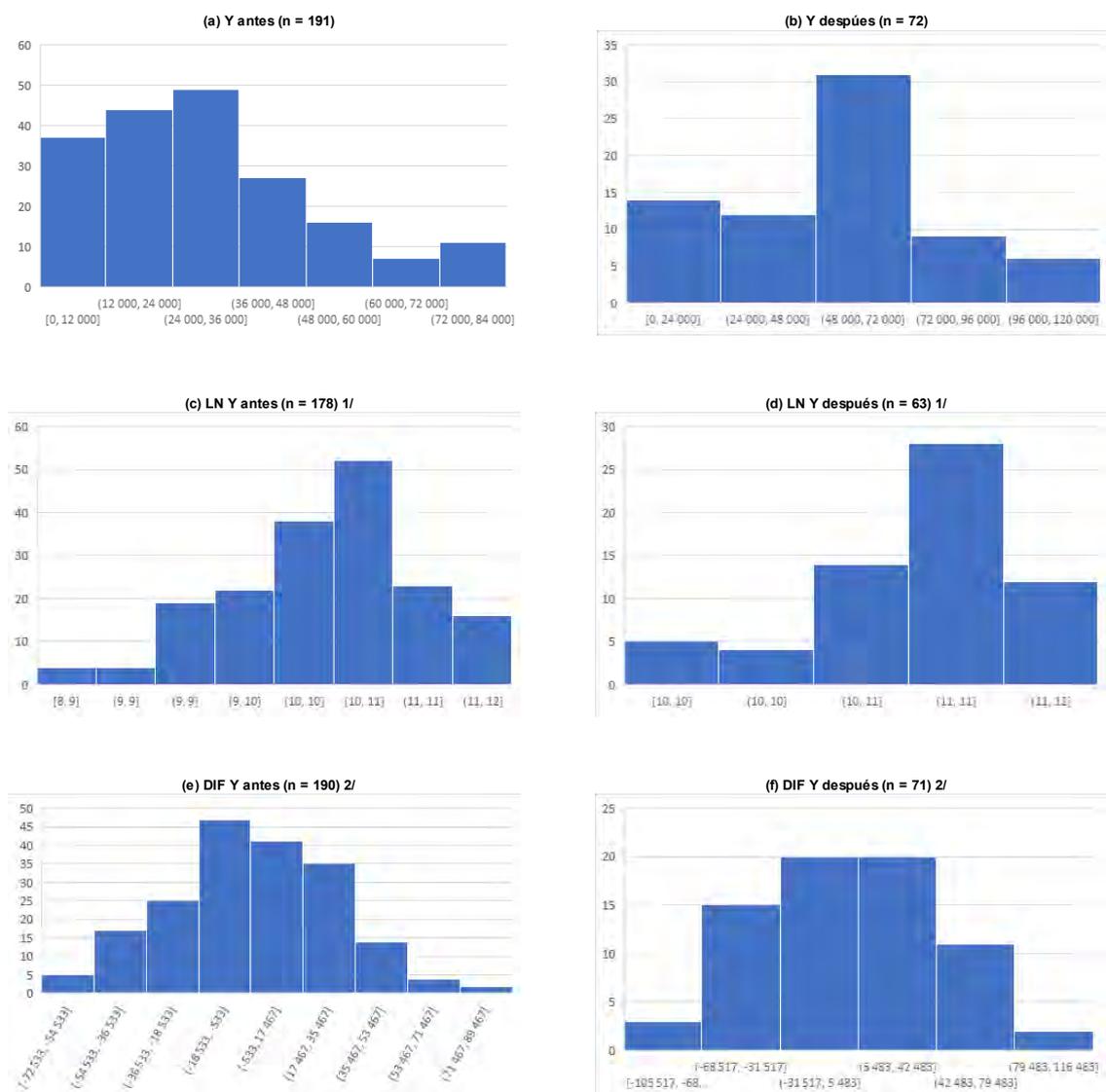
		Antes	Después	Total
DIF	n	192	71	263
	outliers	2	-	2
	n sin outliers	190	71	261
	outliers % 1/	1%	-	

1/ Es el porcentaje de casos identificados como *outliers* respecto del total de datos en cada conjunto de datos.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Como es posible visualizar en la siguiente figura, los histogramas sin datos atípicos o *outliers* muestran que, en comparación con la variable en niveles y en logaritmos naturales, la variable en diferencias parece presentar una distribución normal. Por tal motivo, el *test* de medias se aplicará sobre la variable en diferencias.

**Figura 13: Histogramas del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022**



Nota: El eje horizontal está expresado en toneladas mensuales, su logaritmo natural y su primera diferencia, en tanto que el eje vertical indica la cantidad de observaciones en cada intervalo.

1/ Es el logaritmo natural (LN) del volumen mensual de importaciones de granos. No se considera aquellos meses en los cuales no se importaron dichos productos porque no es posible calcular el LN de 0.

2/ Corresponde a la diferencia (DIF) del volumen de importaciones de granos en un determinado mes menos el volumen del mes inmediato anterior, con lo cual antes y después se tiene una observación menos en cada subperiodo.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Antes de aplicar el *test* de medias se debe evaluar si estamos ante un caso de varianzas iguales entre los dos grupos de datos bajo análisis (antes y después del SDG en el TNM) o de varianzas desiguales. En atención a ello, se aplica una prueba de varianzas de dos muestras sobre la variable en diferencias, encontrándose que se trata de un caso de varianzas desiguales, tal como se puede visualizar a continuación.

**Tabla 7: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Grados de libertad	70	189
F	2,216007	
P(F<=f) una cola	0,000011	
Valor crítico para F (una cola)	1,367556	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En vista de que las varianzas son desiguales, se aplica el *test* de medias con la corrección de Welch o también llamada prueba t para dos muestras con varianzas desiguales. Al respecto, como puede verse a continuación, las medias de la variable en diferencias en el TPM son iguales antes y después del SDG del TNM.

**Tabla 8: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	95	
Estadístico t	0,06059	
P(T<=t) una cola	0,47591	
Valor crítico de t (una cola)	1,66105	
P(T<=t) dos colas	0,95181	
Valor crítico de t (dos colas)	1,98525	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Es conclusión, el *test* de medias con la corrección de Welch muestra que el SDG del TNM no modificó las variaciones de la demanda de servicios portuarios en el TPM. Es decir, desde la perspectiva de los usuarios portuarios del TPM, el TNM no resultaría ser un proveedor alternativo de servicios portuarios en el marco de su proceso logístico de importación de cereales. Por ello, en línea con lo encontrado en el análisis preliminar de esta sección, la evidencia muestra que el ámbito geográfico debe ser acotado solamente al TPM.

Como se indicó anteriormente en los lineamientos metodológicos, se ha optado por aplicar los test estadísticos con y sin los mencionados valores atípicos o *outliers*. Por ello, las tablas siguientes muestran los resultados considerando los mencionados datos atípicos o *outliers*, encontrándose que, aun cuando no se retiren del análisis, el *test* de medias indica también que el SDG del TNM no modificó las variaciones en la demanda histórica del TPM.

**Tabla 9: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Grados de libertad	70	191
F	2,033957	
P(F<=f) una cola	0,000076	
Valor crítico para F (una cola)	1,366802	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 10: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	97	
Estadístico t	0,06121	
P(T<=t) una cola	0,47566	
Valor crítico de t (una cola)	1,66071	
P(T<=t) dos colas	0,95132	
Valor crítico de t (dos colas)	1,98472	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

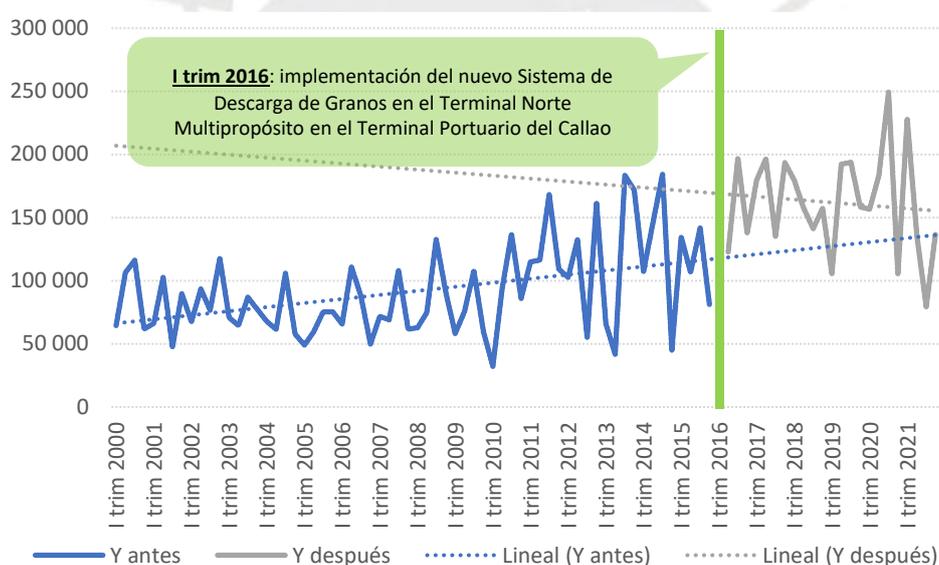
Cabe señalar que los resultados anteriores (con y sin valores atípicos o *outliers*) han sido estimados considerando un nivel de significancia estadística de  $\alpha = 5\%$ , sin embargo, como fue indicado en la sección anterior con la finalidad de reducir el error tipo I, también se han realizado estimaciones con  $\alpha = 1\%$  (ver resultados en el Anexo 6); asimismo con la finalidad de contribuir a aumentar el poder estadístico de los *test* aplicados se ha aumentado el mencionado nivel de significancia con lo cual también se hicieron estimaciones considerando un nivel de significancia

estadística de  $\alpha = 10\%$  (ver resultados en el Anexo 7). En ambos casos las estimaciones se realizaron con y sin los valores atípicos o *outliers*. Al respecto, se precisa que los resultados observados con los diferentes niveles de significancia estadística (de  $\alpha = 1\%$  y  $\alpha = 10\%$ ) son consistentes con aquellos que se obtuvieron cuando se consideró un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ , sea que se consideren o no los mencionados valores atípicos o *outliers*; es decir, se evidencia que la implementación del SDG del TNM no tuvo efecto en la demanda del TPM.

### 5.1.2.2. Resultados de la prueba de comparación de interceptos y pendientes

Si la información sobre la demanda de servicios portuarios del TPM es analizada con frecuencia trimestral<sup>64</sup> se encuentra que existe una tendencia creciente antes de la implementación del SDG del TNM y luego dicha tendencia cambia y se vuelve decreciente, con lo cual de manera preliminar se puede concluir que, contrariamente al resultado obtenido en la sección anterior, la implementación del mencionado SDG del TNM en efecto redujo la demanda en el TPM o, al menos, ocasionó que cambien su tendencia creciente y se vuelva decreciente, tal como es posible observar en la siguiente figura. En principio, ello evidenciaría que los usuarios del TPM consideran que el TNM puede constituirse como un proveedor alternativo de servicios portuarios, correspondiendo por tanto definir el mercado geográfico relevante del TPM de una manera más extensa, incluyendo al menos al mencionado TNM.

**Figura 14: Evolución trimestral del volumen de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (toneladas trimestrales)**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Es importante señalar que la tendencia decreciente observada para el subperiodo posterior al SDG del TNM ocurre cuando se incorpora en el análisis los datos trimestrales correspondientes a los años 2020 y 2021, los cuales estuvieron caracterizados por los efectos económicos de la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19, puesto que, como se observa en el Anexo 8, cuando no se consideran los datos de dichos años, la tendencia creciente de la demanda en el TPM no se vuelve decreciente sino que se mantiene creciente.

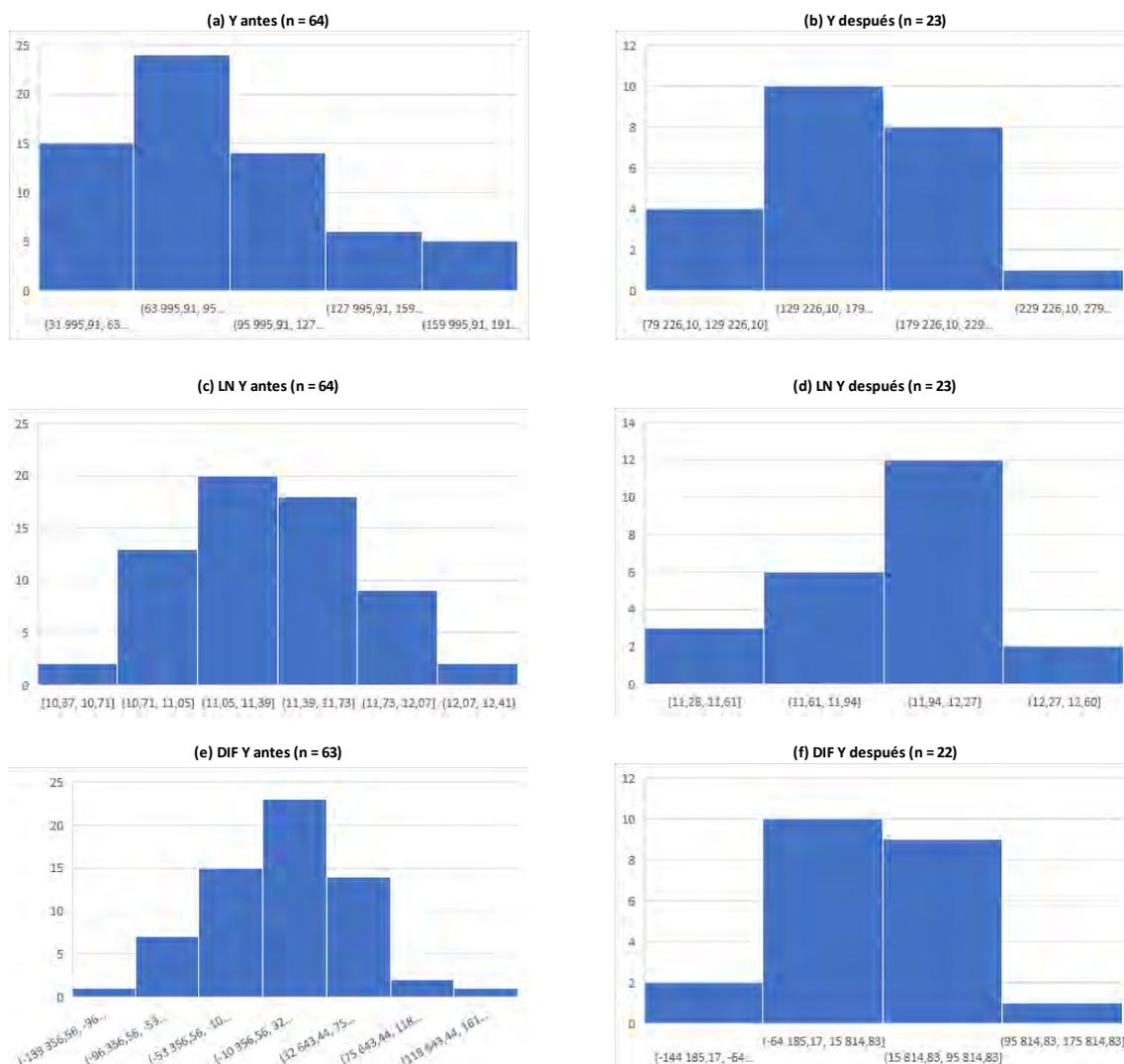
Bajo ese contexto, en esta sección se analiza si es estadísticamente significativo el cambio hacia abajo de la tendencia observado en la figura anterior y si el SDG del TNM afectó la relación de la demanda del TPM con el PBI de la economía peruana. Con esa finalidad, se implementa una

<sup>64</sup> Como se indicó antes en la sección de lineamientos metodológicos, esta prueba estadística de comparación de interceptos y pendientes es aplicada con información trimestral (datos mensuales agrupados por trimestres) que cubre el periodo de análisis I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 en el cual existen 88 observaciones incluyendo el trimestre en el que se implementó el SDG del TNM.

prueba de comparación de interceptos y pendientes de los modelos de regresión de la demanda del TPM antes y después del mencionado SDG del TNM.

Al respecto, el análisis de la distribución de datos mediante histogramas, como se muestra en la siguiente figura, parece indicar que la demanda de servicios portuarios en el TPM en niveles, en logaritmos naturales y en diferencias sigue una distribución normal.<sup>65</sup>

**Figura 15: Histogramas del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021**



Nota: El eje horizontal está expresado en toneladas trimestrales, su logaritmo natural y su primera diferencia, en tanto que el eje vertical indica la cantidad de observaciones en cada intervalo.

1/ Es el logaritmo natural (LN) del volumen trimestral de importaciones de granos. No se considera aquellos meses en los cuales no se importaron dichos productos porque no es posible calcular el LN de 0.

2/ Corresponde a la diferencia (DIF) del volumen de importaciones de granos en un determinado trimestre menos el volumen del trimestre inmediato anterior, con lo cual antes y después se tiene una observación menos en cada subperíodo.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En segundo lugar, como se reporta en la siguiente tabla, la aplicación del *test* de Tukey con la corrección de Carling no identifica la existencia de valores atípicos o *outliers* en la serie trimestral de la demanda en el TPM, sea en niveles, en logaritmos natural o en diferencias.

<sup>65</sup> Específicamente, en cada caso (en niveles, en logaritmos naturales y en diferencias), al menos uno de los dos grupos de análisis parece mostrar una distribución normal; lo cual es requisito suficiente para aplicar la mencionada prueba de comparación de interceptos y pendientes.

**Tabla 11: Identificación de datos atípicos o *outliers* en la serie trimestral en niveles, logaritmos naturales y diferencias de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021**

		Antes	Después	Total
Y	n	64	23	87
	outliers	-	-	-
	n sin outliers	64	23	87
	outliers % 1/	-	-	-

		Antes	Después	Total
LN	n	64	23	87
	outliers	-	-	-
	n sin outliers	64	23	87
	outliers % 1/	-	0%	-

		Antes	Después	Total
DIF	n	63	22	85
	outliers	-	-	-
	n sin outliers	63	22	85
	outliers % 1/	-	-	-

1/ Es el porcentaje de casos identificados como *outliers* respecto del total de datos en cada conjunto de datos.  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Como se señaló anteriormente en la sección de lineamientos metodológicos, con la finalidad de identificar si la implementación del SDG del TNM tuvo un impacto en el TPM, en la presente investigación se estima la ecuación única de demanda de servicios portuarios del TPM mediante las técnicas de OLS, HCE y HAC ello en tanto que se identificó la existencia de residuos heterocedásticos y posiblemente autocorrelacionados (ver Anexo 3). Además, de manera complementaria, en un contexto en el cual las variables en cuestión no son estacionarias en niveles, pero sus diferencias son estacionarias y exhiben una relación de largo plazo, es decir cointegran (ver Anexo 4), la estimación de la ecuación única también se realizó aplicando los métodos de DOLS, FMOLS y CCR, con lo cual se obtienen resultados robustos que permiten realizar inferencia estadística válida para contrastar la hipótesis de nulo impacto del TNM sobre el TPM.

Cabe recordar que el modelo de ecuación única de la demanda del TPM es el siguiente:  $Output_i = \beta_0 + \beta_1 * Input_{i1} + \beta_2 * Condition_{i2} + \beta_3 (Input_{i1} * Condition_{i2}) + \varepsilon_i$ . Al respecto, considerar el tiempo como variable *Input* permite comparar la tendencia de la demanda en el TPM antes y después del SDG del TNM en tanto que considerar el PBI como variable *Input* brinda la posibilidad de identificar si el mencionado SDG del TNM afectó la relación existente entre la demanda del TPM y el PBI de la economía peruana. En tal sentido, las tablas siguientes muestran los resultados primero considerando el tiempo como variable *Input* y luego representando al PBI como variable *Input*.

**Tabla 12: Prueba de comparación de interceptos y pendientes del modelo de regresión de la demanda trimestral de servicios portuarios en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019**

**(a) Input = tiempo**

Variable	MCO_T	HCE_T	HAC_T	DOLS_T	FMOLS_T	CCR_T
tiempo	803.6345	803.6345	803.6345	923.9142	776.1110	784.6918
	222.423	249.358	217.781	231.007	201.233	196.465
	3.6131	3.2228	3.6901	3.9995	3.8568	3.9940
	0.0005	0.0019	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001
condition	7.6e+03	7.6e+03	7.6e+03	1.8e+05	2.2e+04	2.5e+04
	1.3e+05	1.2e+05	1.0e+05	1.7e+05	1.1e+05	1.2e+05
	0.0585	0.0614	0.0762	1.0455	0.1936	0.2023
	0.9535	0.9512	0.9395	0.2958	0.8465	0.8397
tiempocond~n	399.1534	399.1534	399.1534	-1.9e+03	205.6400	160.0606
	1796.473	1706.312	1374.730	2366.000	1587.961	1749.301
	0.2222	0.2339	0.2904	-0.8153	0.1295	0.0915
	0.8248	0.8157	0.7723	0.4149	0.8970	0.9271
_cons	6.5e+04	6.5e+04	6.5e+04	0.0000	6.7e+04	6.7e+04
	8314.865	6992.508	7002.163	8640.394	7582.135	6530.277
	7.8771	9.3668	9.3539	0.0000	8.8341	10.1977
	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000

Legend: b/se/t/p

**(b) Input = PBI**

Variable	MCO_PBI	HCE_PBI	HAC_PBI	DOLS_PBI	FMOLS_~I	CCR_PBI
pbi	0.7309	0.7309	0.7309	0.7721	0.7470	0.7428
	0.179	0.214	0.170	0.179	0.150	0.149
	4.0848	3.4093	4.2933	4.3136	4.9853	4.9803
	0.0001	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
condition	-1.1e+04	-1.1e+04	-1.1e+04	3.4e+05	3.5e+04	0.0000
	1.5e+05	1.3e+05	1.3e+05	2.9e+05	1.3e+05	1.7e+05
	-0.0713	-0.0854	-0.0850	1.1758	0.2817	0.0000
	0.9433	0.9321	0.9325	0.2397	0.7781	1.0000
pbicondition	0.3462	0.3462	0.3462	-2.2983	-0.0201	0.2502
	1.165	0.959	0.960	2.219	0.962	1.338
	0.2973	0.3609	0.3606	-1.0356	-0.0209	0.1870
	0.7670	0.7192	0.7194	0.3004	0.9833	0.8517
_cons	3.0e+04	3.0e+04	3.0e+04	2.3e+04	3.0e+04	3.1e+04
	1.6e+04	1.6e+04	1.3e+04	1.5e+04	1.3e+04	1.3e+04
	1.9159	1.8513	2.2198	1.5183	2.3024	2.3496
	0.0591	0.0680	0.0294	0.1289	0.0213	0.0188

Legend: b/se/t/p

Nota: No se incluye la información del I trimestre 2020 en adelante, la cual estuvo caracterizada principalmente por los efectos económicos de la COVID-19.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Los resultados de la prueba de comparación de interceptos y pendientes, implementada mediante la técnica de OLS corregida con errores robustos HCE y HAC y complementada con DOLS, FMOLS y CCR para obtener resultados robustos,<sup>66</sup> muestran que:

- es elevada la probabilidad de que exista una tendencia creciente en la demanda del TPM o que en efecto existe una relación significativa entre dicha demanda y el PBI de la economía peruana porque el parámetro de la variable *Input* es positivo y estadísticamente significativo en la medida que los correspondientes *p-value* son menores o iguales que los correspondientes niveles de significancia seleccionados de 1%, 5% o 10%;
- es elevada la probabilidad de que estadísticamente sean iguales los interceptos de las líneas de tendencia que describen la demanda del TPM antes y después de la implementación del SDG del TNM o que ello no afectó la relación directa de dicha demanda y el PBI porque los *p-value* de la *Condition* son mayores que los niveles de significancia seleccionados de 1%, 5% o 10%; y
- es elevada la probabilidad de que estadísticamente sean iguales las pendientes de las líneas de tendencia que describen la demanda del TPM antes y después de la implementación del SDG del TNM o que ello no afectó la relación directa de dicha demanda y el PBI porque los respectivos *p-value* de la variable combinada son mayores que los correspondientes niveles de significancia seleccionados de 1%, 5% o 10%.

Cabe señalar que los anteriores resultados se mantienen aun cuando se cambia la especificación del modelo de ecuación única de la demanda de servicios portuarios del TPM. En efecto, cuando las variables *Output* e *Input* son expresadas en logaritmos naturales (modelo log-log), se obtienen resultados que van en el mismo sentido expresado anteriormente, tal como es posible apreciar a continuación.

**Tabla 13: Prueba de comparación de interceptos y pendientes del modelo de regresión log-log de la demanda trimestral de servicios portuarios en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019**

Variable	MCO_LN	HCE_LN	HAC_LN	DOLS_LN	FMOLS_LN	CCR_LN
ln_pbi	0.5199	0.5199	0.5199	0.5627	0.4769	0.4783
	0.158	0.181	0.146	0.166	0.130	0.129
	3.2911	2.8760	3.5510	3.3865	3.6657	3.7109
condition	0.0015	0.0052	0.0007	0.0007	0.0002	0.0002
	-5.8759	-5.8759	-5.8759	23.0156	-4.0072	-1.6886
	18.820	9.649	9.746	38.918	15.232	21.336
ln_pbicond~n	-0.3122	-0.6089	-0.6029	0.5914	-0.2631	-0.0791
	0.7557	0.5444	0.5484	0.5543	0.7925	0.9369
	0.5299	0.5299	0.5299	-1.9206	0.3715	0.1746
_cons	1.598	0.819	0.826	3.304	1.293	1.811
	0.3316	0.6470	0.6414	-0.5813	0.2872	0.0964
	0.7411	0.5196	0.5232	0.5610	0.7740	0.9232
	5.4732	5.4732	5.4732	4.9742	5.9751	5.9593
	1.787	2.025	1.644	1.877	1.472	1.458
	3.0634	2.7034	3.3283	2.6496	4.0580	4.0869
	0.0030	0.0085	0.0013	0.0081	0.0000	0.0000

Legend: b/se/t/p

<sup>66</sup> La aplicación de la prueba de comparación de interceptos y pendientes muestra que la variable *Input* no es estadísticamente significativa cuando se aplica a la variable en primeras diferencias, es decir, no existe una tendencia (creciente o decreciente) o su tendencia es constante, razón por la cual corresponde aplicar un *test* de medias. Al respecto, el Anexo 9 del presente estudio muestra la aplicación del mencionado *test* de medias a la variable en primeras diferencias. Como es de esperar, los resultados indican que el SDG del TNM, no afectó la media de las variaciones en la demanda trimestral en el TPM.

Nota: No se incluye la información del I trimestre 2020 en adelante, la cual estuvo caracterizada principalmente por los efectos económicos de la COVID-19.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Expresando los resultados anteriores en términos más simples, se diría que la evidencia estadística muestra que en efecto existía una tendencia creciente en la demanda del TPM antes y después de la implementación del SDG del TNM o una relación positiva y estadísticamente significativa entre dicha demanda y el PBI de la economía peruana. Además, los resultados también indican que la tendencia creciente en la demanda del TPM se mantuvo igual antes y después del mencionado SDG del TNM o que ello no afectó la relación entre dicha demanda y el PBI. Expresado de otra manera, lo anterior implica que la diferencia observada al inicio de esta sección no es estadísticamente significativa.

En consecuencia, es posible concluir que, luego de la implementación del SDG del TNM, se mantuvo igual la tendencia creciente de la demanda de servicios portuarios en el TPM que ya existía antes pues no ha sido posible observar diferencias que sean estadísticamente significativas entre los periodos previo y posterior; de igual manera tampoco se vio afectada la relación positiva y estadísticamente significativa entre dicha demanda y el PBI de la economía peruana. En virtud de ello, se ratifican los resultados preliminares respecto de que el ámbito geográfico debe limitarse únicamente al TPM puesto que, como se explicará ampliamente en la siguiente sección, no existe algún otro terminal portuario que pueda constituirse como un proveedor alternativo de servicios portuarios para los usuarios del TPM.<sup>67</sup>

### 5.1.2.3. Análisis de la información sectorial

En esta parte del estudio se analiza información sectorial para brindar una explicación sobre los resultados estadísticos obtenidos en las secciones anteriores.

La explicación de un mercado geográfico acotado al TPM es que los cereales que se importan mediante dicho terminal portuario están destinados a plantas de producción y/o almacenes localizados en el departamento de Arequipa, cerca de dicho terminal portuario. Por ello, si las empresas propietarias de dichas plantas de producción y/o almacenes acuden a otro terminal (como el mencionado TNM en reemplazo del TPM) incurrirían en un aumento significativo de sus costos de aprovisionamiento de sus productos en comparación con los costos que asumen descargando sus productos en el TPM puesto que dichas empresas tendrían que cubrir adicionalmente los costos de transporte terrestre<sup>68</sup> de sus productos desde esos otros puertos (como el TNM) hasta sus plantas de producción y/o almacenes ubicados en el departamento de Arequipa.

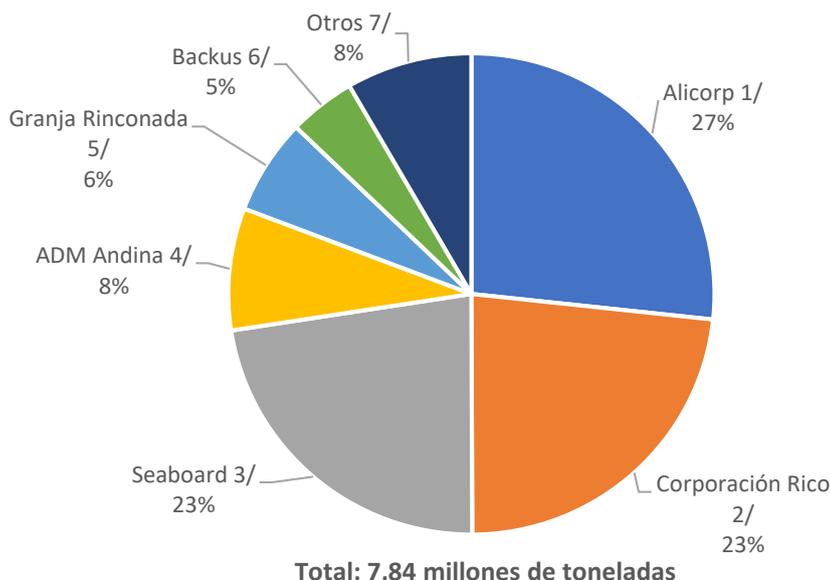
En efecto, como se observa en la siguiente figura, los principales importadores de cereales en el TPM son seis empresas cuyos volúmenes de carga en conjunto representaron el 92% del total de las importaciones de cereales realizadas mediante dicho terminal portuario durante el periodo 2006-2021.

---

<sup>67</sup> La implementación de la prueba de comparación de interceptos y pendientes se llevó a cabo usando el *software* estadístico Stata. En particular, los estimadores DOLS, FMOLS y CCR fueron calculados con el comando “cointreg” propuesto por Wang y Wu (2012, p. 532-539).

<sup>68</sup> Se descarta el transporte marítimo desde el puerto de llegada (como TNM) hasta el TPM, es decir, como cabotaje, porque si una nave granelera puede llegar tanto al TPM como a los otros puertos no resultaría razonable que las empresas arequipeñas importen sus productos por esos otros puertos y desde ahí nuevamente embarquen dichos productos (en esa misma nave u otra) rumbo al TPM para que desde este último terminal sean transportados hacia las plantas de producción o de almacenamiento ubicadas en el departamento de Arequipa.

**Figura 16: Importaciones de cereales en el TPM, según usuarios, 2006-2021**  
(toneladas)



Nota: Se presenta información del periodo 2006-2021 porque para los años anteriores los datos no se encuentran completamente desagregados según usuario portuario.

1/ Incluye las importaciones de Alicorp S.A.A.

2/ Se refiere a los volúmenes movilizados por Corporación Rico S.A.C. (antes Food Markets S.A.C.) que en 2018 absorbió a Rico Pollo S.A.C. (Municipalidad Provincial de Ilo, 2021 29 de enero; Ministerio de Agricultura y Riego, 2019 9 de octubre), cuyas importaciones también son incluidas en esta categoría.

3/ Contiene las importaciones de Seaboard Overseas Peru S.A.C. que adquirió a ContiLatin del Peru S.A. (Newsfile Corp, 2019, 6 de noviembre), cuyos volúmenes también se incluyen en esta categoría.

4/ Son los volúmenes movilizados por ADM Andina Peru S.R.L.

5/ se refiere a las importaciones de Granja Rinconada del Sur S.A.

6/ Contiene los volúmenes transportados por Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A. que en 2006 absorbió a Compañía Cervecería del Sur del Perú S.A. (Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A., 2011, p. 67), cuyas importaciones están incluidas en esta categoría.

7/ Incluye usuarios cuyos volúmenes de importación representa 2% o menos del total de las importaciones de cereales.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Asimismo, los importadores de cereales que emplean el TPM tienen sus plantas de producción o de almacenamiento localizadas en el departamento de Arequipa, cerca de dicho terminal, tal como se muestra en la siguiente tabla. Por ello, resulta razonable esperar que el mencionado recinto portuario represente la alternativa más económica o rentable para descargar sus productos importados en comparación con otros posibles puertos ubicados fuera de Arequipa, en lugares relativamente alejados, tales como el mencionado TNM del Terminal Portuario del Callao.

**Tabla 14: Ubicación de los principales importadores de cereales en el TPM, según usuarios, 2006-2021**

Usuarios		Descripción	Ubicación
Alicorp	Planta Molino Arequipa	Es una planta industrial dedicada a la “[m]olienda de trigos para la producción de diferentes tipos de harinas para consumo humano, así como la preparación de premezclas en diferentes presentaciones” (Ministerio de la Producción, 2021 28 de diciembre, p. 2).	Av. Los Incas 1112, Arequipa, Arequipa, Arequipa.
	Planta Sidsur	Es una “[p]lanta industrial de producción de molinería, fideos y galletas” (Ministerio de la Producción, 2015 23 de julio, p. 2).	Av. Parra 400, Arequipa, Arequipa, Arequipa.

Usuarios	Descripción	Ubicación
Corporación Rico	Es una “granja de reproducción y engorde, además de una planta de beneficio” de pollos y cerdos (Rico Pollo, s.f.).	Vía Evitamiento 123, Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa.
Seaboard	Es el almacén privado de Seaboard en Matarani, “una empresa comercializadora de granos con clientes, entre otras, en la zona sur del país” (Ositrán, 2019a, p. 30; León, 2019).	Estación Islay Km. 2, Islay - Matarani, Islay, Arequipa.
ADM Andina	Son depósitos (almacenes) de ADM Andina, una empresa dedicada a la “venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco” (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [Sunat], s.f. a y b). <sup>1/</sup>	Pq. Industrial Rio Seco Mza. J (Subl. 6), Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa.
		Cal. José Antonio Taboada S/N (Carret. Variante Uchumayo km 1.5), Sachaca, Arequipa, Arequipa.
		S/N Cas. San José, La Joya, Arequipa, Arequipa.
		Av. Pizarro 113 Urb. J. Luis Bustamante y River, Paucarpata, Arequipa, Arequipa.
		AV. Gral. Diez Canseco 527, Mollendo, Islay, Arequipa.
		S/N Lote. 314 Ubic. Rur. Sección F, Lateral 05 (frente Restaurant Los Portales de Obando), Uchumayo, Arequipa, Arequipa.
		Av. Perú Mza. 31 Lote. 6 Urb. Semi Rural Pachacútec (Zona E), Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa.
		Av. Prol. John F. Kennedy Mza. E Lote. 3 Urb. Industrial Cayro, Paucarpata, Arequipa, Arequipa.
Granja Rinconada	Son depósitos (almacenes) de Rinconada, una empresa dedicada a la “cría de (...) animales” (Sunat, s.f. a y b). <sup>1/2/</sup>	Car. Panamericana Sur KM. 957 (al lado izquierdo del grifo), La Joya, Arequipa, Arequipa.
		Lateral 12 (Irrigación La Joya), La Joya, Arequipa, Arequipa.
		Cal. La Mar SN (pueblo de La Joya), La Joya, Arequipa, Arequipa
		Cal. Abancay 200, Socabaya, Arequipa, Arequipa.
Backus	Es la planta de producción de Backus en la región de Arequipa (Agüero, 2016, p. 2). <sup>3/</sup>	Variante de Uchumayo 1801, Sachaca, Arequipa, Arequipa.

1/ La información se obtuvo mediante la “Consulta RUC”, opción “Establecimiento(s) Anexo(s)” y también se consultó el Formulario 2046, ambos disponibles en el portal web de la agencia tributaria (Sunat, s.f. a y b).

2/ Solamente se muestra la ubicación de los depósitos (almacenes), no de las sedes productivas, las cuales están localizadas en el departamento de Arequipa; y tampoco de los locales comerciales o de servicios, los cuales en su mayoría también se ubican en el departamento de Arequipa y en menor medida en los departamentos de Moquegua y Tacna.

3/ No se refiere al “Centro de Distribución Camaná [que] se encarga de la distribución, ventas y almacén de producto terminado (gaseosas y bebidas alcohólicas), el cual es abastecido por Planta Arequipa, [también] ubicada en el Departamento de Arequipa, Provincia de Arequipa, Distrito de Sachaca, Variante de Uchumayo N° 1801” (Agüero, 2016, p. 26).

Fuente: Backus, Ministerio de la Producción, Ositrán, Rico Pollo, y Sunat.

Además, evaluando las otras posibles alternativas se tiene que, en orden de cercanía al TPM y considerando solamente aquellos puertos a través de los cuales se podrían descargar cereales

con una calidad de servicio relativamente similar al mencionado terminal portuario, los posibles puertos alternativos son:

- hacia el norte, los puertos peruanos, de los cuales el más cercano es el Terminal Portuario General San Martín (TPGSM) localizado en Paracas a 723 km u 11 horas y 55 minutos del TPM vía terrestre, seguido del TNM en el Terminal Portuario del Callao a 939 km o 15 horas y 13 minutos del TPM vía terrestre;<sup>69</sup> y
- hacia el sur, los puertos chilenos, de los cuales el más cercano es el Puerto de Arica ubicado a 321 km o 5 horas y 4 minutos del TPM vía terrestre, seguido del Puerto de Iquique a 632 km o 8 horas y 46 minutos del TPM vía terrestre, y del Puerto de Antofagasta a 1 038 km o 12 horas y 56 minutos del TPM vía terrestre.<sup>70,71</sup>

En consecuencia, sea al norte en el Perú o al Sur en Chile, los posibles puertos alternativos al TPM se encuentran a una distancia tal que en efecto los usuarios de dicho terminal portuario enfrentarían un incremento significativo en sus costos de transporte desde esos posibles puertos alternativos hasta sus plantas de producción o de abastecimiento ubicadas en el departamento de Arequipa siempre respecto a los costos de transporte en que incurrirían importando por el TPM. Es decir, tampoco es posible emplear transporte multimodal llegando vía marítima hacia esos supuestos puertos alternativos y luego vía terrestre hacia las plantas de almacenamiento y/o producción de los importadores de cereales en el sur peruano. Por ese motivo se descartan esos otros puertos (sean peruanos o chilenos) como posibles alternativas para los usuarios del TPM, no correspondiendo incluirlos en el mercado geográfico relevante, que como se concluyó anteriormente, debe estar limitado únicamente al mencionado recinto portuario de Matarani.

Además, como se indicó antes, si las naves pueden llegar a esos otros puertos (peruanos y chilenos) y también al TPM, no resultaría razonable esperar que los usuarios del TPM descarguen sus productos en esos otros puertos y luego vía terrestre los transporten hasta sus plantas de producción o de abastecimiento ubicadas en el departamento de Arequipa que son los puntos de destino de dichos productos.

En efecto, para los cereales provenientes de Estados Unidos de América (36%) y Canadá (14%), en sentido de norte a sur,<sup>72</sup> carecería de razonabilidad descargarlos por algún puerto peruano ubicado al norte del TPM y luego vía terrestre transportarlos hasta el departamento de Arequipa donde están las plantas de producción o de abastecimiento,<sup>73</sup> pues el costo de transporte se vería incrementado (al agregar un tramo terrestre cuando todo el proceso podría haber sido completado vía marítima hasta el TPM); y, de manera similar, para los cereales provenientes de Argentina (31%), en sentido norte a sur, tampoco resultaría razonable esperar que sean

---

<sup>69</sup> La distancia en kilómetros y tiempo de viaje debería medirse desde los otros terminales (TPGSM y TNM) hasta las ubicaciones de los usuarios del TPM que es el lugar donde son requeridos dichos productos importados; sin embargo, se considera una aproximación adecuada y referencial la distancia en kilómetros y tiempo de viaje hasta el TPM en la medida que dichas plantas se ubican cerca del mencionado terminal portuario en el mismo departamento de Arequipa.

<sup>70</sup> La información sobre la distancia y los tiempos de transporte terrestre ha sido obtenida de Google Maps: <https://www.google.com/maps> (último acceso: 21.05.2022 a las 01:56 horas) (Google, s.f.).

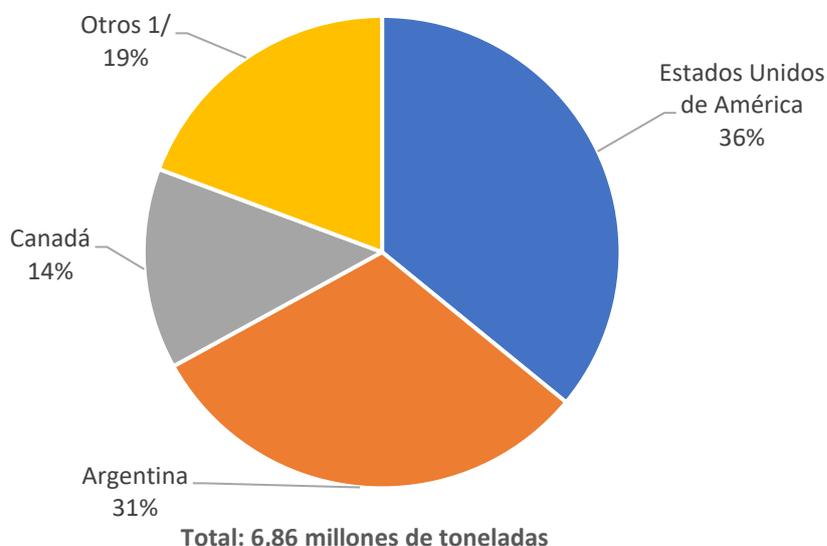
<sup>71</sup> Los puertos chilenos evaluados son aquellos considerados como posibles alternativas al TPM por el propio administrador del mencionado terminal portuario, tal como se observa en Macroconsult (2019, p. 63).

<sup>72</sup> Sea que los productos provengan de las costas este u oeste de Estados Unidos de América o Canadá, el sentido de norte a sur no varía puesto que aquellos que parten de la costa este usarían el Canal de Panamá para pasar del Océano Atlántico al Océano Pacífico y seguir manteniendo el sentido norte a sur puesto que continuar por el Océano Atlántico y bordear Sudamérica por este último océano para llegar al Perú representaría un incremento muy significativo del costo de transporte marítimo. En efecto, como señala Sabonge (2019, p. 11), los *"puertos de la costa este de los Estados Unidos [de América], (...) son los principales usuarios del Canal de Panamá"*. A modo de ejemplo, Alcelay (2013, 9 de junio) indica que *"[u]n buque mercante que (...) sale de la costa oriental de los Estados Unidos en dirección al Japón por la vía del Canal de Panamá ahorra unos 4 800 km, en comparación con la alternativa más corta de una ruta marítima"*.

<sup>73</sup> Si el TPGSM y el TNM en el Terminal Portuario del Callao no son identificados como alternativas del TPM, tampoco lo serán aquellos puertos ubicados más al norte del país, como el Terminal Portuario Multipropósito Salaverry (ubicado a 1 487 km o 24 horas del TPM) y el Terminal Portuario de Paita (a 1 973 km o 31 horas del TPM).

descargados por algún puerto chileno ubicado al sur del TPM para luego transportarlos vía terrestre hasta el departamento de Arequipa dado que aumentaría el costo de transporte (al agregar la modalidad terrestre cuando el ciclo de transporte podría haberse completado solo por vía marítima), ello sin considerar los costos de internamiento primero a territorio chileno (puesto que al venir de Argentina se tendría que pasar por Chile) y después al Perú.

**Figura 17: Importaciones de cereales en el TPM, según país de origen, 2009-2021**  
(toneladas)



Nota: Se presenta información del periodo 2009-2021 porque para los años anteriores a 2009 los datos no se encuentran completamente desagregados según cada país de origen de los productos.

1/ Los volúmenes de importación procedentes de cada uno de los otros lugares representa 4% o menos del total de las importaciones de cereales.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Sin perjuicio de lo anterior y considerando que una cantidad significativa de cereales tiene como punto de origen a Argentina (31%), país desde el cual es posible transportar dichos productos vía terrestre,<sup>74</sup> resulta útil evaluar si por ese motivo el TPM (hacia el cual las importaciones llegan vía marítima desde Argentina) enfrentaría competencia intermodal (mediante el transporte terrestre desde Argentina hasta las plantas de producción o de almacenamiento ubicadas en el departamento Arequipa) puesto que, comparada con la ruta marítima, la ruta terrestre podría presentar ventajas en términos de un menor costo y tiempo de transporte.<sup>75</sup> Sin embargo, el transporte terrestre de cereales desde Argentina hasta Arequipa no resultaría posible, al menos no en una cuantía significativa, porque la capacidad máxima de transporte de todos los camiones disponibles para esa ruta (asumiendo de modo no realista que todos los camiones del Perú y no solo aquellos registrados para Arequipa se dediquen únicamente a transportar cereales y dejen de movilizar otros productos a granel) estaría por debajo del volumen total de cereales provenientes de Argentina que son descargados mediante el TPM.<sup>76</sup> En consecuencia, se

<sup>74</sup> Según el Ministerio de Hacienda de Argentina, en relación con el cereal que más se importa mediante el TPM, el maíz, se tiene que en dicho país durante el periodo 2013-2018, "alrededor del 80% de la producción de maíz se concentra en el norte de la provincia de Buenos Aires, el sudeste de Córdoba y el sur de Santa Fe, zona conocida tradicionalmente como Zona Núcleo Maicera" (Storti, 2019, p. 5). Así, en la medida que, en comparación con Buenos Aires y Santa Fe, Córdoba es el punto argentino más cercano al Perú, se toma como referencia que desde Córdoba hasta Arequipa son 2 466 km o 32 horas vía terrestre (asumiendo conducción continua), pasando por Chile primero (al cual se ingresaría por el Paso de Jama) y luego entrando al Perú mediante Tacna.

<sup>75</sup> Solamente a modo de referencia se señala el caso de la conexión entre Lima en Perú y Rio Branco ubicado en el estado de Acre en Brasil, en el cual el transporte terrestre tiene un costo menor (USD 241 vs USD 423 por tonelada hacia el 2011) y un tiempo significativamente menor (entre 1-3,5 días vs entre 47-52 días hacia el 2011), explicado por el hecho que en la opción de vía marítima los productos peruanos irían hasta el Puerto de Santos (en el lado este de Brasil) y luego vía terrestre hasta Rio Branco (ubicado en el lado oeste de Brasil, contiguo al Perú).

<sup>76</sup> En efecto, un estudio publicado en el año 2015 por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú muestra que la oferta de servicios de transporte terrestre del Perú hacia Argentina tenía una capacidad total de 40 563 toneladas (Mincetur, 2015b, p. 31). Si se considera que la flota de camiones hasta el año 2019 (sin considerar los

concluye que el mencionado terminal portuario no enfrentaría una competencia intermodal proveniente del transporte terrestre desde Argentina hacia Arequipa respecto del transporte de cereales así como tampoco es posible afirmar que el TPM enfrente competencia multimodal, es decir, una combinación de transporte marítimo hasta otro puerto y luego vía terrestre hasta los locales de almacenamiento o producción de los importadores del sur del Perú.

Es decir, el análisis de la información sectorial muestra que, en efecto, el mercado geográfico relevante para los cereales no debe incluir a algún otro puerto alternativo (sea peruano o chileno) sino que corresponde ser delimitado únicamente al TPM porque no se ha identificado que algunos de los otros puertos se constituyan como puntos de desembarque alternativos para los cereales importados a través del TPM, los cuales son destinados a plantas de producción o de almacenamiento que se localizan cerca del TPM, en el mismo departamento de Arequipa.

En resumen, como se ha demostrado ampliamente en este capítulo, el análisis estadístico (test de medias, así como prueba de comparación de interceptos y pendientes) y la información sectorial indican indudablemente que el ámbito geográfico está restringido únicamente al recinto portuario objeto de análisis en este estudio.

Por lo tanto, el mercado relevante (incluyendo tanto el producto y área geográfica) debe ser definido como el conjunto o paquete de servicios portuarios (que como mínimo incluye los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento), los cuales son requeridos por los importadores de cereales para realizar la respectiva descarga mediante el TPM.

## **5.2. Evaluación del poder de mercado**

En esta sección se evalúa el poder de mercado del operador del TPM respecto de la provisión de los servicios portuarios en cuestión dentro del mercado relevante antes definido. Con ese objetivo en mente, se consideran los criterios específicos aplicables a la industria portuaria. Al respecto:

- Como se indicó anteriormente, se descarta la posibilidad de que los importadores de cereales puedan utilizar algún modo de transporte distinto al marítimo o una combinación de varios modos de transporte, porque los puntos de origen de los cereales son países desde los cuales es más económico o rentable importar al Perú mediante la vía marítima. Por lo tanto, resulta razonable señalar que no existe competencia (o sustitución) intermodal y tampoco multimodal.
- Se había descartado también que algún puerto relativamente cercano pueda ejercer alguna presión competitiva importante sobre el TPM. En efecto, el mercado relevante fue definido de manera acotada para incluir solamente al mencionado terminal portuario puesto que la demanda en el TPM no se vio afectada negativamente con la implementación del SDG del TNM que en principio podría resultar atractivo para dichos usuarios portuarios dado que constituyó una mejora importante de la calidad de del servicio (mayor ritmo de descarga); es decir, no se observó una sustitución entre ambos terminales portuarios. Corresponde por ello concluir que el mencionado TPM no enfrenta competencia interportuaria de otro terminal portuario.
- En relación con la posibilidad de competencia intraportuaria o intraterminal es importante precisar que si bien una tercera empresa (distinta de Tisur<sup>77</sup>) podría ingresar al recinto portuario para brindar servicios, se ha identificado que Trabajos Marítimos S.A. (Tramarsa) sería la principal tercera empresa pues, según señala, opera el mencionado TPM (Prensa Regional, 2022, 22 de octubre). Cabe indicar que ambas empresas (Tisur y Tramarsa)

---

años 2020 y 2021 por la existencia de restricciones de oferta relacionadas con la COVID-19) creció a su ritmo histórico de 7,8% anual observado en el periodo 2013-2017 (Barbero et al., 2020, p. 61), se tiene que la capacidad máxima de transporte terrestre hacia el año 2019 habría sido equivalente al 14% del total de cereales importados mediante el TPM; reduciéndose dicho porcentaje a 12% en el año 2020 y aumentando a 36% en el 2021.

<sup>77</sup> Desde diciembre de 2006, el Ositrán prohibió a Tisur que subcontrate la provisión de los servicios de uso de muelle y transferencia en el TPM (Ositrán, 2006, p. 3).

forman parte del Grupo Romero, es decir, son empresas vinculadas porque pertenecen al mismo grupo económico. Al respecto, según el Indecopi:

*“dos empresas que forman parte de un mismo grupo económico no pueden considerarse como empresas competidoras, porque responden a una misma unidad de decisión y por tanto no compiten efectivamente entre sí. Cualquiera sea la ganadora, [el] beneficio [de alguna de ellas] redundará en el beneficio del grupo económico del que forma parte”* (Ositrán, 2023c, p. 23).

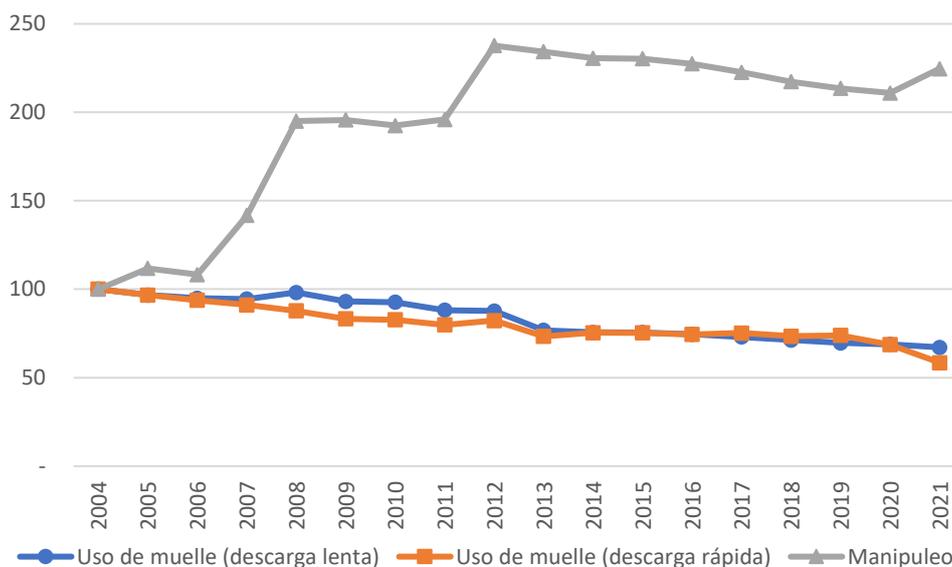
Bajo ese contexto, corresponde concluir que no puede existir competencia efectiva entre Tisur y Tramarsa en el TPM en razón de su vinculación económica por pertenecer a un mismo grupo económico. Por lo tanto, no existe competencia intraportuaria o intraterminal.

- No se identifica que los importadores de cereales tengan un poder de compra significativo de modo tal que compense el poder de mercado que exhibe la empresa prestadora de servicios portuarios en el TPM. Por el contrario, para dichos usuarios portuarios, esa infraestructura se constituye en una facilidad esencial dado que ellos no pueden cambiar el transporte marítimo por otras modalidades de transporte y carecen de poder de compra compensatorio frente al proveedor de servicios portuarios.
- Finalmente se observa que existen barreras económicas para el ingreso de nuevas empresas proveedoras de servicios portuarios en la zona de influencia del TPM debido a que son relativamente elevados los niveles de inversión para la construcción de nuevos terminales portuarios. Por tal motivo, resulta difícil observar terminales portuarios nuevos en un corto plazo (entre uno o dos años).

En resumen, los dueños o consignatarios de cereales que demandan los servicios portuarios bajo análisis en el TPM no tienen proveedores alternativos. Por ese motivo, se concluye que existe un significativo poder de mercado.

De otro lado, cabe añadir que estamos ante un caso en el cual existen servicios portuarios regulados (uso de muelle y almacenamiento) y no regulados (transferencia y manipuleo), que son brindados por parte de un proveedor que tiene un significativo poder de mercado para incrementar sus precios si le estuviera permitido por el marco regulatorio. Como consecuencia de ello es razonable esperar que el incremento observado a lo largo del tiempo en el precio de los servicios no regulados sea mayor que el aumento del precio de los servicios regulados; o, en su defecto, la caída de precios sea menor para los servicios no regulados. En efecto, como es posible observar en la siguiente figura, durante el periodo acumulado 2004-2021, el precio real del servicio regulado sujeto a tarifas máximas (uso de muelle) se redujo entre 33% y 42% dependiendo si se trata de descarga lenta o rápida respectivamente; en tanto que, el precio real del servicio no regulado (manipuleo de cereales) aumentó 125%.

**Figura 18: Evolución de los precios reales de los servicios de uso de muelle y manipuleo de cereales en el TPM, 2004-2021**  
(2004=100)



Nota: Actualmente, el servicio de uso de muelle es regulado y el servicio de manipuleo no es regulado. El servicio de manipuleo (no regulado) presentó los mayores incrementos porcentuales en los siguientes años: 2005 (12%), 2007 (31%), 2008 (38%), 2012 (21%) y 2021 (7%).

Fuente: Tarifarios del Terminal Portuario de Matarani - versiones 2 a 56 (información obtenida mediante SAIP con número de registro SAIP 2022002576 y Expediente N° 040-2022-SAIP, la cual fue dirigida al Ositrán bajo el marco de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública); y US Bureau of Labor Statistics.

Es importante señalar que, en principio, los incrementos de precios del servicio de manipuleo (no regulado) podrían estar explicados por un aumento de los costos de producción de dicho servicio y no necesariamente por un ejercicio de poder de mercado de parte del proveedor de servicios portuarios en el TPM.

Cabe señalar que, según la teoría económica básica, en un mercado competitivo, las variaciones de los precios pueden estar explicados por cambios en los costos variables, más no por los costos fijos (que más reflejan cambios tecnológicos en el proceso productivo) y menos por los costos hundidos, cuya recuperación de inversión ocurre vía cantidades. En efecto:

- Bajo un escenario competitivo, cuando aumenta el costo marginal de producción, los oferentes requerirán un mayor precio para cualquier nivel de producción, es decir, ocurre una reducción de la oferta (se desplaza a la izquierda), con lo cual se incrementa el precio de mercado (Mankiw, 2012, p. 74-76). Bajo esa perspectiva, un incremento de precios como consecuencia de un mayor costo marginal o costo variable, no representaría un ejercicio de poder de mercado por parte del prestador de servicios portuarios.
- No opera un mecanismo similar cuando existe una mejora tecnológica del proceso de producción, el cual representa un costo fijo de producción o inclusive un costo hundido. En un mercado competitivo donde existen muchos proveedores de servicios, una mejora tecnológica del proceso productivo (como por ejemplo la implementación de un sistema de descarga automática de cereales en un puerto) que es ampliamente adoptada por dichos proveedores lleva a una reducción del costo unitario de producción, con lo cual los oferentes estarían dispuestos a aceptar un menor precio para cualquier nivel de producción o, dicho de otra manera, dado cualquier precio, los vendedores estarían dispuestos a proveer una mayor cantidad de producto por su mayor capacidad instalada; es decir, se incrementa la curva de oferta del mercado, lo que a su vez reduce el precio de mercado; en resumen, cuando existe un mercado competitivo con múltiples proveedores, una mejora del proceso productivo (tecnología) lleva a una mayor oferta del mercado, con lo cual se reduce el precio y aumenta el volumen de productos vendidos en el mercado (Mankiw, 2012, p. 74-76).

Considerando ello, se ha identificado que en efecto los aumentos de precios del servicio de manipuleo de los años 2007, 2008 y 2012 ocurrieron en un contexto de incremento de costos de producción reportados por Tisur, principalmente en el rubro de mano de obra;<sup>78</sup> sin embargo, no ha sido posible identificar si en efecto se trata de trabajadores dedicados a la provisión del servicio en cuestión, el cual sería intensivo en capital y no en mano de obra porque desde el año 2004 en el TPM está en operación un sistema de torres absorbentes para descargar granos (Ositrán, 2004, p. 88). Además, según Tisur, alrededor de las fechas en las que ocurrieron esos incrementos de precios o inclusive en esos mismos años, se llevaron a cabo inversiones significativas en el TPM, las cuales -según puede verse en la siguiente lista de inversiones realizadas por Tisur- claramente no representan costos variables sino más bien son costos fijos e inclusive costos hundidos a juzgar por la especificidad de dichos activos portuarios.

**Tabla 15: Inversiones realizadas por Tisur en equipamiento e infraestructura portuaria para el Terminal Portuario de Matarani, 2002-2014**  
(Millones de dólares)

Obras	Monto	Año
Ampliación de capacidad de silos	2.39	2002
Nueva torre absorbente de granos	2.89	2003
Áreas de almacenaje	1.61	2004
Modernización Sistema de Minerales	15.49	2006
Adquisición Grúa Portuaria	3.10	2011
Zonas 9 y 10	1.00	2011
Reubicación de almacenes y bajada de granos	3.45	2012
Tanques de Alcohol	2.00	2013
Zona 11	3.60	2014
<b>Total</b>	<b>35.53</b>	

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A. (Tisur, 2014, p. 40).

De otro lado, en el caso de los incrementos de precios ocurridos en los años 2005 y 2021 se ha identificado que dichos aumentos ocurrieron en un contexto en el cual no se observaron incrementos de costos de producción en el TPM.<sup>79</sup>

En resumen, los incrementos de precios observados en los años 2007, 2008 y 2012 no parecen estar explicados por un aumento de los costos variables de producción del servicio de manipuleo, sino más bien podría tratarse de un ejercicio de poder de mercado, lo cual parece ocurrir con mayor certeza en los años 2005 y 2021 en los cuales los aumentos de precios sucedieron en un contexto de reducción de costos de producción en el TPM.

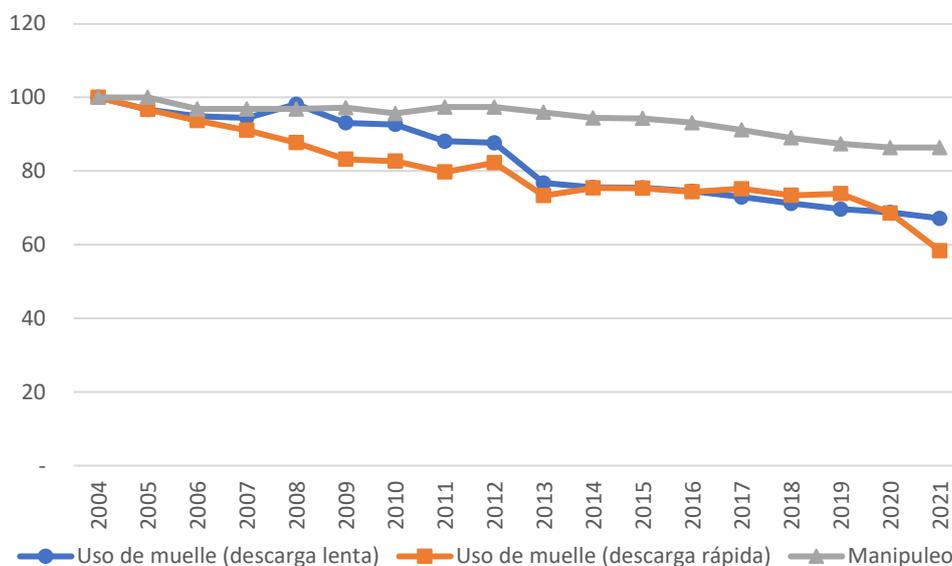
Sin perjuicio de lo anterior, para aislar la posible existencia de incrementos de precios explicados por mayores costos variables de producción, se ha estimado la evolución de los precios del servicio no regulado (manipuleo) sin considerar los aumentos que ocurrieron en los mencionados años 2005 (12%), 2007 (31%), 2008 (38%), 2012 (21%) y 2021 (7%) y dicha evolución se compara con la trayectoria de los precios del servicio regulado (uso de muelle). Al respecto, como se muestra en la siguiente figura, sin considerar los aumentos significativos señalados anteriormente, el precio del servicio no regulado se habría reducido en 14% lo cual está muy por debajo de la reducción observada en el servicio regulado (entre 33% y 42% dependiendo si se trata de descarga lenta o rápida respectivamente). Cabe señalar que, con este último ejercicio, se ha buscado corroborar que la existencia de poder de mercado, al menos, habría ocasionado que el precio del servicio no regulado (manipuleo) se reduzca en una proporción mucho menor

<sup>78</sup> La información se encuentra en los Estados Financieros de Tisur de los años 2007, 2008 y 2012, los cuales se obtuvieron mediante la SAIP con número de registro SAIP 2022011077 y Expediente N° 0133-2022-SAIP que se indicó anteriormente en el capítulo 2 de relevancia empírica).

<sup>79</sup> Para ello se han revisado los Estados Financieros de Tisur de los años 2005 y 2021 que también se obtuvieron mediante la mencionada SAIP con número de registro SAIP 2022011077 y Expediente N° 0133-2022-SAIP.

cuando se compara con la disminución observada en el precio del servicio regulado (uso de muelle).

**Figura 19: Evolución de los precios reales de los servicios de uso de muelle y precios reales simulados del manipuleo de cereales en el TPM, 2004-2021 (2004=100)**



Nota: Actualmente, el servicio de uso de muelle es regulado y el servicio de manipuleo no es regulado. El índice de precios del servicio de manipuleo (no regulado) es hipotético. Ha sido simulado sin considerar los elevados aumentos de precios de los años 2005 (12%), 2007 (31%), 2008 (38%), 2012 (21%) y 2021 (7%) para los cuales se asumió un crecimiento nulo de 0% al año. No se ha modificado el índice de precios del servicio de uso de muelle (regulado). Fuente: Tarifarios del Terminal Portuario de Matarani - versiones 2 a 56 (información obtenida mediante la anteriormente mencionada SAIP con número de registro SAIP 2022002576 y Expediente N° 040-2022-SAIP); y US Bureau of Labor Statistics.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA ECONÓMICA

En el presente estudio se utiliza evidencia de mercado para evaluar el poder de mercado existente en la provisión de los servicios portuarios de uso de muelle o *wharfage*, transferencia, manipuleo y almacenamiento de cereales importados mediante el Terminal Portuario de Matarani (TPM) en el periodo enero 2000 – febrero 2022. Después de los minerales, los cereales son los productos más movilizados en el mencionado terminal portuario.

Como es habitual cuando se realizan evaluaciones de poder de mercado, el primer paso es realizar la definición del mercado relevante donde son brindados los servicios portuarios bajo análisis, considerando tanto el mercado de producto como su correspondiente ámbito geográfico. Al respecto:

- en relación con el mercado del producto se tiene que una estimación simple de la matriz de correlaciones evidencia que hay una relación positiva entre los volúmenes de demanda de cada uno de los servicios portuarios bajo análisis mientras que el análisis de la operatividad portuaria indica que son solicitados de manera conjunta o en paquete por los usuarios para completar la descarga de sus cereales en un terminal portuario, ello en el marco de su proceso logístico de importación; y
- sobre el ámbito geográfico se señala que, bajo el enfoque metodológico del experimento natural o análisis de *shock*, una técnica empírica o de evidencia de efectos directos cuyo uso en la medición de poder de mercado se ha incrementado en los años recientes, tanto el clásico *test* de medias como la prueba de comparación de interceptos y pendientes o *test* de comparación de regresiones muestran que la demanda en el TPM no se redujo y tampoco cambió su tendencia histórica luego de la implementación del nuevo Sistema de Descarga de Granos en el Terminal Norte Multipropósito del Terminal Portuario del Callao (TNM), ocurrido el 22 de febrero de 2016, el cual en la medida que incrementó sus ritmos de descarga (brindando un servicio con mayor calidad) pudo haber sido de interés para los mencionados importadores de cereales del sur del país; así mismo se identificó que el mencionado sistema de descarga en el TNM tampoco afectó la relación positiva y estadísticamente significativa existente entre la demanda del TPM y el PBI de la economía peruana. Así, los resultados de la mencionada prueba de comparación de interceptos y pendientes indican que ambos terminales portuarios (TNM y TPM) no pertenecen al mismo mercado relevante puesto que el TPM puede tomar sus decisiones comerciales independientemente de las acciones de los otros terminales portuarios como el TNM; con lo cual el mercado geográfico relevante queda acotado únicamente al mencionado TPM.

Con la finalidad de obtener resultados robustos que permitan realizar una inferencia estadística válida, la prueba de comparación de interceptos y pendientes de las tendencias históricas de la demanda del TPM fue implementada mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) corregidos con errores estándar robustos consistentes con heterocedasticidad (HCE, por sus siglas en inglés) y autocorrelación (HAC, por sus siglas en inglés), y complementados con las técnicas de OLS dinámicos (DOLS, por sus siglas en inglés), OLS completamente modificados (FMOLS, por sus siglas en inglés) y regresión de correlación canónica (CCR, por sus siglas en inglés) debido a la existencia de variables no estacionarias pero cointegradas.

Cabe adicionar que los resultados de los mencionados procedimientos estadísticos se explican porque los puntos hacia los cuales están destinados los cereales importados mediante el TPM son plantas de producción y/o almacenes de empresas ubicadas cerca del mencionado terminal portuario, en el mismo departamento de Arequipa, con lo cual es posible señalar que los importadores de cereales son sus usuarios “cautivos”. Si estos usuarios “cautivos” del TPM decidieran reemplazarlo por el TNM del Terminal Portuario del Callao, incurrirían en un incremento de costos de abastecimiento, principalmente por el transporte terrestre desde El Callao hasta Arequipa, luego de realizar la descarga de cereales. En tal sentido, la evidencia es clara en señalar que los importadores de cereales del Terminal Portuario de Matarani no dejaron de usar dicho terminal portuario y lo reemplazaron por el mencionado TNM cuando éste último incrementó la calidad de su servicio mediante la implementación de un nuevo sistema de

descarga de graneles; es decir, desde la perspectiva de los usuarios portuarios, ambos terminales portuarios no son sustitutos.

En virtud de lo anterior, el mercado relevante debe definirse como el conjunto o paquete de servicios portuarios (que como mínimo incluye los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento), los cuales son requeridos por los importadores de cereales para realizar la respectiva descarga mediante el TPM.

Una vez definido el mercado relevante en el cual opera el TPM respecto de la provisión de los servicios portuarios bajo análisis, se realizó la correspondiente evaluación del poder de mercado del proveedor de dichos servicios portuarios. A partir de dicha evaluación se concluye que:

- los importadores de cereales no utilizan algún modo de transporte distinto al marítimo o una combinación de varios modos de transporte para llegar al TPM, porque los puntos de origen de los cereales son países desde los cuales es más económico o rentable acceder al Perú vía marítima (no existe competencia o sustitución intermodal o multimodal);
- tampoco se observa competencia interportuaria de otro terminal portuario pues el mercado relevante está acotado únicamente al TPM (no existe competencia interportuaria);
- no se identifica competencia intraportuaria o intraterminal porque si bien puede existir más de una empresa proveedora dentro del recinto portuario, dichas empresas son firmas vinculadas pues pertenecen a un mismo grupo económico, razón por la cual -bajo el enfoque de la agencia nacional de competencia- no pueden competir efectivamente entre sí;
- no se ha identificado que los importadores de cereales tengan un poder de compra significativo de modo tal que compensen el poder de mercado de la empresa prestadora de servicios portuarios en el TPM, razón por la cual para dichos usuarios el mencionado terminal portuario se constituye en una facilidad esencial dado que ellos no pueden cambiar el transporte marítimo por otras modalidades, y carecen de poder de compra compensatorio frente al proveedor de servicios portuarios; y
- se observa que existen barreras económicas para el ingreso de nuevas empresas proveedoras de servicios portuarios en la zona de influencia del TPM porque son relativamente elevados los niveles de inversión para la construcción de nuevos puertos; con lo cual resulta difícil observar nuevos terminales portuarios en un periodo de tiempo de corto plazo (entre uno o dos años).

En consecuencia, los importadores de cereales que demandan los servicios portuarios bajo análisis en el TPM no tienen fuentes alternativas de aprovisionamiento, encontrándose “cautivos” del mencionado terminal portuario. En virtud de ello, se concluye que el TPM exhibe un significativo o elevado poder de mercado.

Por lo tanto, la recomendación respecto de la política regulatoria de los servicios bajo análisis del TPM es la siguiente: (i) en la medida que actualmente se vienen regulando, corresponde seguir aplicando la regulación tarifaria de los servicios portuarios de uso de muelle o *wharfage*, y almacenamiento de cereales;<sup>80</sup> y (ii) dado que no son objeto de regulación en la actualidad, podría evaluarse incorporar un esquema de regulación tarifaria para los servicios portuarios de transferencia y manipuleo de cereales de modo tal que se eviten los efectos negativos de la ineficiencia asignativa (precios monopólicos).

---

<sup>80</sup> A la fecha, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 0032-2023-CD-OSITRAN, el Ositrán ha iniciado el procedimiento administrativo orientado a continuar aplicando la regulación tarifaria de los mencionados servicios portuarios de uso de muelle y almacenamiento de cereales en el TPM (Ositrán, 2023b).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adkins, L. & Carter, R. (2011). *Using Stata for Principles of Econometrics* (4.ª ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Agüero, D. (2016). *Presentación y sustentación del informe memoria de experiencia profesional y rendimiento de una prueba de conocimiento - modalidad suficiencia profesional*. [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fc5edd03-b497-41c1-988d-c2646f0cd62d/content>
- Aguirre, J. (2012). Algunos impactos generales de los contratos de concesión sobre las operaciones de las Empresas Operadoras de las infraestructuras de Transporte y sobre los consumidores en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, (12), 273-284. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/13508/14134>
- Ahmad, N., Du, L., Lu, J., Wang, J., Li, H. & Zaffar, M. (2017). Modelling the CO2 emissions and Economic growth in Croatia: Is there any Environmental Kuznets Curve? *Energy*. Volume 123, 15 March 2017, 164-172.
- Alcelay, S. (2013, 9 de junio). El Canal de Panamá y la nueva revolución que llega para el comercio mundial. *ABC*. Actualizado 03/01/2014 a las 18:41h. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.abc.es/economia/20130609/abci-sacyr-canal-panama-201306072203.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Feconomia%2F20130609%2F-abci-sacyr-canal-panama-201306072203.html>
- Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., Camm, J., Cochran, J., Fry, M. & Ohlmann, J. (2020). *Essentials of Statistics for Business and Economics*. (9.ª ed.). Cengage.
- Autoridad Portuaria Nacional y ProInversión. (2011, 11 de mayo). *Contrato de Concesión: Concurso de Proyectos Integrales del Proceso de Promoción de la Inversión Privada del Proyecto de Modernización del Terminal Norte Multipropósito en el Terminal Portuario del Callao*. (Actualizado al 11 de marzo de 2014). Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/Texto20Actualizado\\_APM1.pdf](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/Texto20Actualizado_APM1.pdf), y <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/2020Anexos20del20120al20151.pdf>
- Barbero, J., Fiadone, R. & Millán, M. (2020). *El transporte automotor de cargas en América Latina* (Nota Técnica N° IDB-TN-1877). Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El transporte automotor de cargas en Am%C3%A9rica Latina.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El%20transporte%20automotor%20de%20cargas%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf)
- Barrantes, R. (2019). *Teoría de la Regulación* (Material de Enseñanza N° 4). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/ME004.pdf>
- Baum, C. (2006). *An Introduction to Modern Econometrics Using Stata*. A Stata Press Publication.
- Behdani, B., Wiegmans, B., Roso, V. & Haralambides, H. (2020). Port-hinterland transport and logistics: emerging trends and frontier research. *Maritime Economics & Logistics* (2020) 22:1-25.
- Breitung, J. (2005). A Parametric Approach to the Estimation of Cointegration Vectors in Panel Data. *Econometric Reviews*, 24(2):151–173.
- Cameron, A. & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics Using Stata*. A Stata Press Publication.

- Caporale, G. & Pittis, N. (2004). Estimator Choice and Fisher's Paradox: A Monte Carlo Study. *Econometric Reviews*. Vol. 23, No. 1, pp. 25–52.
- Carlton, D. & Perloff, J. (2015). *Modern Industrial Organization* (4.<sup>a</sup> ed. Global Edition). Pearson.
- Carter, R., Griffiths, W. & G. Lim (2018). *Principles of Econometrics* (5.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Charles River Associates. (2002). *Port Companies and Market Power - A Qualitative Analysis* (Final Report).
- Charles River Associates. (2004). *Study on the Port of Rotterdam - Market Definition and Market Power* (Final report). Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.acm.nl/sites/default/files/old\\_download/documenten/nma/CRA-rapport\\_openbaar.pdf](https://www.acm.nl/sites/default/files/old_download/documenten/nma/CRA-rapport_openbaar.pdf)
- Church, J. & Ware, R. (2000). *Industrial Organization: A Strategic Approach*. McGraw-Hill Irwin.
- Coate, M. (2013). The use of natural experiments in merger analysis. *Journal of Antitrust Enforcement*, Vol. 1, No. 2 (2013), pp. 437–467.
- Coate, M. & Fischer, J. (2012). Why Can't We All Just Get Along? Structural Modelling and Natural Experiments in Merger Analysis. *European Competition Journal*, 8:1, 41-71.
- Comité Especial de Puertos de la Comisión de Promoción de la Inversión Privada. (1999, mayo). *Contrato de concesión para la construcción, conservación y explotación del Terminal Portuario de Matarani*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/contrato-concesion-matarani.pdf>
- David, P. & Garcés, E. (2010). *Quantitative Techniques for Competition and Antitrust Analysis*. Princeton University Press.
- Defilippi, E. (2010). *Access Regulation for Naturally Monopolistic Port Terminals: Lessons from Regulated Network Industries*. [Tesis de doctorado, Erasmus University Rotterdam]. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://repub.eur.nl/pub/19881/EPS2010204LIS9789058922458.pdf>
- De Langen, P. & Pallis, A. (2006). Analysis of the benefits of intra-port competition. *International Journal of Transport Economics*, Vol. XXXIII. N° 1. February 2006.
- De Langen, P. (2020). *Towards a Better Port: Industry Port Development, Management and Policy*. Routledge.
- De Rus, G., Campos, J. & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Antoni Bosch editor.
- Frost, J. (2019). *Regression Analysis: An Intuitive Guide for Using and Interpreting Linear Models* (1.<sup>a</sup> ed.). Statistics by Jim Publishing. State College, Pennsylvania. U.S.A.
- Frost, J. (2020). *Hypothesis Testing: An Intuitive Guide for Making Data Driven Decisions* (1.<sup>a</sup> ed.). Statistics by Jim Publishing. State College, Pennsylvania. U.S.A.
- Gao, M. (2018). *How to break the monopoly in port industrial*. [Tesis de maestría, World Maritime University]. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=2499&context=all\\_dissertations](https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=2499&context=all_dissertations)

- Geroski, P. (2003). Competition in Markets and Competition for Markets. *Journal of Industry, Competition and Trade*, Volume 3, Pages151–166 (2003).
- González, M. y Trujillo, L. (2003, febrero). Análisis de la eficiencia de los servicios de infraestructura en España: una aplicación al tráfico de contenedores. En Universidad de La Laguna (Eds.), *Hacienda pública y convergencia europea. X Encuentro de Economía Pública*. Universidad de La Laguna. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3126789.pdf>
- Google. (2022, 21 de mayo). Recuperado el 21 de mayo de 2022. <https://www.google.com/maps>
- Greene, W. (2019). *Econometric Analysis* (8.<sup>a</sup> ed. Global Edition). Pearson.
- Gujarati, D. (2015). *Econometrics by Example* (2.<sup>a</sup> ed.). Palgrave.
- Gujarati, D. & Porter, D. (2008). *Basic Econometrics* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Irwin.
- Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Harris, R. & Sollis, R. (2003). *Applied Time Series: Modelling and Forecasting*. Wiley.
- Hasanov, F., Mikayilov, J., Mukhtarov, S. & Suleymanov, E. (2019). Does CO2 emissions-economic growth relationship reveal EKC in developing countries? Evidence from Kazakhstan. *Environmental Science and Pollution Research*, (2019) 26:30229–30241.
- Hidalgo, S., Núñez-Sánchez, R. & Coto-Millán, P. (2015). Demand uncertainty and overcapacity in port infrastructures: the role of passengers and the effect of regulation. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas* | Núm. 4 (2015), pp.21-39.
- International Transport Forum. (2021, 5 de mayo). *Global demand for freight transport by mode to 2050*. [Archivo de Excel]. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://doi.org/10.1787/888934238432>
- Johnson, P. (2008). Entry and exit event analysis. En W. Collins (Ed.), *Issues in Competition Law and Policy* (pp. 1385-1404). American Bar Association.
- Joskow, P. (2007). *Regulation of natural monopoly*. En A. Polinsky & S. Shavell (Eds.), *Handbook of Law and Economics* (pp. 1227-1348). North-Holland.
- Kirchgässner, G., Wolters, J. & Hassler, U. (2013). *Introduction to Modern Time Series Analysis* (2.<sup>a</sup> ed.). Springer.
- Kočenda, E. & Černý, A. (2015). *Elements of Time Series Econometrics: An Applied Approach*. Karolinum Press.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., Neter, J. & Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Irwin.
- Laurencelle, L & Dupuis, F. (2002). *Statistical Tables, Explained and Applied*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- León, C. (2019, 27 de noviembre). Seaboard Perú comercializará cerca de 1.7 millones de toneladas de granos al cierre de 2019. *Agencia Agraria de Noticias*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.agraria.pe/noticias/seaboard-peru-comercializara-cerca-de-1-7-millones-de-tonela-20319>

- Macroconsult (2014). *Propuesta Tercera Revisión de Tarifas Máximas en el Terminal Portuario de Matarani (TPM)*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/3.-Propuesta.pdf>
- Macroconsult (2019). *Propuesta: Revisión Tarifaria 2019-2004 del Terminal Portuario Matarani (TPM)*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2019/02/Propuesta-Tarifaria-TISUR.pdf>
- Maddala, G. & I. Kim (1998). *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*. Cambridge University Press.
- Mankiw, G. (2012) *Principios de Economía* (6.ª ed.). Cengage Learning.
- McClave, J., Benson, P. & Sincich, T. (2022). *Statistics for Business and Economics* (14.ª ed.). Pearson.
- Meersman, H., Van De Voorde, E. & Vanellander, T. (2003). Port Pricing. Considerations on Economic Principles and Marginal Costs. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 3(4), pp. 371-386.
- Meersman, H., Van de Voorde, E. & Vanellander, T. (2011). *Competition and regulation in seaports*. En A. De Palma, R. Lindsey, E. Quinet & R. Vickerman (Eds.), *A Handbook of Transport Economics* (pp. 822-843). Edward Elgar Publishing.
- Merlin, M. & Chen, Y. (2021). Analysis of the factors affecting electricity consumption in DR Congo using fully modified ordinary least square (FMOLS), dynamic ordinary least square (DOLS) and canonical cointegrating regression (CCR) estimation approach. *Energy*, 232 (2021) 121025.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2015a). *Guía de orientación al usuario del transporte acuático* (Volumen I) (2.ª ed.). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/31345/21971\\_Guia\\_Transporte\\_Acuatico\\_1\\_3072015.pdf20180706-19116-9rpp6p.pdf?v=1576280137](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/31345/21971_Guia_Transporte_Acuatico_1_3072015.pdf20180706-19116-9rpp6p.pdf?v=1576280137)
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2015b). *Guía de orientación al usuario del transporte terrestre* (Volumen III) (2.ª ed.). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300376/d31347\\_opt.pdf?v=1572018748](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300376/d31347_opt.pdf?v=1572018748)
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019, 9 de octubre). *Resolución de Dirección General N° 373-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resol-direccion-general/2019/octubre/rdg373-2019-minagri-dvdiar-dgaaa.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2015, 23 de julio). *Resolución Directoral N° 256-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/364335/Resoluci%C3%B3n\\_Directoral\\_N\\_256-2015-PRODUCEDIGGAM20190923-10668-wsaylf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/364335/Resoluci%C3%B3n_Directoral_N_256-2015-PRODUCEDIGGAM20190923-10668-wsaylf.pdf)
- Ministerio de la Producción (2021, 28 de diciembre). *Resolución Directoral N° 00700-2021-PRODUCE/DGAAMI*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2658048/rd%20700-2021-produce-dgaami.pdf.pdf>
- Motta, M. (2018). *Política de competencia: Teoría y práctica*. Fondo de Cultura Económica.

- Muhammad, S. & Long, X. (2021). Rule of law and CO2 emissions: A comparative analysis across 65 belt and road initiative (BRI) countries. *Journal of Cleaner Production*, 279 (2021) 123539.
- Municipalidad Provincial de Ilo (2021, 29 de enero). *Resolución de Alcaldía N° 352-2021-A-MPI*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2351285/RESOLUCION%20DE%20ALCALDIA%20N%C2%BA%200352-2021-A-MPI.pdf>
- Newsfile Corp (2019, 6 de noviembre). *Continental Grain Company Sells Its Participation in ContiLatin del Peru to Seaboard Corporation*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.newsfilecorp.com/release/49441>
- Nieberding, J. (2020). Event Studies and Geographic Market Definition. *Economics Committee Newsletter*. Winter 2020 | Volume 20, Number 1. The American Bar Association.
- Notteboom, T., Pallis, A. & Rodrigue, J. (2022). *Port Economics, Management and Policy*. Routledge.
- Ogunjimi, J. (2021). The Role of Small Medium Scale Enterprises in Tackling Unemployment in Nigeria. *Development Bank of Nigeria Journal of Economics and Sustainable Growth*, 4(1): 74-92.
- Ordover, J. & Willig, R. (1993). Economics and the 1992 Merger Guidelines: A Brief Survey. *Review of Industrial Organization*, 8: 139-150, 1993.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2011a). *Competition in Ports and Port Services* (DAF/COMP (2011) 14. 19-Dec-2011). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <http://www.oecd.org/regreform/sectors/48837794.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2011b). *Forecasting methods and analytical tools* (Sources & Methods of the OECD Economic Outlook. Last updated: December 2011). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://web-archieve.oecd.org/2013-03-28/83032-forecastingmethodsandanalyticaltools.htm>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2004a). *Informe Técnico: "Revisión de Tarifas Máximas del Terminal Portuario de Matarani"* (Informe Técnico de Sustento de la Resolución de Consejo Directivo N° 0030-2004-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/836bb4dc5444680675867283c52f73212f6872496.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2004b, 27 de julio). *Resolución de Consejo Directivo N° 0030-2004-CD/OSITRAN. Aprueban Tarifas Máximas del Terminal Portuario de Matarani*. Diario Oficial El Peruano 273435-273438. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://epdoc2.elperuano.pe/EpPo/Descarga.asp?Referencias=TkwyMDA0MDcyNw==>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2006, 20 de diciembre). *Resolución de Consejo Directivo N° 080-2006-CD-OSITRAN*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2020/10/080-2006-cd-ositran.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2009, 17 de agosto). *Resolución de Consejo Directivo N° 0029-2009-CD/OSITRAN. Aprueban factor de productividad anual y establecen variación de precio tope que se aplicará a diversos servicios bajo régimen de regulación que presta el Terminal Internacional del Sur, S.A. (TISUR)*. Diario Oficial El Peruano 401040-401045. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2009/08/17/384557-1.html>

- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2014a). *Informe Técnico: “Revisión de Tarifas Máximas en el Terminal Portuario de Matarani, 2014-2019”* (Informe Técnico de Sustento de la Resolución de Consejo Directivo N° 0035-2014-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/Propuesta-Tarifaria-Final.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2014b, 30 de agosto). *Resolución de Consejo Directivo N° 035-2014-CD-OSITRAN. Aprobación del Informe que sustenta la propuesta de tarifas máximas en el Terminal Portuario de Matarani 2014-2019, así como su exposición de motivos; y, en consecuencia, aprobar el factor de productividad (x) de 0,56 % (cero y 56/100 puntos porcentuales) para el periodo comprendido entre el 17 de agosto de 2014 al 16 de agosto de 2019.* Diario Oficial El Peruano 531248-531254.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2018). *Inicio del procedimiento de revisión tarifaria de oficio en el Terminal Portuario de Matarani: 2019-2024* (Informe Técnico de Sustento de la Resolución de Consejo Directivo N° 0033-2018-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/11/RESO\\_033-2018-CD.pdf](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/11/RESO_033-2018-CD.pdf)
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2019a). *Informe Técnico: “Revisión del factor de productividad en el Terminal Portuario de Matarani: 2019-2024”* (Informe Técnico de Sustento de la Resolución de Consejo Directivo N° 0030-2019-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2019/06/Informe\\_comen.pdf](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2019/06/Informe_comen.pdf)
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2019b, 23 de junio). *Resolución de Consejo Directivo N° 0030-2019-CD-OSITRAN. Aprueban la desregulación de los Servicios amarre/desamarre y uso de amarradero para naves de líneas navieras con itinerario regular que recalán en el Terminal Portuario de Matarani y el factor de productividad aplicable a los servicios regulados.* Diario Oficial El Peruano 25-31. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1781824-1>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2019c, 11 de septiembre). *Resolución de Consejo Directivo N° 0039-2019-CD-OSITRAN. Aprueban la desregulación del Servicio Estándar a la Carga Rodante y del Servicio de Transbordo a la Carga Rodante brindados en el Terminal Portuario de Paíta.* Diario Oficial El Peruano 24-26. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1805700-1>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2020). *Inicio del procedimiento de revisión de oficio del factor de productividad aplicable a las tarifas máximas de los servicios regulados en el Terminal Norte Multipropósito en el Terminal Portuario del Callao* (Informe Conjunto N° 00133-2020-IC-OSITRAN (GRE-GAJ) que sustentó la Resolución de Consejo Directivo N° 0056-2020-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2020/10/informe-conjunto-0133-2020-ic-ositran.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2021a, 25 de enero). *Resolución de Consejo Directivo N° 0003-2021-CD-OSITRAN. Reglamento General de Tarifas del Ositrán.* Separata Especial. Diario Oficial El Peruano 1-24. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2021/01/25/1922218-1/1922218-1.htm>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2021b). *Informe Técnico: “Revisión de oficio del factor de productividad en el Terminal Norte Multipropósito del Terminal Portuario del Callao, 2021-2026”* (Informe Técnico de Sustento

de la Resolución de Consejo Directivo N° 0024-2021-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2021/06/informe-tarifario-reso-024-2021-cd-ositran.pdf>

- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2021c). *Informe de desempeño 2020: Concesión del Terminal Portuario de Matarani*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2021/07/id-2020-tisur.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2021d, 18 de agosto). *Resolución de Consejo Directivo N° 0034-2021-CD-OSITRAN. Aprueban la desregulación tarifaria del Servicio de Almacenamiento del cuarto día en adelante para contenedores (llenos y vacíos) brindado por la empresa Concesionaria Puerto Amazonas S.A. en el Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas – Nueva Reforma*. Diario Oficial El Peruano 21-24. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1982487-1>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2023a). *Inicio del procedimiento de revisión tarifaria de oficio en el Terminal Portuario de Matarani, periodo 2024-2029* (Informe Conjunto N° 00122-2023-IC-OSITRAN (GRE-GAJ) que sustentó la Resolución de Consejo Directivo N° 0032-2023-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2023/09/informe-conjunto-122-2023-ic-ositran-gre-gaj.pdf>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2023b, 27 de agosto). *Resolución de Consejo Directivo N° 0032-2023-CD-OSITRAN. Aprueban inicio del procedimiento de revisión tarifaria de oficio de las Tarifas Máximas del Terminal Portuario Matarani (administrado por el concesionario Terminal Internacional del Sur S.A. – Tisur)*. Diario Oficial El Peruano 27-28. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2209045-1>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2023c). *Inicio del procedimiento de revisión tarifaria de oficio en el Terminal Portuario de Paita, periodo 2024-2029* (Informe Conjunto N° 00146-2023-IC-OSITRAN (GRE-GAJ) que sustentó la Resolución de Consejo Directivo N° 0047-2023-CD-OSITRAN). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2023/10/informe-conjunto-146-2023-ic-ositran.pdf>
- Oxera (2011). *No safe harbours: competition issues in ports and ports services* (Agenda: Advancing economics in business). Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.oxera.com/wp-content/uploads/2018/03/Ports-and-port-services\\_1-1.pdf](https://www.oxera.com/wp-content/uploads/2018/03/Ports-and-port-services_1-1.pdf)
- Özcan, B. & Öztürk, I. (2019). *Environmental Kuznets Curve (EKC): A Manual*. Academic Press.
- Pallis, A., Notteboom, T. & De Langen, P. (2008). Concession Agreements and Market Entry in the Container Terminal Industry. *Maritime Economics & Logistics*, 10, 209-228.
- Paternoster, R., Brame, R., Mazerolle, P. & Piquero, A. (1998). Using the correct statistical test for the equality of regression coefficients. *Criminology*, Volume 36, Number 4, 1998, pp. 859-866.
- Pedace, R. (2013). *Econometrics for Dummies*. John Wiley & Sons, Inc.
- Pesaran, M. (2015). *Time Series and Panel Data Econometrics*. Oxford University Press.
- Prensa Regional. (2022, 22 de octubre). Grupo Tramarsa: “Modernización portuaria permite desarrollar el comercio exterior con productividad y eficiencia”. *Prensa Regional*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://prensaregional.pe/grupo-tramarsa->

[modernizacion-portuaria-permite-desarrollar-el-comercio-exterior-con-productividad-y-eficiencia/](#)

- Presidencia del Consejo de Ministros. (2019, 19 de febrero). *Decreto Supremo N° 030-2019-PCM. Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas*. Diario Oficial El Peruano 17-30. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-supremo-que-aprueba-el-texto-unico-ordenado-de-la-le-decreto-supremo-n-030-2019-pcm-1742317-2>
- Raihan, A. & Tuspekova, A. (2022a). Dynamic impacts of economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agriculture, and forests on carbon emissions in Turkey. *Carbon Research*, (2022) 1:20.
- Raihan, A. & Tuspekova, A. (2022b). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, agricultural productivity, and forested area on carbon emissions: New insights from Kazakhstan. *World Development Sustainability*, Volume 1, 2022, 100019.
- Raihan, A., Muhtasim, D., Pavel, M., Faruk, O. & Rahman, M. (2022). Dynamic Impacts of Economic Growth, Renewable Energy Use, Urbanization, and Tourism on Carbon Dioxide Emissions in Argentina. *Environmental Processes*, 9, 38 (2022).
- Raihan, A., Ibrahim, S. & Ahmed, D. (2023). Dynamic impacts of economic growth, energy use, tourism, and agricultural productivity on carbon dioxide emissions in Egypt. *World Development Sustainability*. Volume 2, June 2023, 100059.
- Rico Pollo (s.f.). *Historia*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://ricopollo.pe/historia.php>
- Rodrigue, J. (2020). *The Geography of Transport Systems* (5.ª ed.). Routledge.
- Rødsetha, K., Wangsnessa, P. & Schøyenb, H. (2018). How do economies of density in container handling operations affect ships' time and emissions in port? Evidence from Norwegian container terminals. *Transportation Research Part D*, 59 (2018) 385–399
- Roslyng, T. (2015). *Value creation in the maritime chain of transportation: the role of carriers, ports and third parties in liner and bulk shipping*. Copenhagen Business School. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.cbs.dk/files/cbs.dk/mapping\\_report\\_c\\_value\\_creation\\_1.pdf](https://www.cbs.dk/files/cbs.dk/mapping_report_c_value_creation_1.pdf)
- Sabonge, R. (2019). *La ampliación del Canal de Panamá: Impulsor de cambios en el comercio internacional*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/37038/S1420342\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/37038/S1420342_es.pdf)
- Stock, J. & Watson, M. (2020). *Introduction to Econometrics* (4.ª ed. Global Edition). Pearson.
- Storti, L. (2019). *Informes de Cadenas de Valor. Cereales: Maíz* (Año 4 - N° 41). Ministerio de Hacienda de Argentina. Recuperado el 6 de marzo de 2024. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro\\_cadenas\\_de\\_valor\\_maiz.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_maiz.pdf)
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (s.f. a). *Consulta RUC*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/FrameCriterioBusquedaWeb.jsp>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (s.f. b). *Registro Único de Contribuyentes. Establecimientos Anexos. Formulario 2046*. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://www.sunat.gob.pe/orientacion/formularios/ruc/i-2046.pdf>

- Talley, W. (2018). *Port Economics* (2.ª ed.). Routledge Maritime Masters.
- Tanaka, K. (2017). *Time Series Analysis: Nonstationary and Noninvertible Distribution Theory* (2.ª ed.). Wiley.
- Terminal Internacional del Sur S.A. (2014). *Terminal Internacional del Sur S.A.* Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
<https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2017/12/Plan20de20Negocios20Tisur2020141.pdf>
- Terminal Internacional del Sur S.A. (2016). *Políticas Operativas y de Rendimientos* (PDSUR-O-0078, Revisión 16). Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/escritorio/documentacion/politicas\\_operativas\\_y\\_rendimiento\\_rev\\_16.pdf](https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/escritorio/documentacion/politicas_operativas_y_rendimiento_rev_16.pdf)
- Terminal Internacional del Sur S.A. (2021). *Reglamento de Operaciones* (REGSUR-O-0001, Ver.18). Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/2022/documentos/REOP\\_REV\\_RESOLUCION.pdf](https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/2022/documentos/REOP_REV_RESOLUCION.pdf)
- Terminal Internacional del Sur S.A. (2022). *Procedimiento de Aplicación de Tarifas* (Revisión 14). Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/2022/documentos/Procedimiento\\_de\\_Aplicacion\\_de\\_Tarifas\\_rev\\_14.pdf](https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/2022/documentos/Procedimiento_de_Aplicacion_de_Tarifas_rev_14.pdf)
- Terminal Internacional del Sur S.A. (s.f.). *Procedimiento para el uso de equipos de estiba y desestiba alternativos a las fajas transportadoras herméticas*. Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/escritorio/documentacion/procedimiento\\_dgasa\\_resumen.pdf](https://www.tisur.com.pe/sites/default/files/escritorio/documentacion/procedimiento_dgasa_resumen.pdf)
- Tovar, B., Jara-Díaz, S. & Trujillo, L. (2007). Econometric estimation of scale and scope economies within the Port Sector: a review. *Maritime Policy & Management*, June 2007. Vol. 34, No. 3, 203–223.
- Trujillo, L. & Nombela, G. (1999). *Privatization and Regulation of the Seaport Industry*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://documents1.worldbank.org/curated/en/973281468740398501/104504322\\_20041117155008/additional/multi-page.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/973281468740398501/104504322_20041117155008/additional/multi-page.pdf)
- Trujillo, L. & Serebrisky, T. (2003). Market Power: Ports. A Case Study of Postprivatization Mergers. Public Policy for the Private Sector. *Viewpoint*. Note N° 260 (March 2003). The World Bank Group Private Sector and Infrastructure Network. Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/11302/multi0page.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A. (2011). *Memoria Anual 2010*. Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
<https://www.backus.pe/sites/g/files/seuoyk181/files/2020-02/Memoria%20Anual%202010.pdf>
- US Department of Justice & Federal Trade Commission. (1992). *Horizontal Merger Guidelines* (Issued: April 2, 1992. Revised: April 8, 1997). Recuperado el 6 de marzo de 2024. Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
<https://www.ftc.gov/sites/default/files/attachments/merger-review/hmq.pdf>
- US Department of Justice & Federal Trade Commission. (2010). *Horizontal Merger Guidelines* (Issued: August 19, 2010). Recuperado el 6 de marzo de 2024.  
[https://www.ftc.gov/system/files/documents/public\\_statements/804291/100819hmq.pdf](https://www.ftc.gov/system/files/documents/public_statements/804291/100819hmq.pdf)

- US Department of Justice & Federal Trade Commission. (2011). *Competition Concerns in Ports and Port Services*. (DAF/COMP/WP2/WD (2011) 34). Recuperado el 6 de marzo de 2024. <http://www.ftc.gov/sites/default/files/attachments/us-submissions-oecd-and-other-international-competition-fora/1106usroundtable.pdf>
- Vacu, N. & N. Odhiambo (2020). The Determinants of Import Demand: a Review of International Literature. *Acta Universitatis Danubius. Œconomica. AUDŒ*, Vol. 16, no. 5/2020, pp.101-117.
- Vergara, J. (2018). *Análisis de los hinterlands geográficos y su relación con la competencia interportuaria, el caso de San Antonio y Valparaíso, Chile*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151975/analisis-de-los-hinterlands.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Viscusi, W., Harrington, J. & Vernon, J. (2005). *Economics of Regulation and Antitrust* (4.<sup>a</sup> ed.). The MIT Press.
- Wang, Q. & Wu, N. (2012). Long-run covariance and its applications in cointegration regression. *The Stata Journal*, 12, Number 3, pp. 515–542.
- Whish, R. & Bailey, D. (2012). *Competition Law* (7.<sup>a</sup> ed.). Oxford University Press.
- Wilcox, R. (2003). *Applying Contemporary Statistical Techniques*. Academic Press.
- Wilcox, R., Peterson, T. & Mcnitt-Gray, J. (2018). Data analyses when sample sizes are small: modern advances for dealing with outliers, skewed distributions, and heteroscedasticity. *Journal of Applied Biomechanics*, 1; 34(4): 258-261.
- Wooldridge, J. (2020). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7.<sup>a</sup> ed.). Cengage.
- World Bank (2007). *Port Reform Toolkit* (2.a ed.). World Bank. Recuperado el 6 de marzo de 2024. <https://ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/Portoolkit/Toolkit/index.html>
- Xu, H. & Itoh, H. (2018). Density economies and transport geography: Evidence from the container shipping industry. *Journal of Urban Economics*, Volume 105, May 2018, Pages 121-132.
- Yap, W. (2020). *Business and Economics of Port Management: An Insider's Perspective* (1.<sup>a</sup> ed.). Routledge.

## ANEXOS

### Anexo 1: Identificación de datos atípicos o *outliers*

Los datos atípicos o *outliers* son observaciones que tienen valores inusualmente muy pequeños o grandes en relación con las demás observaciones del conjunto de datos dentro del cual se encuentran. En términos de nuestro estudio, son volúmenes mensuales o trimestrales de demanda de servicios portuarios en el TPM muy pequeños o grandes en comparación con los volúmenes observados en los demás periodos de tiempo.

Por lo general, la existencia de datos atípicos o *outliers* se explican por tres motivos: (i) un incorrecto registro de la información; (ii) el dato pudo haber sido obtenido de una población distinta que no es objeto del análisis, por ejemplo, en nuestro caso, el registro de un dato en particular puede no corresponder a cereales que es nuestro objeto de estudio sino a otro tipo de productos o categoría de carga; y (iii) la medida puede estar correctamente registrada y en efecto tratarse de los productos que están siendo analizados, pero existe un evento extremadamente inusual.

Una consecuencia práctica es que los datos atípicos o *outliers* pueden distorsionar los resultados de los diferentes procedimientos estadísticos, en particular si el tamaño de la muestra es relativamente pequeño y cuando se trata de comparar indicadores como medias, interceptos y pendientes entre dos grupos de análisis. Por tal motivo, una práctica habitual en la investigación aplicada es corregir el dato atípico o *outlier* o retirarlo del análisis para no distorsionar los resultados pero ello resulta lógico cuando las causas de su existencia son un incorrecto registro o cuando corresponde a una población que no es objeto de estudio, respectivamente; sin embargo, ese no parece ser un procedimiento correcto cuando el dato atípico o *outlier* es simplemente la representación de una situación real pero evento extremadamente inusual.

En nuestra investigación, no es posible identificar el origen de la existencia de datos atípicos o *outliers*, por lo que *a priori* no se puede determinar si se deben retirar o mantener en el análisis de datos. En virtud de ello, se estimarán los resultados tanto retirando los datos atípicos o *outliers* como manteniéndolos como parte de los datos a analizar. Se espera obtener los mismos resultados en ambas situaciones.

De otro lado, cabe precisar que, en la presente investigación, se aplica el *test* de Tukey o método de rango o recorrido intercuartílico que es una técnica estadística tradicional y ampliamente utilizado para identificar valores atípicos o *outliers* dentro de un conjunto de datos. Según el mencionado *test* de Tukey, una observación  $Y$  es atípica o *outlier* si:<sup>81</sup>

$$Y < q_1 - 1,5(IQR)$$

o

$$Y > q_2 + 1,5(IQR)$$

donde:

$Y$  : volumen de demanda en el TPM,

$IQR$  : rango o recorrido intercuartílico de los datos, y

$q_1$  y  $q_2$  : estimados de los cuartiles inferior y superior.<sup>82</sup>

---

<sup>81</sup> Las referencias bibliográficas de este anexo metodológico se tomaron de McClave et al. (2022, p. 111) y Wilcox (2003, p. 70 y 77-81).

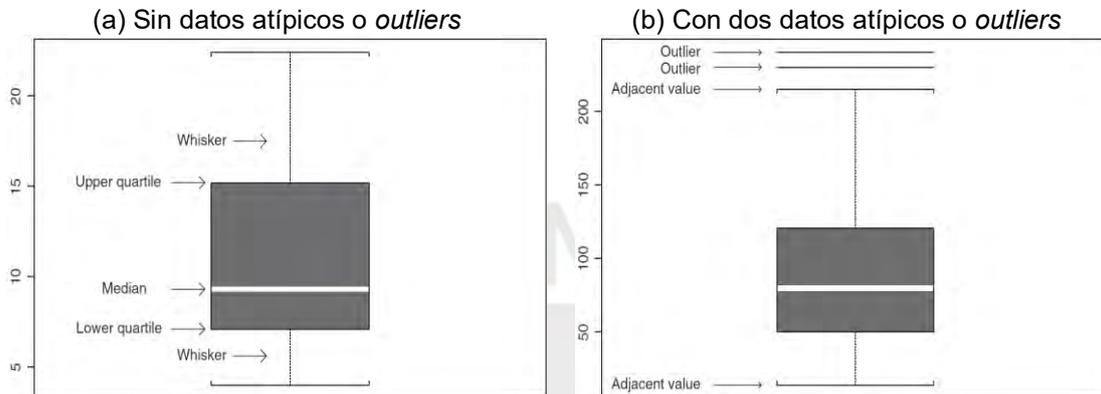
<sup>82</sup> En nuestra investigación, los cuartiles inferior y superior son estimados mediante la fórmula de cálculo disponible en MS Excel® denominada *CUARTIL* que a su vez es equivalente a usar la fórmula *CUARTIL.INC*.

Cabe señalar que la fórmula de cálculo de cálculo del rango o recorrido intercuartílico de los datos es:

$$IQR = q_2 - q_1$$

En términos visuales, el test de Tukey puede representarse mediante el ampliamente conocido gráfico de cajas y bigotes o *boxplot*, respecto del cual en la siguiente figura se presentan dos ejemplos.

**Figura 20: Ejemplos de gráficos de cajas y bigotes o *boxplot***



Notas:

- El *lower quartile* y el *upper quartile* son los cuartiles inferior y superior; es decir, los antes mencionados  $q_1$  y  $q_2$  respectivamente.
- Los *whisker* son los denominados bigotes, y al final de ellos está los *adjacent value* que son valores más pequeños y grandes no declarados datos atípicos o *outliers* o, simplemente, los valores mínimo y máximo sin considerar los atípicos o *outliers*.

Tomado de: Wilcox (2003, p. 79-80).

Como resulta habitual, las pruebas estadísticas no están libres de críticas metodológicas, las cuales en este caso son conocidas como el problema del enmascaramiento y el problema del tamaño de muestra. A continuación, se presentan esas dos críticas y finalmente se muestra como fueron superadas en nuestra investigación.

- **El problema del enmascaramiento**

En general, los métodos de detección de valores atípicos o *outliers* pueden tener un problema conocido como enmascaramiento porque justamente dichos valores atípicos incrementan los valores de la media y varianza calculados a partir de la muestra de datos, lo cual a su vez oculta o enmascara su presencia y hace más difícil su rápida identificación. Por tal motivo, resulta necesario emplear métodos de detección que reduzcan el problema del enmascaramiento, lo cual en términos técnicos significa aplicar métodos que tengan puntos de ruptura de muestra finita razonablemente altos antes de que el enmascaramiento sea un problema efectivo. El punto de ruptura es la proporción de valores atípicos o *outliers* requeridos antes de que empiece a ocurrir un serio problema de enmascaramiento.

Al respecto, el *test* de Tukey justamente reduce el problema del enmascaramiento porque su punto de ruptura por definición es de 0,25 lo cual es relativamente alto y, como se mostrará más adelante, a juzgar por la cantidad de outliers identificados parece ser suficiente en la presente investigación. Un punto de ruptura de 0,25 significa que es necesario que más del 25% de los datos sean valores atípicos o *outliers* antes de que el enmascaramiento sea un problema efectivo que invalide la aplicación del método estadístico de detección de *outliers*. Por ello, se considera adecuada la aplicación del *test* de Tukey en este estudio.

- **El problema del tamaño de muestra**

Existe una crítica específica sobre el mencionado *test* de Tukey, según la cual la proporción esperada de valores atípicos o *outliers* depende inversamente del tamaño de muestra o

cantidad de datos; es decir, en la medida que sea menor el tamaño de muestra, mayor será la proporción esperada de valores atípicos o *outliers*; y, de manera similar, cuanto mayor sea la muestra, menor será esa proporción.

Por ese motivo, tal como lo señala Wilcox (2003, p. 80), el *test* de Tukey debe ser modificado con la corrección de Carling, en la cual, la mediana de los datos tiene un rol determinante para decidir si una observación debe ser considerada como valor atípico o *outlier*, tal como se explica a continuación. Según la corrección de Carling, un valor  $Y$  es considerado como atípico o *outlier* si:

$$Y > M + k(IQR)$$

o

$$Y < M - k(IQR)$$

con

$$k = \frac{17,63n - 23,64}{7,74n - 3,71}$$

donde:

$n$  : cantidad de datos sobre el volumen de demanda en el TPM,

$M$  : mediana del volumen de demanda en el TPM, y

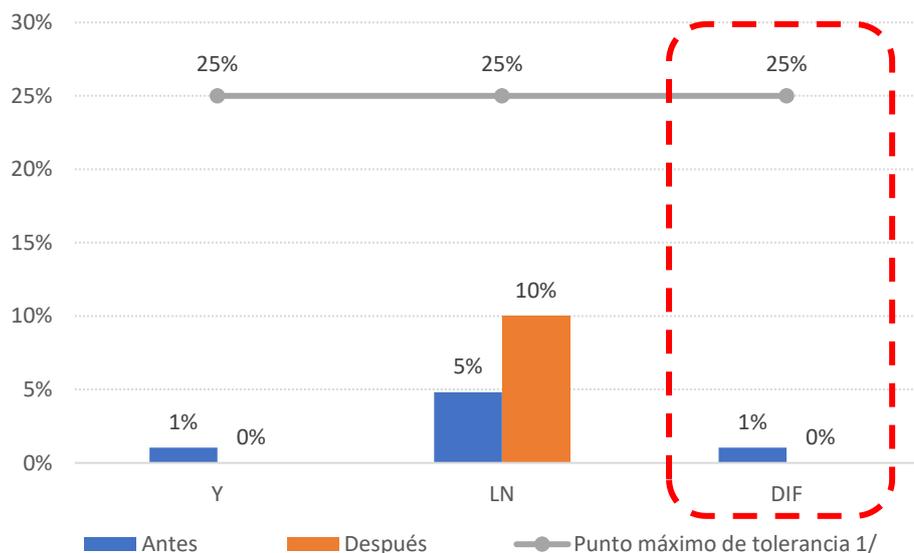
$IQR$  : rango o recorrido intercuartílico de los datos.<sup>83</sup>

En relación el problema del enmascaramiento se señala que, como es posible observar en la siguiente figura, la cantidad de valores atípicos o *outliers* detectados en la información mensual sobre la demanda en el TPM representa como máximo el 1% del total de observaciones en cada grupo (antes y después del TNM) en el caso de la variable seleccionada (en primeras diferencias), lo cual se encuentra muy por debajo del tope máximo de 25%. Más aun, cuando se utiliza información trimestral, ningún valor es detectado como atípico o *outlier*; es decir, el porcentaje de casos es 0%, que también está muy por debajo del mencionado tope máximo de 25%. Por tal motivo, queda claro que, en la presente investigación, el *test* de Tukey en ningún caso presenta el mencionado problema del enmascaramiento.

---

<sup>83</sup> El *IQR* es calculado con la fórmula indicada anteriormente en el presente anexo metodológico.

**Figura 21: Porcentaje de valores atípicos o *outliers* y porcentaje máximo de tolerancia en la información mensual sobre las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022**



Nota: Es el porcentaje de casos identificados como *outliers* respecto del total de datos en cada conjunto de datos.

1/ La variable de análisis expresada en niveles y en logaritmos naturales no fue seleccionada para la aplicación del respectivo *test* de medias; sin embargo, aun en esos casos el porcentaje de valores *outliers* que a lo mucho es de 10% se encuentra por debajo del tope máximo de 25%.

2/ El punto máximo de tolerancia es conocido técnicamente como punto de ruptura.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En esta investigación, se aplica el *test* de Tukey con la corrección de Carling para evitar algún potencial problema derivado del tamaño de muestra o cantidad de datos, principalmente cuando se analiza la información trimestral de la demanda de servicios portuarios en el TPM después del SDG del TNM donde existen entre 22 y 23 datos (ver siguiente tabla).

**Tabla 16: Cantidad de datos mensuales y trimestrales sobre volumen de importación de cereales mediante el TPM, antes y después del SDG del TNM, enero 2000 – febrero 2022**

		Antes	Después	Total
<b>Información mensual</b>	Y	193	72	265
	LN	187	70	257
	DIF	192	71	263
<b>Información trimestral</b>	Y	64	23	87
	LN	64	23	87
	DIF	63	22	85

Nota: No incluye el periodo (mes o trimestre) en el cual se implementó el SDG del TNM.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

## Anexo 2: Prueba de comparación de varianzas de dos poblaciones

En este anexo metodológico se presenta un procedimiento estadístico conocido como prueba F o prueba F de Snedecor para identificar si son iguales o diferentes las varianzas de dos poblaciones.<sup>84</sup>

Bajo la prueba F, la hipótesis nula establece que las varianzas de las dos poblaciones son iguales en tanto que la hipótesis alternativa plantea que son diferentes, tal como se muestra a continuación formalmente.<sup>85</sup>

$$H_0 : \sigma_{después}^2 = \sigma_{antes}^2$$

$$H_1 : \sigma_{después}^2 \neq \sigma_{antes}^2$$

donde:

$\sigma_{antes}^2$  y  $\sigma_{después}^2$  : varianza de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM.

A su vez, el estadístico F o también llamado F calculado se determina mediante la siguiente fórmula:

$$F_{calculado} : \frac{\text{Varianza mayor}}{\text{Varianza menor}} = \frac{S_{después}^2}{S_{antes}^2}$$

$$\text{con: } v_{numerador} = n_{después} - 1 \text{ y } v_{denominador} = n_{antes} - 1,$$

donde:

$S_{antes}^2$  y  $S_{después}^2$  : varianza de la información observada sobre la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM,

$v_{numerador}$  y  $v_{denominador}$  : grados de libertad del numerador y denominador, y

$n_{antes}$  y  $n_{después}$  : número de observaciones sobre la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM.

Por su parte, el F tabulado o de tabla, como indica su nombre, es obtenido de la tabla estadística de distribución F considerando un nivel de confianza estadística  $(1 - \alpha)$ , los respectivos grados de libertad del numerador ( $v_{numerador}$ ) y los grados de libertad del denominador ( $v_{denominador}$ ).<sup>86</sup>

$$F_{tabulado, 1-\alpha, v_{numerador}, v_{denominador}} = F_{tabulado}$$

Finalmente, la hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada cuando se cumple que  $F_{calculado} > F_{tabulado}$ .<sup>87</sup>

<sup>84</sup> La referencia bibliográfica se adaptó de McClave et al. (2022, p. 496-501).

<sup>85</sup> La aplicación de la prueba F asume que: (i) las dos poblaciones muestreadas están normalmente distribuidas, y (ii) las muestras fueron seleccionadas aleatoria e independientemente de sus respectivas poblaciones. Al respecto, se señala que el cumplimiento de ambos supuestos fue verificado en los capítulos 4 y 5 de la presente investigación.

<sup>86</sup> Los respectivos valores de tabla se encuentran en Laurencelle y Dupuis (2002, p. 43-61) y también pueden ser obtenidos mediante la fórmula de cálculo disponible en MS Excel® que se denomina *DISTR.F.INV*.

<sup>87</sup> La prueba de comparación de varianzas puede ser implementada en MS Excel® con la rutina de *Prueba F para varianzas de dos muestras*, previa instalación del complemento *Herramientas para análisis*.

### **Anexo 3: Detección y corrección por heterocedasticidad y autocorrelación**

En este anexo metodológico se presentan las técnicas estadísticas orientadas a identificar si el modelo de regresión bajo análisis presenta los típicos problemas de heterocedasticidad y autocorrelación o correlación serial, así como los respectivos métodos estadísticos para resolver tales problemas.

#### **a) Heterocedasticidad**

El proceso de detección de heterocedasticidad se suele empezar de manera informal mediante la elaboración de gráficos o diagramas de dispersión de los residuos o términos de error contra las variables de interés; y luego se continúan con técnicas estadísticas formales tales como los *test* de Goldfeld-Quandt, de Breusch-Godfrey y de White, las cuales son las más empleadas en estudios empíricos (Gujarati, 2015, p. 100) como el presente estudio.

Cabe señalar que estas pruebas estadísticas identifican el tipo de heterocedasticidad que invalida los resultados de OLS (Wooldridge, 2020, p. 269), lo cual justamente se requiere en esta investigación puesto que en base a dichos resultados se realizará inferencia estadística respecto de la existencia o no de un impacto de la implementación del SDG en el TNM sobre la demanda de los servicios brindados en el TPM para los importadores de cereales.

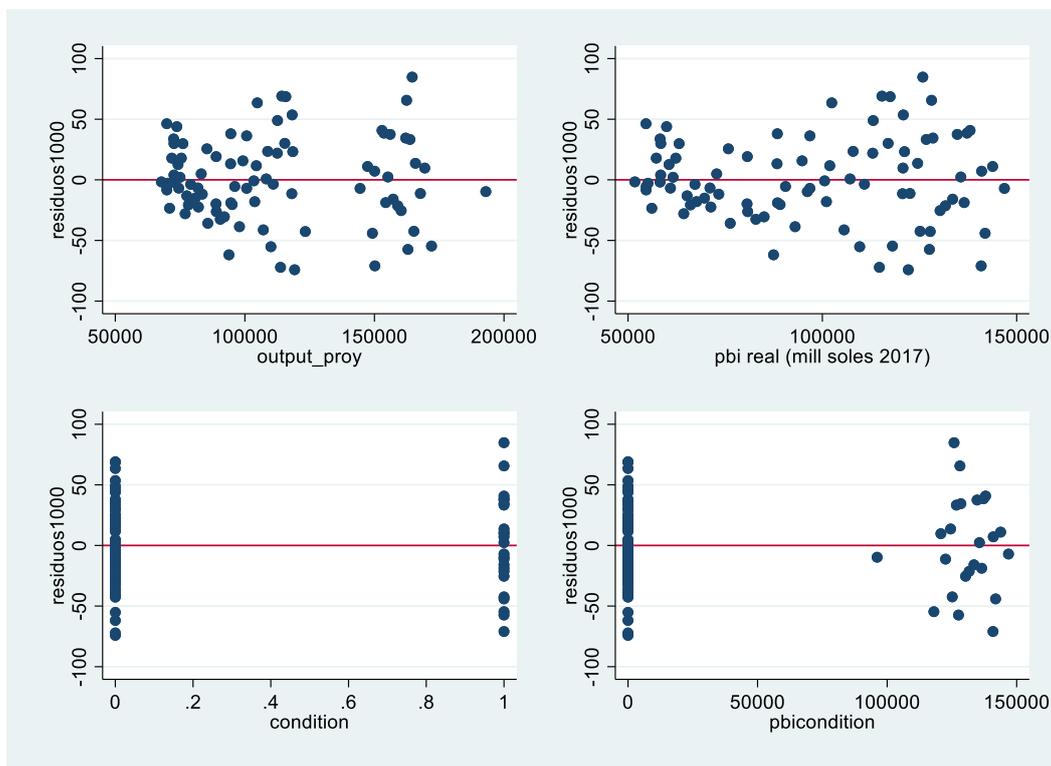
#### **Diagramas de dispersión de los residuos o términos de error**

En este caso, la elaboración de los diagramas de dispersión busca identificar si los residuos varían de manera sistemática siguiendo un determinado patrón de comportamiento que señale la posible existencia de heterocedasticidad; o, por el contrario, no existe algún patrón de comportamiento lo cual es un indicio de que hay homocedasticidad.

En un análisis de regresión con más de una variable explicativa, como el presente estudio, es posible graficar los residuos contra las variables explicativas o contra la proyección de la variable explicada para identificar si existe o no un determinado patrón de comportamiento (Carter et al., 2018, p. 165-166 y 384).

La siguiente figura muestra los diagramas de dispersión de los residuos de la ecuación única contra la proyección de la variable explicada (*Output\_proy*) y las variables explicativas o independientes (*Input*, *Condition* e *Input\*Condition*).

**Figura 22: Diagramas o gráficos de dispersión de los residuos o términos de error de la ecuación única contra la variable explicada proyectada (*Output\_proy*) y las variables explicativas (*Input*, *Condition* e *Input\*Condition*)**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Los diagramas de dispersión muestran un claro patrón de comportamiento de los términos de error, según el cual: (i) cuando mayor es el volumen proyectado de demanda en el TPM también es mayor la variabilidad del residuo o término de error, y viceversa (variable *Output\_proy*); y (ii) la variabilidad de los residuos también es mayor a medida que aumenta el PBI (variables *Input*<sup>88</sup>). No se identifica visualmente un claro patrón de comportamiento de los residuos del modelo de regresión de la demanda en el TPM entre los periodos previo y posterior a la implementación del SDG del TNM (variable *Condition*).

A partir de ello es posible señalar que, en nuestro modelo de ecuación única estimada mediante la técnica OLS, existiría heterocedasticidad causada por la variable explicativa *Input* (PBI). Con la finalidad de evitar la posible heterocedasticidad dicha variable explicativa no puede ser simplemente retirada de la ecuación única puesto que permite identificar si existe una tendencia creciente, decreciente o constante en la demanda de servicios portuarios del TPM.

Cabe señalar que estos hallazgos preliminares identificados mediante el análisis de los diagramas de dispersión deben ser confirmados mediante pruebas estadísticas formales.

### **Test de Goldfeld-Quandt**

El *test* de Goldfeld-Quandt está diseñado para un caso en el cual existen dos submuestras de datos cuyas varianzas posiblemente son diferentes entre sí, siendo que las dos submuestras podrían estar basadas en una variable indicador.<sup>89</sup> En el presente estudio la variable indicador

<sup>88</sup> Ello también puede observarse en el diagrama de dispersión del residuo contra la variable e *Input\*Condition* puesto que esta variable adquiere el mismo valor que *Input* en el periodo posterior a la implementación del SDG del TNM.

<sup>89</sup> Esta sección ha sido elaborada en base a Carter et al. (2018, p. 61 y 384) de donde también se tomó la formalización del mencionado *test* de Goldfeld-Quandt.

claramente sería *Condition* puesto que divide los datos sobre la demanda de servicios portuarios del TPM en dos submuestras: antes y después de la instalación del SDG en el TNM.

Como se identificó de manera mediante una inspección visual, no existiría heterocedasticidad antes o después de la implementación del SDG del TNM, es decir, no estaría asociada a la mencionada variable *Condition*; sin embargo, ello debe ser confirmado mediante un análisis formal como el referido *test* de Goldfeld-Quandt.

Bajo esta prueba estadística, la hipótesis nula establece que las varianzas de las dos poblaciones son iguales, es decir, que existe homocedasticidad; en tanto que, la hipótesis alternativa plantea que las varianzas son distintas, o sea, que existe heterocedasticidad; tal como se muestra a continuación de manera formal.

$$H_0 : \sigma_{después}^2 = \sigma_{antes}^2$$

$$H_1 : \sigma_{después}^2 \neq \sigma_{antes}^2$$

donde:

$\sigma_{antes}^2$  y  $\sigma_{después}^2$  : varianza de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM.

A su vez, el correspondiente estadístico de prueba que sigue una distribución F es calculado de la siguiente manera:

$$GQ = \frac{\text{Varianza mayor}}{\text{Varianza menor}} = \frac{S_{después}^2}{S_{antes}^2}$$

con:

$$S_{después}^2 = \frac{SSE_{después}}{n_{después} - k_{después}} \text{ y } S_{antes}^2 = \frac{SSE_{antes}}{n_{antes} - k_{antes}}$$

$$v_{numerador} = n_{después} - k_{después} \text{ y } v_{denominador} = n_{antes} - k_{antes},$$

donde:

$S_{antes}^2$  y  $S_{después}^2$  : varianza de la información observada sobre la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM,

$SSE_{antes}$  y  $SSE_{después}$  : sumatoria de los residuos o términos de error en los modelos de regresión de la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM,

$n_{antes}$  y  $n_{después}$  : número de observaciones sobre la demanda del TPM antes y después del nuevo SDG en el TNM,

$k_{antes}$  y  $k_{después}$  : cantidad de parámetros de la ecuación de regresión (incluyendo el intercepto) de la demanda del TPM antes y después del SDG del TNM, y

$v_{numerador}$  y  $v_{denominador}$  : grados de libertad en el numerador y denominador.

Por su parte, el F tabulado GQ o de tabla, como indica su nombre, es obtenido de la tabla estadística de distribución F considerando un nivel de confianza estadística  $(1 - \alpha)$ , los

respectivos grados de libertad del numerador ( $v_{numerador}$ ) y los grados de libertad del denominador ( $v_{denominador}$ ):<sup>90</sup>  $F_{tabulado, 1-\alpha/2, v_{numerador}, v_{denominador}}^{GQ} = F_{tabulado}^{GQ}$ .<sup>91</sup>

Finalmente, la hipótesis nula de homocedasticidad debe rechazarse cuando se cumple que  $GQ \geq F_{tabulado}^{GQ}$  o siempre que el respectivo p-value es menor o igual que el nivel de significancia seleccionado por el investigador, es decir, cuando  $p - value \leq \alpha$ .

La implementación del *test* de Goldfeld-Quandt en esta investigación se realiza dividiendo la información sobre la demanda de servicios portuarios del TPM en dos subgrupos: antes y después de la instalación del SDG en el TNM. La siguiente tabla presenta los resultados del mencionado *test* de Goldfeld-Quandt:

**Tabla 17: Resultados del *test* de Goldfeld-Quandt en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM antes y después de la instalación del SDG en el TNM**

$GQ = 1$   
 $pvalue = .5$   
 $F\_tabulado\_GQ = 1.5235062$

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

El estadístico de prueba  $GQ$  no es mayor o igual que el correspondiente  $F$  tabulado  $GQ$  con lo cual no debe rechazarse la hipótesis nula de homocedasticidad relacionada con la división del modelo de regresión de la demanda del TPM considerando dos submuestras: antes y después de la instalación del SDG en el TNM (variable explicativa *Condition*), con lo cual se confirma el resultado preliminar obtenido del correspondiente diagrama de dispersión anteriormente presentado, según el cual los residuos o términos de error son homocedásticos cuando la información es dividida entre las mencionadas dos submuestras.

#### La prueba o *test* de Breusch-Godfrey

La prueba o *test* de Breusch-Godfrey, también conocido como *test* para heterocedasticidad condicional,<sup>92</sup> *test* del multiplicador de Lagrange, *test* de Breusch-Pagan, *test* de Breusch-Pagan-Godfrey o *test* de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg, es una prueba estadística que identifica la existencia de heterocedasticidad relacionada con algunas de las variables explicativas o independientes del modelo de regresión bajo análisis.<sup>93</sup>

La hipótesis nula establece que los residuos son homocedásticos en tanto que la hipótesis alternativa indica que los residuos son heterocedásticos y dependen de las variables  $z_{i2}, z_{i3}, \dots, z_{is}$ , tal como se muestra a continuación de manera formal.

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2$$

<sup>90</sup> Los valores de tabla se encuentran en Laurencelle y Dupuis (2002, p. 43-61).

<sup>91</sup> Como resulta posible advertir, el *test* de Goldfeld-Quandt es similar a la antes mencionada prueba de comparación de varianzas de dos poblaciones cuyo desarrollo se presenta en el Anexo 2, siendo la única diferencia los grados de libertad considerados en ambos procedimientos estadísticos (Carter et al., 2018, p. 384).

<sup>92</sup> El *test* de Breusch-Godfrey identifica la existencia de heterocedasticidad condicional, es decir, cuando la dispersión de los residuos sigue un determinado patrón de comportamiento, pero no identifica heterocedasticidad no condicional que ocurre cuando los residuos varían de manera completamente aleatoria, cambiando de observación a observación, y no está relacionada con alguna variable en particular. Al respecto, es preciso indicar que la existencia de heterocedasticidad no condicional no afecta las propiedades del estimador de OLS. Con lo cual para los fines del presente estudio es suficiente con identificar la heterocedasticidad condicional que justamente es aquella que detecta esta prueba estadística de Breusch-Godfrey.

<sup>93</sup> Esta sección ha sido elaborada en base a Adkins y Carter (2011, p. 250-251) y Carter et al. (2018, p. 385-387) de donde también se tomó la formalización de la mencionada prueba de Breusch-Godfrey.

$$H_1 : \sigma_i^2 = \sigma^2 h(\alpha_2 z_{i2} + \dots + \alpha_s z_{is})$$

donde:

$\sigma_i^2$ : varianza de la demanda del TPM durante el periodo  $i$ ,

$s$  : cantidad de parámetros (incluyendo la constante) de la función de varianza  $h()$ ,

$z_{i2}, z_{i3}, \dots, z_{is}$  : son variables exógenas que explican la varianza del modelo de regresión, y

$h()$ : función de varianza dependiente de sus argumentos que puede adoptar cualquier forma funcional como por ejemplo una forma funcional lineal<sup>94</sup> de las variables  $z$ .

A su vez, el correspondiente estadístico de prueba que sigue una distribución chi cuadrada es calculado de la siguiente manera:

$$BG = NR^2$$

$$\text{con: } v = s - 1,$$

donde:

$N$  : número de observaciones sobre la demanda del TPM,

$R^2$ : coeficiente de determinación del modelo de regresión de demanda del TPM, y

$v$  : grados de libertad.

Por su parte, el  $\chi$  tabulado BG o de tabla, como indica su nombre, es obtenido de la tabla estadística de distribución chi cuadrada considerando un nivel de confianza estadística  $(1 - \alpha)$  así como  $v$  grados de libertad:  $\chi_{\text{tabulado}, \alpha, v}^{BG} = \chi_{\text{tabulado}}^{BG}$ .<sup>95</sup>

La hipótesis nula de homocedasticidad debe ser rechazada cuando se cumple que  $BG \geq \chi_{\text{tabulado}}^{BG}$  o siempre que el respectivo  $p$ -value es menor o igual que el nivel de significancia seleccionado por el investigador, es decir, cuando  $p$ -value  $\leq \alpha$ .

Un aspecto importante cuando se aplica el *test* de Breusch-Godfrey es la elección de aquellas variables exógenas que explican la varianza del modelo de regresión, es decir, las variables  $z$ ; siendo una candidata natural aquella que *a priori* puede ser la fuente potencial de la heterocedasticidad, y también aquellas que se suelen utilizar en los trabajos empíricos como la presente investigación que son la proyección de la variable explicada, así como, en conjunto, las diversas variables explicativas o independientes del modelo de regresión (Cameron y Trivedi, 2009, p. 97).

Considerando la propuesta de Cameron y Trivedi (2009, p. 97) sobre la elección de las variables exógenas que logran explicar la varianza del modelo de regresión, en el presente estudio, la implementación del *test* de Breusch-Godfrey se ha realizado considerando las siguientes como las variables  $z$ : (i) solamente la variable *Input* que, en línea con lo identificado preliminarmente en el análisis visual de los diagramas de dispersión, sería aquella que causa la heterocedasticidad; (ii) la proyección de la variable explicada, es decir, *Output\_proy*; y (iii) todas las variables explicativas o independientes del modelo de regresión, es decir, *Input*, *Condition* e

<sup>94</sup> Una característica muy útil del *test* de Breusch-Godfrey cuando se realiza inferencia estadística es que el estadístico de prueba calculado a partir de una forma funcional lineal de  $z$  es válido para contrastar una hipótesis alternativa de heterocedasticidad donde la función de varianza puede tener cualquier forma funcional.

<sup>95</sup> Los correspondientes valores de tabla se encuentran en Laurencelle y Dupuis (2002, p. 17-26).

*Input\*Condition*. La siguiente tabla presenta los resultados de la aplicación de esta prueba estadística:

**Tabla 18: Resultados del test de Breusch-Godfrey en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM**

**(a) variables z: Input**

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Assumption: i.i.d. error terms  
Variable: pbi

H0: Constant variance

chi2(1) = 10.54  
Prob > chi2 = 0.0012

**(b) variables z: Output\_proy**

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Assumption: i.i.d. error terms  
Variable: output\_proy

H0: Constant variance

chi2(1) = 6.92  
Prob > chi2 = 0.0085

**(c) variables z: Input, Condition e Input\*Condition**

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Assumption: i.i.d. error terms  
Variables: pbi condition pbicondition

H0: Constant variance

chi2(3) = 13.91  
Prob > chi2 = 0.0030

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Los resultados del *test* de Breusch-Godfrey muestran que, en los tres casos considerados, el valor del *p-value* es menor o igual que el nivel de significancia de 5%, con lo cual se puede afirmar que, con 95% de confianza estadística, en el presente modelo de regresión existe heterocedasticidad.

### **Test de White**

El *test* de White es una prueba estadística en la cual por su propio diseño las variables explicativas de la varianza son las variables explicativas o independientes del modelo de regresión bajo análisis, sus cuadrados y sus productos cruzados, sin considerar las variables redundantes.<sup>96</sup> Ello en un contexto en el cual las variables explicativas de la varianza frecuentemente son las mismas que explican la variable bajo análisis. Además, el uso de la función cuadrática en el *test* de White permite aproximarse a una variedad de otras funciones que describen la varianza.

<sup>96</sup> Esta sección ha sido elaborada en base a Adkins y Carter (2011, p. 251) y Carter et al. (2018, p. 387).

A diferencia del anterior del *test* de Breusch-Godfrey, esta prueba no requiere que se conozca de manera precisa las variables explicativas de la varianza. En la práctica, el planteamiento del *test* de White es un caso especial del *test* de Breusch-Godfrey en el cual las posibles variables explicativas de la varianza son establecidas de antemano (es decir, son las variables explicativas o independientes del modelo de regresión, sus cuadrados y sus productos cruzados, sin considerar las variables redundantes).

En la presente investigación, recordemos que la ecuación única para contrastar la tendencia de la demanda de servicios portuarios del TPM antes y después del SDG del TNM es la siguiente:

$$Output_i = \beta_0 + \beta_1 * Input_{i1} + \beta_2 * Condition_{i2} + \beta_3(Input_{i1} * Condition_{i2}) + \varepsilon_i$$

Por ello, las posibles variables explicativas de la varianza bajo el *test* de White para este estudio son las variables explicativas de la ecuación única (*Input*, *Condition* e *Input\*Condition*), sus cuadrados y sus productos cruzados, sin considerar las variables redundantes, tal como se muestra a continuación:

$$h(z) = \alpha_2 Input + \alpha_3 Condition + \alpha_4 (Input * Condition) + \alpha_5 Input^2 + \alpha_6 (Input * Condition)^2.$$
<sup>97</sup>

En tal sentido, como se muestra a continuación, la aplicación del *test* de White indica que el valor del *p-value* es menor o igual que el nivel de significancia de 5%, con lo cual se puede afirmar que, con 95% de confianza estadística, en el presente modelo de regresión existe heterocedasticidad.

**Tabla 19: Resultados del *test* de White en el modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios del TPM**

White's test  
H0: Homoskedasticity  
Ha: Unrestricted heteroskedasticity

chi2(5) = 18.13  
Prob > chi2 = 0.0028

Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	18.13	5	0.0028
Skewness	2.38	3	0.4976
Kurtosis	0.48	1	0.4902
Total	20.98	9	0.0127

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En resumen, en base al análisis visual, cuyos resultados fueron confirmados posteriormente mediante las técnicas estadísticas formales como los *tests* de Goldfeld-Quandt, de Breusch-Godfrey y de White, es posible afirmar que el modelo de regresión estimado mediante OLS tiene heterocedasticidad en los residuos o términos de error puesto que su variabilidad aumenta cuanto mayor es el volumen proyectado de demanda de servicios portuarios en el TPM (variable

<sup>97</sup> Cabe señalar que, como es requerido por el *test* de White, no se consideran las variables redundantes. A continuación, se explica ello:

- El cuadrado del segundo término *Condition*<sup>2</sup> es igual a sí mismo *Condition* con lo que solo se mantiene *Condition* en la ecuación *h(z)*.
- Calculando el producto cruzado de los dos primeros términos *Input* y *Condition* se obtiene el tercer término *Input \* Condition* con lo que solamente se mantiene este tercer término en la ecuación *h(z)*.
- El producto cruzado del primer término (*Input*) y el tercero (*Input \* Condition*) es igual a (*Input \* Condition*)<sup>2</sup> que es el cuadrado del tercer término que ya se encuentra en la ecuación *h(z)* por lo que solo se deja el mencionado cuadrado del tercer término.

*Output\_proy*) y también se incrementa a medida que es mayor el PBI (variable *Input*), mas no cuando la información de la demanda en el TPM es dividida entre el periodo anterior y posterior a la implementación del SDG del TNM (variable *Condition*).

### **Corrección por existencia de heterocedasticidad**

La existencia de heterocedasticidad no invalida la técnica de OLS, sino que indica que debe ser corregida. En efecto, los resultados de esta técnica deben ser corregidos debido a que se observan residuos heterocedásticos de modo tal que sea metodológicamente correcta la respectiva inferencia estadística realizada en base a los correspondientes *t* estadísticos o *p-value*, ello en virtud de que se calcularon de manera adecuada los errores estándar<sup>98</sup> del modelo de regresión. En ese contexto, los errores estándar corregidos por heterocedasticidad (HCE) son calculados mediante la misma técnica de OLS, pero incluyendo el hecho que la varianza no es constante.

Cabe señalar que los errores estándar robustos HCE son válidos en muestras grandes. Además se dice que son robustos porque resultan metodológicamente correctos tanto si los errores o términos de error son heterocedásticos o no, razón por la cual en una situación en la cual no se tiene certeza de que exista heterocedasticidad u homocedasticidad es posible calcular directamente errores estándar robustos sin emplear las pruebas de detección antes descritas, con lo cual es metodológicamente correcto realizar inferencia estadística en base a dichos errores estándar en el caso de muestras grandes (Carter et al., 2018, p. 374).

### **b) Autocorrelación**

Acá se presentan las técnicas de detección de autocorrelación de los residuos de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM. Como es usual, se incluye el análisis visual o gráfico como punto de partida, así como las técnicas estadísticas formales más empleadas como la prueba de rachas o *test* de Geary, la prueba de significancia estadística de la correlación (que incluye el ampliamente usado correlograma) y el *test* de Breusch–Godfrey, el cual actualmente es el método estándar aplicado en las investigaciones empíricas (Greene, 2019, p. 1043) como el presente estudio.

### **Diagramas de dispersión de los residuos o términos de error**

Un análisis gráfico de los residuos también suele ser el primer paso para identificar la posible existencia de autocorrelación. Si los términos de error muestran un claro patrón de comportamiento o se encuentran relacionados con sus valores rezagados, ello será considerado como un indicio de que se encuentran autocorrelacionados o correlacionados serialmente (Gujarati y Porter, 2008, p. 429-431).

En tal sentido, a continuación, se presenta la evolución de los residuos de la ecuación única. No se identifica un claro patrón de comportamiento de los términos de error a lo largo del tiempo que indique la existencia de autocorrelación. De manera similar, el análisis gráfico de los con sus respectivos valores rezagados no presenta un indicio claro de correlación positiva o negativa que señale la posible presencia de autocorrelación. Por lo tanto, preliminarmente se puede indicar que nuestro modelo de regresión no parece presentar autocorrelación.

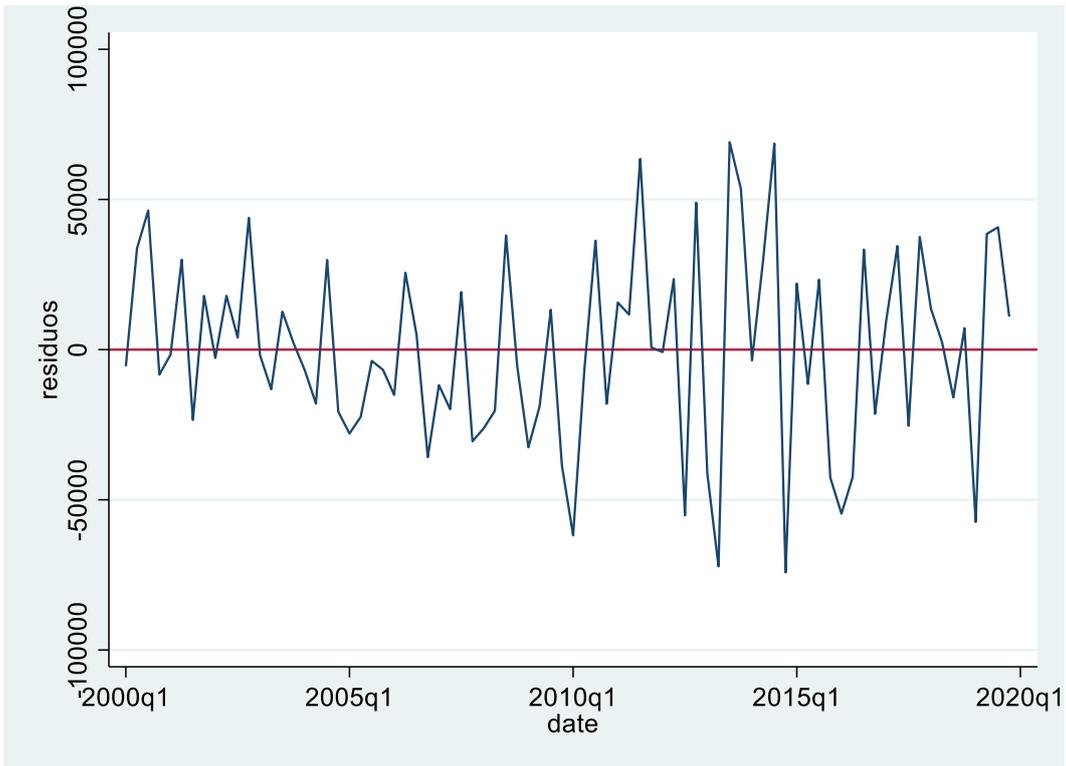
---

<sup>98</sup> Es preciso recordar que existe una vinculación entre el error estándar y el valor del estadístico *t* de la manera que se indica en la siguiente fórmula.

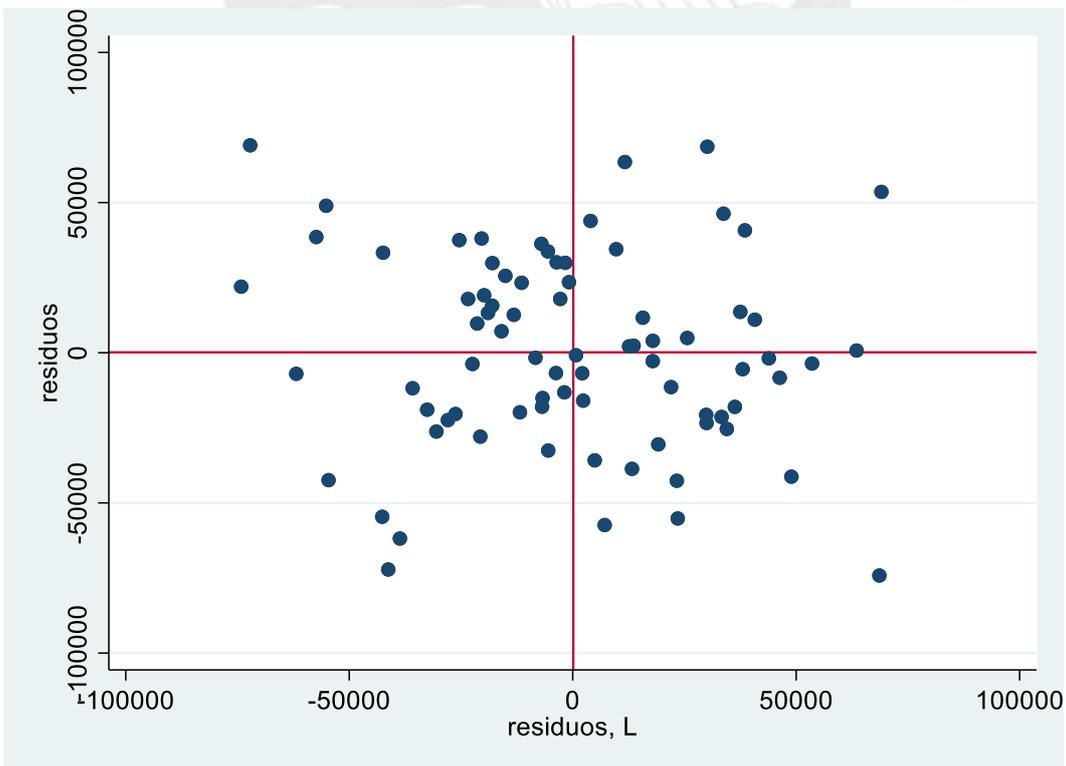
$$t = \frac{\text{valor estimado} - \text{valor de contraste hipotetizado}}{\text{error estándar}}$$

**Figura 23: Análisis gráfico de autocorrelación o correlación serial en los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda en el TPM**

**(a) Evolución de los residuos o términos de error**



**(b) Residuos o términos de error y sus valores rezagados**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

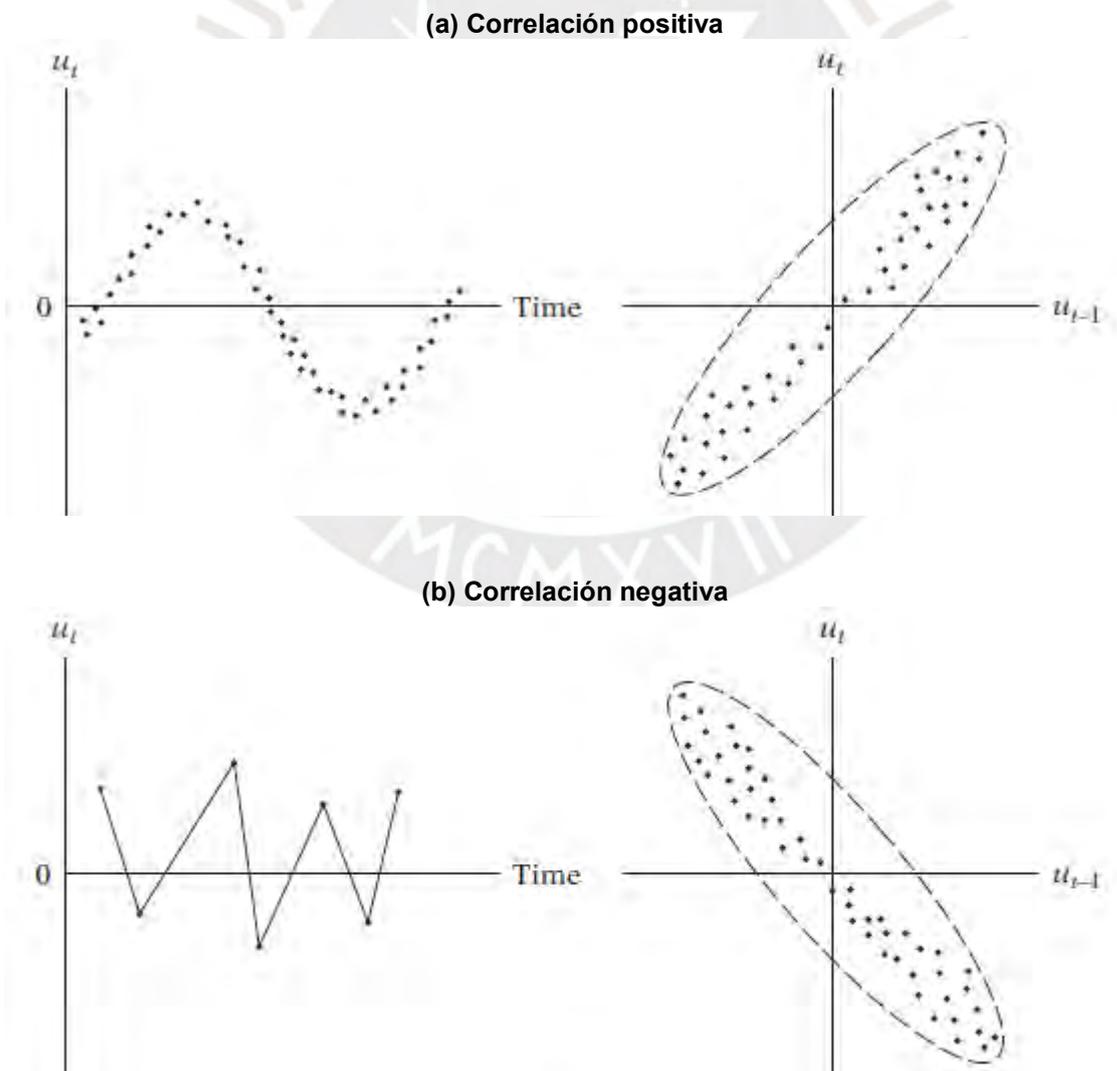
En la medida que estos resultados preliminares de ausencia de autocorrelación son basados únicamente en un análisis gráfico, es necesario implementar pruebas estadísticas formales para confirmarlos o modificarlos.

**Prueba de rachas o *test* de Geary**

La prueba de rachas o *test* de Geary es un procedimiento estadístico en el cual se analiza la secuencia de residuos negativos y residuos positivos con la finalidad de identificar si exhiben autocorrelación. Si existe incertidumbre acerca de la naturaleza de la autocorrelación o, dicho de otro modo, cuando no se conoce nada sobre ello, esta prueba estadística es un buen punto de partida puesto que no requiere especificar nada sobre las características de la posible autocorrelación, es decir, el número de rezagos y parámetros de la ecuación que la describe (Pedace, 2013, p. 215).

Cabe señalar que una racha es una secuencia continua de residuos negativos o positivos. En tal sentido, cuando los residuos tienen muy pocas o muchas rachas, no será sostenible la idea de ausencia de autocorrelación o correlación serial, sino que ello indicaría su presencia (Pedace, 2013, p. 216). En esa línea, como se puede observar en la siguiente figura, si hay muy pocas rachas podría decirse que existe autocorrelación positiva en tanto que cuando existen muchas rachas que podría significar que los residuos cambian de signo frecuentemente ello implicaría que existe correlación serial negativa (Gujarati y Porter, 2008, p. 432-433).

**Figura 24: Tipos hipotéticos de correlación en los residuos o términos de error de un modelo de regresión**



Tomado de: Gujarati y Porter (2008, p. 419).

En el caso de la hipótesis nula de resultados (residuos) sucesivos independientes (es decir, no autocorrelacionados) y asumiendo que  $N_1 > 10$  y  $N_2 > 10$ , el número de rechas exhibe una distribución asintóticamente normal y su media y varianza son (Gujarati y Porter (2008, p. 433):

$$E(R) = \frac{2N_1N_2}{N} + 1$$

$$\sigma_R^2 = \frac{2N_1N_2(2N_1N_2 - n)}{(N)^2(N - 1)}$$

con:

$$N = N_1 + N_2$$

donde:

$N$  : cantidad total de observaciones,  
 $N_1$  : número de símbolos positivos (residuos positivos),  
 $N_2$  : número de símbolos negativos (residuos negativos), y  
 $R$  : número de rachas.

Cuando es verdadera la hipótesis nula de no autocorrelación, la prueba de rachas o *test* de Geary indica que el número de rachas ( $R$ ) debe ubicarse en el siguiente intervalo:

$$Prob[E(R) - z\sigma_R \leq R \leq E(R) + z\sigma_R] = 1 - \alpha$$

donde:

$\alpha$  : nivel de significancia estadística, y

$z$  : valor asociado al nivel de significancia (toma el valor de 1,96 cuando  $\alpha = 5\%$ ).

La hipótesis nula de no autocorrelación al  $1 - \alpha$  de confianza estadística debe ser rechazada cuando el valor estimado del número de rachas ( $R$ ) cae fuera del intervalo indicado anteriormente, o siempre que el respectivo *p-value* es menor o igual que el nivel de significancia seleccionado por el investigador, es decir, cuando  $p - value \leq \alpha$ .

La siguiente tabla muestra la aplicación de la prueba de rachas o *test* de Geary a los residuos de nuestro modelo de regresión al 95% de confianza. Al respecto, los resultados indican que no se cumple la regla de rechazo de la hipótesis nula (no autocorrelación) porque  $p - value = 0,25$ ; es decir, se puede señalar que no existiría autocorrelación.

**Tabla 20: Resultados de la prueba de rachas o *test* de Geary de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM**

N(residuos  $\leq$  142.8579338073731) = 42  
 N(residuos  $>$  142.8579338073731) = 38  
 obs = 80  
 N(runs) = 46  
 z = 1.15  
 Prob $>$ |z| = .25

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

## Prueba de significancia estadística y correlograma

La autocorrelación muestral de orden  $s$  para una variable  $x$ , es decir, la correlación  $r$  existente entre dicha variable y sus rezagos hasta  $s$  periodos atrás, es calculada de la siguiente manera:<sup>99</sup>

$$r_s = \frac{\sum_{t=s+1}^T (x_t - \bar{x})(x_{t-s} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2}$$

Bajo la prueba de significancia estadística de la correlación calculada mediante la fórmula antes indicada (correlación muestral), la hipótesis nula respecto de la correlación poblacional indica ausencia de autocorrelación, y la hipótesis alternativa señala que existe autocorrelación. A continuación, se presenta la fórmula de cálculo del correspondiente estadístico de prueba, el cual tiene una distribución normal:

$$Z = \sqrt{T}r_s$$

donde:

$T$  : número de observaciones.

La regla de rechazo de la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación con un  $\alpha$  de significancia estadística es cuando  $\sqrt{T}r_s \geq z_\alpha$  o  $\sqrt{T}r_s \leq -z_\alpha$  donde  $z_{\alpha=5\%} = 1,96$  o siempre que el respectivo  $p$ -value es menor o igual que el nivel de significancia seleccionado por el investigador, es decir, cuando  $p$ -value  $\leq \alpha$ .

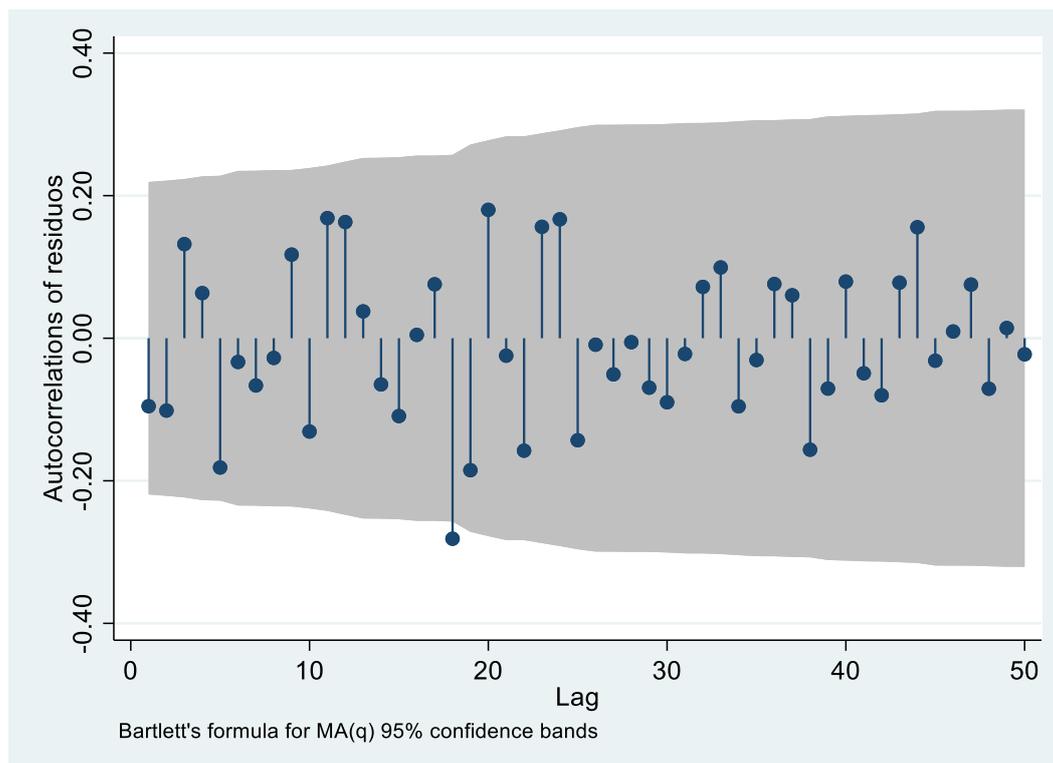
Cabe añadir que un instrumento gráfico útil que se emplea para analizar la significancia estadística de la autocorrelación es el correlograma. El eje horizontal del correlograma muestra la correlación de la variable con su valor en un periodo anterior, dos periodos anteriores, tres periodos anteriores, y así sucesivamente; en tanto que el eje vertical presenta los valores de dichas correlaciones. El correlograma también incluye una banda de confianza con límites inferiores y superiores los cuales representan la regla de rechazo de esta prueba estadística que en términos de la correlación calculada se puede indicar de la siguiente manera: rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación cuando  $r_s \geq \frac{z_\alpha}{\sqrt{T}}$  o  $r_s \leq -\frac{z_\alpha}{\sqrt{T}}$  aproximada como  $\pm 2/\sqrt{T}$  porque  $z_{\alpha=5\%} = 1,96$ .

En términos sencillos, cuando la prueba de significancia se expresa mediante un correlograma, la lectura de los resultados es como sigue: (i) cuando el valor está dentro de la banda de confianza se dice que no se evidencia autocorrelación, o sea, no se debe rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación; y, (ii) en caso el valor esté fuera de la banda de confianza se dice que existe autocorrelación; es decir, corresponde rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación.

La figura siguiente muestra los resultados de la prueba de significancia estadística mediante un correlograma de los términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM. Como se observa, los valores calculados de la correlación de los residuos con sus valores rezagados muestran que se carece de evidencia estadística suficiente que respalde la idea de rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación, es decir, no existiría autocorrelación en nuestro modelo de regresión.

<sup>99</sup> La referencia bibliográfica se tomó de Carter et al. (2018, p. 425-426).

**Figura 25: Correlograma de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM**



Nota: Se observa un caso de autocorrelación de los residuos comparado con su valor hace dieciocho trimestres periodos hacia atrás, pero se descarta dicha evidencia puesto que carece de sentido económico afirmar por única vez un evento ocurrido hace cuatro años y medio en la variable explicativa haya impactado sobre la variable explicada.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

### Test de Breusch–Godfrey

El test de Breusch–Godfrey (BG) o también llamado test de multiplicador de Lagrange es una prueba general para identificar si existe o no autocorrelación, permitiendo contrastar a la vez rezagos de más de un periodo previo. Debido justamente a ello, actualmente, es la prueba estadística más empleada en los trabajos empíricos como el presente estudio en los cuales se busca identificar si existe o no la autocorrelación.<sup>100</sup>

Bajo esta prueba estadística, la hipótesis nula plantea que no existe autocorrelación, y la hipótesis alternativa establece que los residuos están autocorrelacionados o son correlacionados serialmente. Cuando la muestra es grande, el estadístico de prueba BG tiene una distribución chi-cuadrada y es calculado como:

$$BG = (N - p)R^2$$

donde:

$N$  : número de observaciones sobre la demanda del TPM,

$R^2$ : coeficiente de determinación del modelo de regresión de demanda del TPM, y

$p$  : grados de libertad.

<sup>100</sup> Las fuentes bibliográficas para describir esta prueba estadística son Baum (2006, p. 238), Gujarati y Porter (2008, p. 438-440) y Gujarati (2015, p. 118-121).

Por su parte, el  $\chi$  tabulado BG o de tabla, como indica su nombre, es obtenido de la tabla estadística de distribución chi cuadrada considerando un nivel de confianza estadística  $(1 - \alpha)$  así como  $p$  grados de libertad:  $\chi_{tabulado,\alpha,p}^{BG} = \chi_{tabulado}^{BG}$ .<sup>101</sup>

La hipótesis nula de no existencia de autocorrelación debe ser rechazada cuando se cumple que  $BG \geq \chi_{tabulado}^{BG}$ ; o, siempre que, el respectivo  $p$ -value es menor o igual que el nivel de significancia seleccionado por el investigador, es decir, cuando  $p - value \leq \alpha$ .<sup>102</sup>

Un problema práctico con esta prueba estadística es la elección de la cantidad de rezagos, lo cual podría estar sujeta al ensayo y error, así como la frecuencia de los datos que cuando se trata de trimestres se considera un rezago de tres periodos (Gujarati, 2015, p. 119). Además, la autocorrelación de primer orden es el caso más estudiado de correlación serial (Becketti, 2020, p. 234).

Bajo esa perspectiva en el presente caso se han considerado los primeros rezagos (arbitrariamente hasta ocho) bajo la premisa de que si existiera autocorrelación probablemente ocurriría en los primeros trimestres y también se consideró el rezago del periodo dieciocho identificado en el correlograma anteriormente reportado (también se tomaron en cuenta rezagos cercanos a dieciocho periodos).

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación del *test* de Breusch–Godfrey de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM. En ninguno de los rezagos, la evidencia existente no permite rechazar al 95% de confianza estadística la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación porque  $p - value > 5\%$ , tal como se observa en la siguiente tabla; es decir, no existiría el problema de errores autocorrelacionados o correlacionados serialmente.

**Tabla 21: Resultados del *test* de Breusch–Godfrey de los residuos o términos de error de la ecuación única de demanda de servicios portuarios en el TPM**

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags( $p$ )	chi2	df	Prob > chi2
1	1.080	1	0.2987
2	2.349	2	0.3090
3	3.669	3	0.2995
4	4.275	4	0.3701
5	6.926	5	0.2262
6	7.574	6	0.2710
7	9.481	7	0.2200
8	9.482	8	0.3033
15	20.457	15	0.1551
16	20.514	16	0.1980
17	21.057	17	0.2238
18	23.448	18	0.1739
19	26.930	19	0.1063
20	27.077	20	0.1331
21	27.598	21	0.1519

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En resumen, el análisis visual o gráfico, así como las técnicas estadísticas formales como la prueba de rachas o *test* de Geary, la prueba de significancia estadística de la correlación (que

<sup>101</sup> Los respectivos valores de tabla se encuentran en Laurencelle y Dupuis (2002, p. 17-26).

<sup>102</sup> Cabe señalar que el *test* de Breusch–Godfrey es asintóticamente equivalente al *test* alternativo de Durbin, el cual reemplazó al clásico *test* de Durbin–Watson (Becketti, 2020, p. 240). Por ello en esta sección no se presenta el desarrollo de los dos últimos *tests* mencionados como sí se hizo en el caso de las otras pruebas estadísticas de detección autocorrelación desarrolladas aquí.

incluye el correspondiente correlograma) y el *test* de Breusch–Godfrey no han logrado identificar la existencia de autocorrelación en nuestro modelo de regresión de demanda del TPM.

### Corrección por existencia de autocorrelación o correlación serial

Sin perjuicio de que el análisis visual o gráfico, así como las técnicas estadísticas formales no hayan detectado la existencia del problema de errores autocorrelacionados o correlacionados serialmente en nuestro modelo de regresión, es importante señalar que cuando existe autocorrelación resulta necesario corregir los resultados de OLS (en particular sus errores estándar) para que resulte ser válida la inferencia estadística realizada mediante las correspondientes pruebas de hipótesis respecto del posible impacto de la implementación del SDG del TNM sobre la demanda del TPM.

La solución planteada en la literatura especializada no es dejar de aplicar la mencionada técnica de OLS sino modificar el modelo de regresión original de modo tal que el modelo modificado no mantenga el problema de residuos autocorrelacionados o correlacionados serialmente (Gujarati, 2015, p. 121). En tal sentido, se señala que existen dos tipos de métodos para corregir las estimaciones por la existencia de autocorrelación: (i) uno en el cual se realizan supuestos sobre la naturaleza de la autocorrelación y se emplea un estimador llamado Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS, por sus siglas en inglés) o una variante conocida como Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS, por sus siglas en inglés) que son más eficientes que el usual OLS; y (ii) otro en el cual se siguen usando los estimadores de OLS pero se corrige el cálculo de los errores estándar que son conocidos como errores estándar consistentes con heterocedasticidad y autocorrelación (HAC, por sus siglas en inglés) (Carter et al., 2018, p. 448); es decir, este segundo método también permite corregir por heterocedasticidad en caso existiera, lo cual debido a la heterocedasticidad identificada anteriormente, se constituye en una clara ventaja para el presente estudio. En relación con ambos métodos de corrección por autocorrelación se señala que, según Gujarati (2015, p. 121-126):

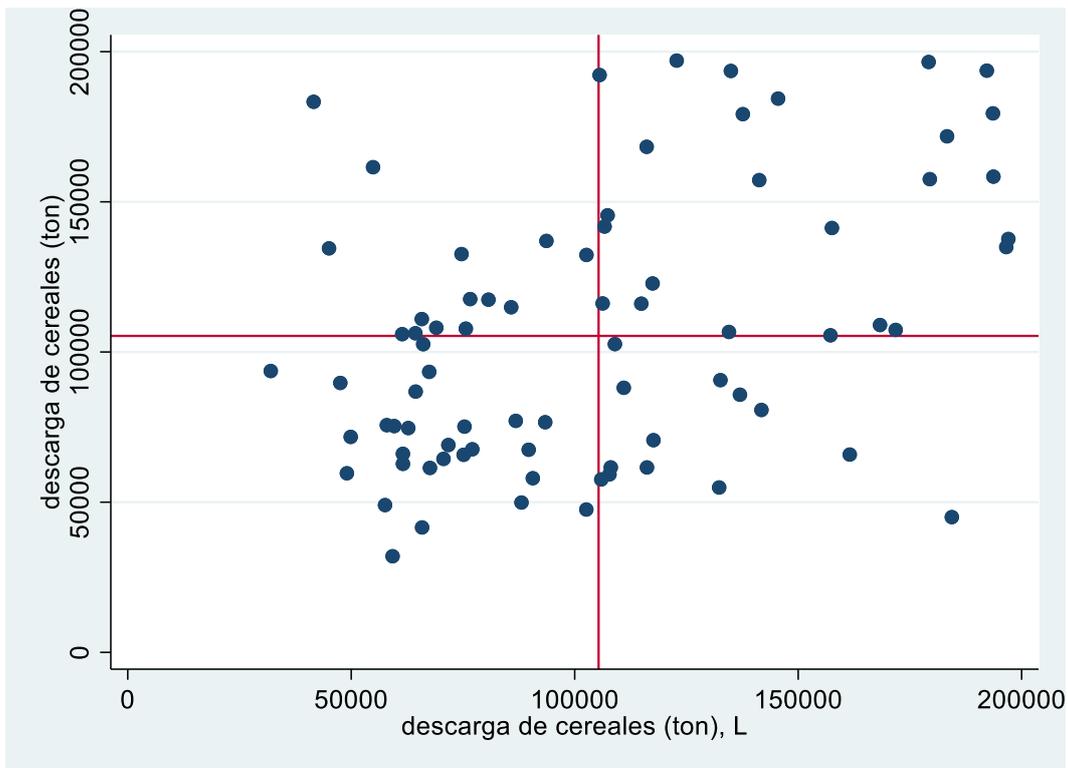
- En el primer método la transformación se realiza considerando las variables del modelo de regresión en primeras diferencias y para estimar el verdadero valor de la correlación usado en dicha transformación se debe probar con una cantidad infinita de alternativas con el enfoque de GLS. La relevancia de estimar el verdadero valor de la correlación es que debe ser empleado en la transformación de las variables, lo cual se puede realizar con el criterio de Prais-Winsten para no perder observaciones. Bajo este primer método, otro enfoque para realizar la transformación del modelo de regresión es seguir un enfoque de transformación generalizada mediante la cual el verdadero valor de la correlación es estimado usando los residuos muestrales como *proxy* de los residuos poblacionales que resulta ser válido cuando la muestra es grande. Los parámetros obtenidos de este modo son conocidos como estimadores de FGLS.
- Los enfoques descritos para el primer método básicamente son métodos de prueba y error por lo que el método específico a aplicarse en la investigación depende finalmente de la naturaleza del problema y el tamaño de la muestra. En ese contexto, si la cantidad de datos resulta ser grande, como en la presente investigación, es posible emplear el usual OLS, pero corrigiendo el cálculo de los coeficientes de la regresión con errores estándar HAC, calculados mediante el estimador de Newey-West. En términos generales, si existe autocorrelación, los errores estándar HAC son mayores que los errores estándar del usual OLS. El procedimiento de errores estándar HAC cambia los errores estándar y, por ello, también modifica los valores de los *t* estadísticos y sus respectivos *p-value*.

Cabe añadir que, en términos prácticos, la ventaja de corregir la autocorrelación mediante OLS con errores estándar HAC es que no se requiere especificar la naturaleza de la autocorrelación para obtener un estimador con una menor varianza. Para que los estimadores sean robustos a la autocorrelación, el investigador solamente debe especificar qué tan lejos en el tiempo es probable que sea significativa la correlación serial de los residuos, es decir, debe especificar la cantidad de rezagos (*B*) a incluir en el modelo de corrección por autocorrelación que es calculado como  $B = 0,75T^{1/3}$  o alternativamente  $B = 4(T/100)^{2/9}$ , siendo el principio general elegir un rezago lo suficientemente grande para que se incluya las autocorrelaciones más largas (Adkins y Carter, 2011, p. 285-286).

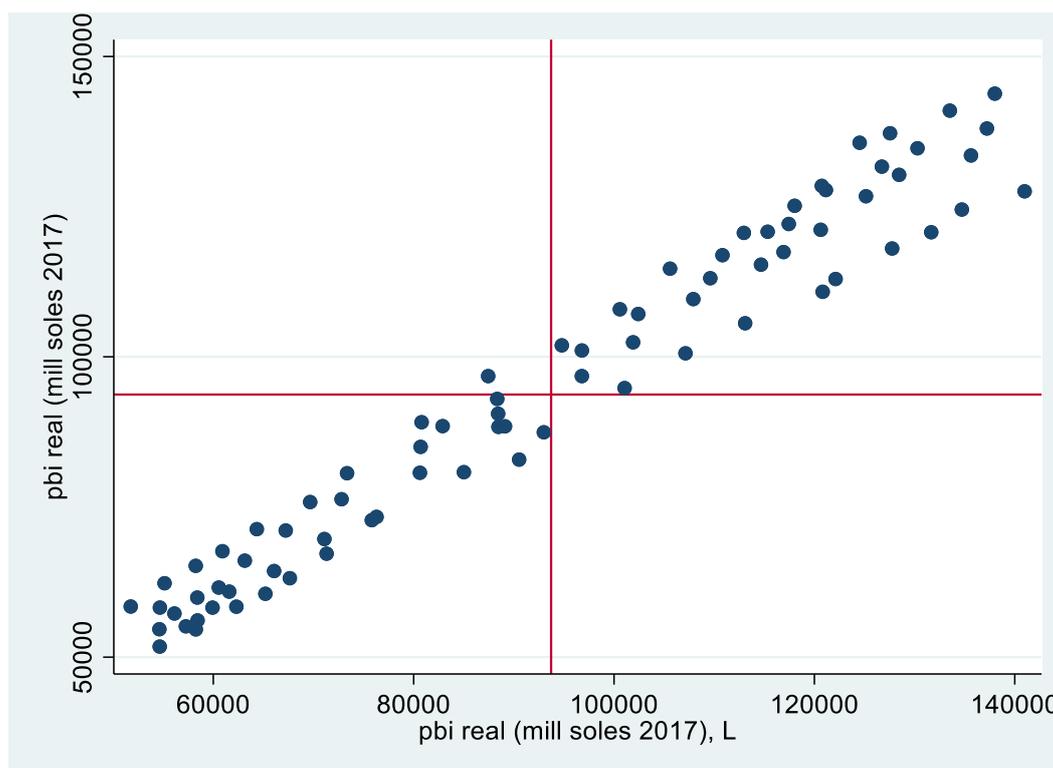
Como se ha visto anteriormente, las pruebas estadísticas empleadas en la presente investigación no han detectado que nuestro modelo de regresión tenga el problema de residuos autocorrelacionados o correlacionados serialmente. Por ello, en principio no corresponde la aplicación de algún método de corrección por autocorrelación. Sin embargo, como se evidencia enseguida, un análisis gráfico de la variable explicada (*Output*) y la variable explicativa (*Input*) muestra que ellas podrían estar dependiendo de sus respectivos valores pasados, es decir, estarían autocorrelacionadas o correlacionadas serialmente de manera positiva.

**Figura 26: Análisis gráfico de la relación entre las variables de estudio y sus respectivos valores rezagados**

**(a) Output: Volumen de demanda en el TPM**



(b) Input: PBI real peruano



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Bajo la consideración de que tanto la variable explicada (*Output*) como la variable explicativa (*Input*) o al menos una de ellas, al parecer está autocorrelacionada o correlacionada serialmente, puede resultar razonable pensar que existe un grado de autocorrelación que no puede ser detectado por las diferentes pruebas estadísticas implementadas en el presente estudio. Considerando que pueden existir residuos autocorrelacionados o correlacionados serialmente difíciles o imposibles de detectar por las pruebas estadísticas antes mencionadas, puede ser una buena práctica llevar a cabo la corrección de las estimaciones OLS tomando en cuenta los errores estándar HAC.

Finalmente, cabe añadir que, como se ha venido indicando anteriormente, la mayoría de pruebas estadísticas de detección y corrección por heterocedasticidad y autocorrelación, descritas en este anexo son válidas para muestras grandes. Al respecto, resulta oportuno indicar que el hecho que un determinado número de observaciones puede ser considerado como una muestra razonablemente grande o una muestra pequeña es una cuestión relativa, razón por la cual el investigador debe tomar un juicio práctico (Gujarati & Porter, 2008, p. 448). Si bien existen autores, como Wooldridge (2020, p. 400), para quien incluso una cantidad de 100 observaciones puede ser considerada como una muestra relativamente pequeña, también existen otros investigadores, como Gujarati y Porter (2008, p. 438 y 448) para quienes una cantidad de 15 o 20 observaciones recién podría ser una muestra pequeña en tanto que 50 o más observaciones (e inclusive desde 46 observaciones) podría ser considerada como una muestra relativamente grande. En línea con lo señalado por Gujarati y Porter (2008, p. 448), otros investigadores como Wilcox et al. (2008, p. 258 y 260) consideran que una muestra con menos de 10 observaciones es pequeña y cuando la cantidad de observaciones es mayor que 20 no es una muestra muy pequeña. En el presente caso, la información trimestral sobre la demanda en el TPM consta de un total de 88 observaciones (incluyendo el trimestre en el cual ocurrió la implementación del SDG del TNM). Por lo tanto, siguiendo el criterio señalado por Gujarati y Porter (2008, p. 448) así como Wilcox et al. (2018, p. 258 y 260), la cantidad de datos de esta investigación es una muestra razonable o relativamente grande. Por ello, en presencia de heterocedasticidad y/o autocorrelación, resulta una opción adecuada obtener estimadores HCE y HAC en vez del usual OLS, de modo que resulte ser válida la respectiva inferencia estadística.

## Anexo 4: Análisis de estacionariedad y cointegración

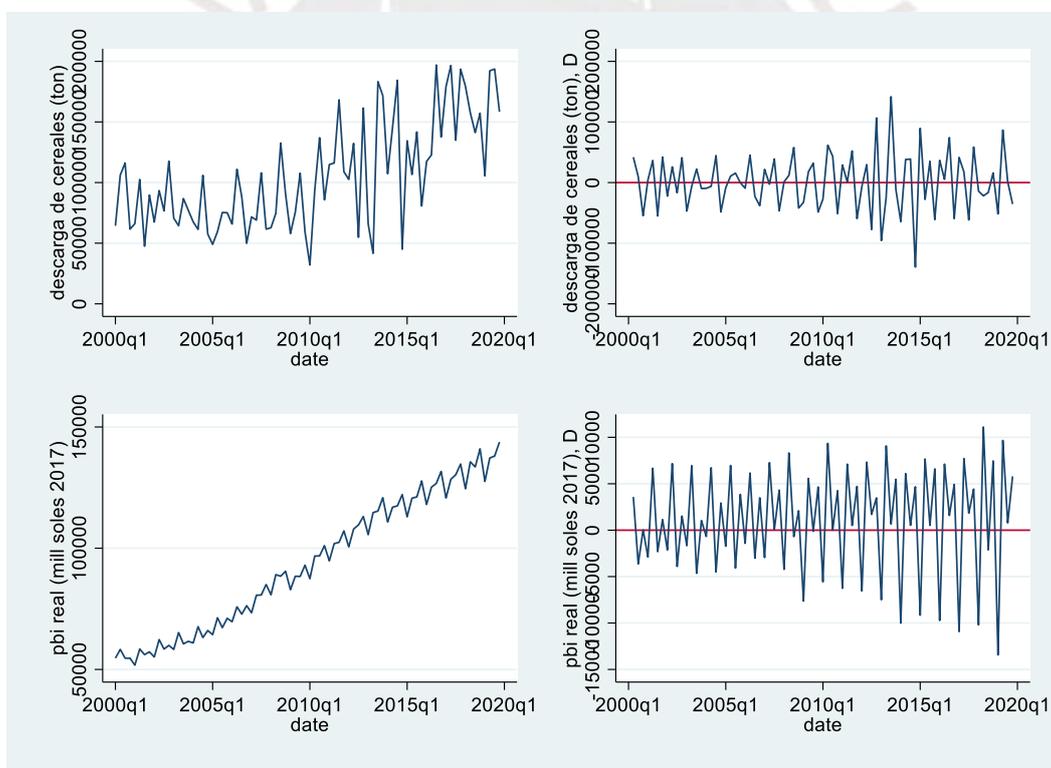
En este anexo metodológico se presenta el análisis de estacionariedad y cointegración de las variables en cuestión del modelo de regresión de la demanda de servicios portuarios en el TPM.

### a) Estacionariedad

La prueba o *test* de Dickey-Fuller aumentado (ADF, por sus siglas en inglés) es el método más usado en los estudios empíricos para identificar si una variable es estacionaria. Bajo esta prueba estadística, la hipótesis nula señala que las series son no estacionarias<sup>103</sup> en tanto que la hipótesis alternativa indica que son estacionarias (Adkins y Carter, 2011, p. 398). La hipótesis nula de no estacionariedad debe ser rechazada si el estadístico  $z$  calculado resulta ser menor que el valor crítico tabulado al  $1 - \alpha$  de confianza estadística; es decir:  $Z_{ADF} \leq Z_{tabulado}$  (Becketti, 2020, p. 511) o siempre que  $p - value_{MacKinnon} \leq \alpha$ .

Según Adkins y Carter (2011, p. 393), cuando ocurre que una variable con tendencia creciente o decreciente es expresada como su primera diferencia y se obtiene una serie que oscila alrededor de una determinada cantidad constante, el *test* de ADF debe contener una constante, pero no una tendencia temporal. Al respecto, como se muestra a continuación, ello es justamente lo que sucede con el volumen de demanda de servicios portuarios del TPM, así como el PBI de nuestro modelo de regresión.

**Figura 27: Evolución del volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM y PBI real peruano expresados en niveles y primeras diferencias**



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú y Terminal Internacional del Sur S.A.

Para aplicar el *test* de ADF se debe establecer el número de rezagos de las regresiones de esta prueba estadística (Adkins y Carter, 2011, p. 394). Al respecto, ello es determinado de manera empírica considerando uno o dos rezagos cuando se trata de datos anuales, cuatro rezagos para información trimestral y doce en casos de datos con frecuencia mensual (Gujarati, 2015, p. 258; Gujarati y Porter, 2008, p. 757). En línea con ello, nuestro caso considera cuatro rezagos por tratarse de información trimestral.

<sup>103</sup> Una serie no estacionaria también es conocida como variable con raíz unitaria.



En tal sentido, la hipótesis nula del test de AEG establece que no existe cointegración. Dicha hipótesis debe ser rechazada cuando el estadístico  $z$  calculado es menor que el valor crítico tabulado al  $1 - \alpha$  de confianza estadística; es decir:  $z_{AEG} \leq z_{tabulado}$  (Adkins y Carter, 2011, p. 401-402).

En esa línea, como se puede apreciar en la siguiente tabla, la aplicación del test de AEG muestra que en efecto las series en cuestión, así como el modelo de la ecuación única cointegran.

**Tabla 23: Resultados del test de Engle-Granger aumentado aplicado sobre la evolución del volumen de demanda de servicios portuarios en el TPM y el PBI real peruano**

(a) Entre variables <i>Output e Input</i>					(b) En la ecuación única en conjunto				
Engle-Granger test for cointegration		N (1st step) = 80			Engle-Granger test for cointegration		N (1st step) = 80		
		N (test) = 79					N (test) = 79		
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-9.047	-4.039	-3.415	-3.099	Z(t)	-9.905	-4.879	-4.240	-3.917
Critical values from MacKinnon (1990, 2010)					Critical values from MacKinnon (1990, 2010)				

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En resumen, en este estudio, la aplicación de los tests de ADF y AEG indican respectivamente que las variables bajo análisis no son estacionarias en niveles y sus primeras diferencias son estacionarias; y, de otro lado, el modelo de regresión en su conjunto y dichas variables muestran una relación de largo plazo, es decir, cointegran.



## Anexo 5: Matriz de correlaciones incluyendo Muelle F

**Tabla 24: Matriz de correlaciones de la demanda de los servicios de uso de muelle, transferencia, manipuleo y almacenamiento de carga en el TPM, incluyendo al Muelle F, 2000-2018**

(a) En niveles					(b) En primeras diferencias				
	Uso de muelle	Transferencia	Manipuleo	Almacenamiento		Uso de muelle	Transferencia	Manipuleo	Almacenamiento
Uso de muelle	100%				Uso de muelle	100%			
Transferencia	75%	100%			Transferencia	22%	100%		
Manipuleo	99%	78%	100%		Manipuleo	93%	23%	100%	
Almacenamiento	90%	89%	90%	100%	Almacenamiento	24%	63%	22%	100%

Nota: No ha sido posible acceder a datos acerca de la demanda de cada uno de los servicios por parte de los importadores de cereales durante todo el periodo de análisis. Sin embargo, es posible distinguir entre carga contenedorizada y no contenedorizada, la cual a su vez incluye la carga sólida a granel como minerales y cereales. Con la finalidad de hacer comparaciones entre tipos de carga similares, se considera factible llevar al cabo el análisis de correlaciones considerando solamente la carga no contenedorizada a nivel agregado, sin distinguir entre tipos de carga puesto que, como se indicó anteriormente en la sección sobre relevancia empírica, la carga sólida a granel (dentro de la cual se encuentran principalmente minerales y cereales) equivale al 86% del total de carga movilizada por el TPM en el periodo 2015-2020 (Ositrán, 2021c). La información incluye el volumen de minerales embarcados mediante el Muelle F a través del cual actualmente se embarcan prácticamente todos los minerales movilizadas por el TPM.

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.



**Anexo 6: Test de medias con  $\alpha = 1\%$**

**a) Sin datos atípicos o outliers**

**Tabla 25: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Grados de libertad	70	189
F	2,216007	
P(F<=f) una cola	0,000011	
Valor crítico para F (una cola)	1,554974	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 26: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	95	
Estadístico t	0,06059	
P(T<=t) una cola	0,47591	
Valor crítico de t (una cola)	2,36624	
P(T<=t) dos colas	0,95181	
Valor crítico de t (dos colas)	2,62858	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

b) Con datos atípicos o *outliers*

**Tabla 27: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Grados de libertad	70	191
F	2,033957	
P(F<=f) una cola	0,000076	
Valor crítico para F (una cola)	1,553735	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 28: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	97	
Estadístico t	0,06121	
P(T<=t) una cola	0,47566	
Valor crítico de t (una cola)	2,36541	
P(T<=t) dos colas	0,95132	
Valor crítico de t (dos colas)	2,62747	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Anexo 7: Test de medias con  $\alpha = 10\%$**

**a) Sin datos atípicos o outliers**

**Tabla 29: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Grados de libertad	70	189
F	2,216007	
P(F<=f) una cola	0,000011	
Valor crítico para F (una cola)	1,276008	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 30: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM sin datos atípicos o outliers, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	221
Varianza	1 899 318 312	857 090 430
Observaciones	71	190
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	95	
Estadístico t	0,06059	
P(T<=t) una cola	0,47591	
Valor crítico de t (una cola)	1,29053	
P(T<=t) dos colas	0,95181	
Valor crítico de t (dos colas)	1,66105	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

b) Con datos atípicos o *outliers*

**Tabla 31: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Grados de libertad	70	191
F	2,033957	
P(F<=f) una cola	0,000076	
Valor crítico para F (una cola)	1,275462	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 32: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen mensual de las importaciones de cereales en el TPM con datos atípicos o *outliers*, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), enero 2000 – febrero 2022**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

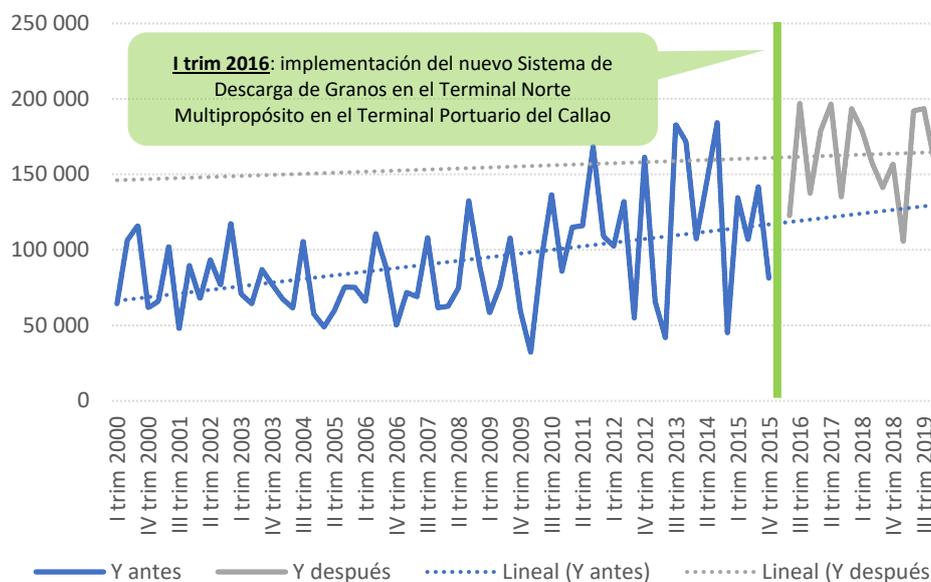
	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	560	215
Varianza	1 899 318 312	933 804 428
Observaciones	71	192
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	97	
Estadístico t	0,06121	
P(T<=t) una cola	0,47566	
Valor crítico de t (una cola)	1,29034	
P(T<=t) dos colas	0,95132	
Valor crítico de t (dos colas)	1,66071	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Anexo 8: Demanda de servicios portuarios en TPM sin incluir años COVID-19

Figura 28: Evolución trimestral del volumen de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2019 (toneladas trimestrales)

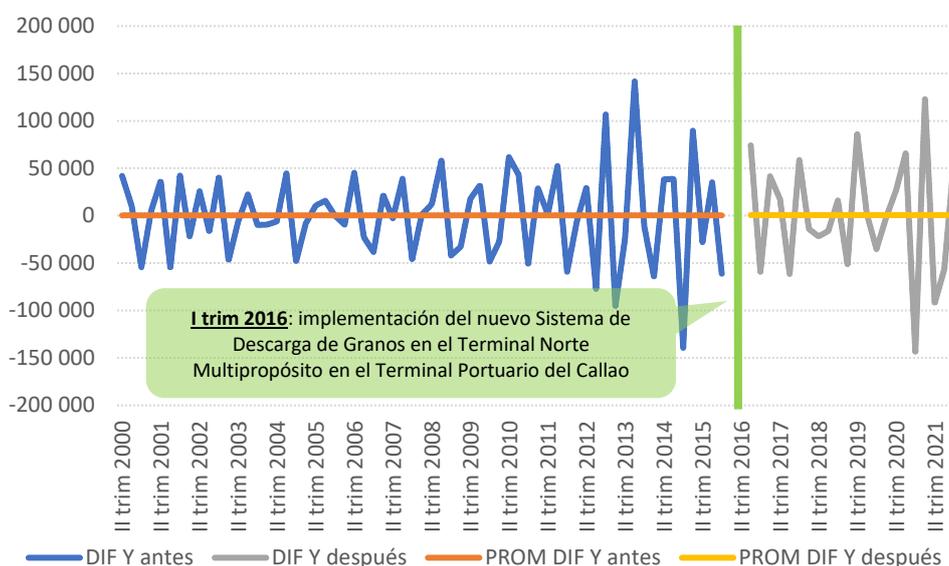


Nota: No incluye la información de los años 2020 y 2021 que estuvieron caracterizados por los efectos económicos de la crisis sanitaria causada por la COVID-19. Si se consideraran dichos años, la tendencia creciente del subperíodo posterior al SDG del TNM presentada en el gráfico, se convierte en tendencia decreciente.  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

### Anexo 9: Test de medias de la información trimestral en diferencias

La evolución trimestral de la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después de la implementación del SDG del TNM muestra que no existen una clara tendencia creciente o decreciente sino más bien se trata de un caso sin tendencia o tendencia constante, tal como se puede observar en la siguiente figura. Por tal motivo, corresponde aplicar un *test* de medias para comparar si son estadísticamente iguales o diferentes los respectivos promedios.

**Figura 29: Evolución trimestral de la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM, I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (toneladas trimestrales)**



Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

En primer lugar, la implementación de la prueba de varianzas de dos muestras muestra que estamos en el caso de varianzas desiguales; y, en segundo lugar, el *test* de medias (considerando varianzas desiguales) evidencia que las medias de la primera diferencia de la demanda del TPM son iguales antes y después de la implementación del SDG del TNM, tal como puede observarse en las siguientes tablas.

Es decir, la implementación del SDG del TNM no modificó las variaciones de la demanda de servicios portuarios en el TPM. Este resultado básico es consistente con lo señalado anteriormente cuando se concluyó que, desde la perspectiva de los usuarios del TPM, el TNM no es un proveedor alternativo de servicios portuarios en el marco de su proceso logístico de importación de cereales; y por ello el ámbito geográfico debe ser acotado solamente al TPM.

**Tabla 33: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (toneladas trimestrales)**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Grados de libertad	21	62
F	1,773560	
P(F<=f) una cola	0,042556	
Valor crítico para F (una cola)	1,728748	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 34: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 5\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	30	
Estadístico t	0,02691	
P(T<=t) una cola	0,48935	
Valor crítico de t (una cola)	1,69726	
P(T<=t) dos colas	0,97871	
Valor crítico de t (dos colas)	2,04227	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Como se indica en las dos tablas anteriores, el nivel de significancia asumido es  $\alpha = 5\%$ . Sin embargo, en las siguientes dos tablas se muestran los resultados considerando un menor nivel de significancia, en este caso con  $\alpha = 1\%$ .

**Tabla 35: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (toneladas trimestrales)**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Grados de libertad	21	62
F	1,773560	
P(F<=f) una cola	0,042556	
Valor crítico para F (una cola)	2,163867	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, como en esta tabla, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

A diferencias de todas las pruebas de varianzas de dos muestras que se implementaron en nuestro estudio, en esta ocasión el resultado indica que se trata de varianzas iguales, con lo cual corresponde aplicar el *test* de medias para varianzas iguales. Los resultados son presentados a continuación.

**Tabla 36: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas iguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 1\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Varianza agrupada	2 793 214 738	
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	83,00000	
Estadístico t	0,03087	
P(T<=t) una cola	0,48772	
Valor crítico de t (una cola)	2,37212	
P(T<=t) dos colas	0,97545	
Valor crítico de t (dos colas)	2,63637	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).  
Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

Además, en las siguientes dos tablas se muestran los resultados considerando un mayor nivel de significancia,  $\alpha = 10\%$  en este caso.

**Tabla 37: Prueba de varianzas de dos muestras considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021 (toneladas trimestrales)**

**Prueba F para varianzas de dos muestras**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Grados de libertad	21	62
F	1,773560	
P(F<=f) una cola	0,042556	
Valor crítico para F (una cola)	1,530343	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de varianzas debe ser rechazada si el valor calculado de F es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola), con lo cual se dice que estadísticamente las varianzas son desiguales; y en caso contrario, cuando el valor calculado de F no es mayor que el valor tabulado o valor crítico para F (una cola) se dice que las varianzas son iguales (McClave et al., 2022, p. 498).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.

**Tabla 38: Test de medias para dos muestras suponiendo varianzas desiguales y considerando la primera diferencia del volumen trimestral de las importaciones de cereales en el TPM, antes y después del SDG del TNM (con  $\alpha = 10\%$ ), I trimestre 2000 – IV trimestre 2021**

**Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales**

	<i>DIF Y después</i>	<i>DIF Y antes</i>
Media	663	259
Varianza	4 143 055 283	2 336 010 682
Observaciones	22	63
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	30	
Estadístico t	0,02691	
P(T<=t) una cola	0,48935	
Valor crítico de t (una cola)	1,31042	
P(T<=t) dos colas	0,97871	
Valor crítico de t (dos colas)	1,69726	

Nota: La hipótesis nula de igualdad de medias debe ser rechazada si el valor absoluto de W o del estadístico t es mayor o igual que t o valor crítico de t (dos colas), con lo cual se dice que estadísticamente las medias no son iguales (Wilcox, 2003, p. 244).

Fuente: Terminal Internacional del Sur S.A.