



**UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA
UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**DOCTORADO INTERNACIONAL EN ADMINISTRACIÓN Y
DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

TESIS DOCTORAL

**MODELO DE GESTIÓN PARA LA INTEGRACIÓN
CIUDAD-PUERTO EN FUNCIÓN A LA CADENA
LOGÍSTICA EN EL PUERTO DEL CALLAO**

Presentada por:

José Alfonso Maratuech Pinzás

Doctorando

Director de Tesis:

Dr. Ernest Benedito Benet

2015

ÍNDICE

RESUMEN	7
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Antecedentes.....	14
1.1.1. Antecedente Histórico.....	14
1.1.2. Antecedentes del Sistema Portuario	15
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Situación problemática.....	18
1.2.2. Definición del Problema:	20
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	21
1.4.1. Justificación Teórica	21
1.4.2. Justificación Práctica	21
1.5. Preguntas de Investigación.....	21
1.6. Hipótesis.....	22
1.6.1. Hipótesis General	22
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	22
1.7. Limitaciones.....	22
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	24
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación	24
2.2. Base Teórica	25
2.3. El Entorno Portuario en la Cadena de Logística.	26
2.3.1. Sistema portuario Nacional	26
2.3.2. Análisis de la capacidad de las instalaciones portuarias	27
2.3.3. Capacidad por línea de atraque.....	29
2.3.4. Capacidad de almacenamiento.....	30
2.3.5. Puerto del Callao	32
2.3.6. Movimiento de carga.....	33
2.3.7. Cadena logística	37
CAPITULO 3: METODOLOGÍA	41
3.1. Metodología de la Investigación.....	41
3.1.1. Dinámica de Sistemas	41
3.1.2. Ecuaciones Estructurales: Análisis Factorial Confirmatorio.....	46
3.2. Aplicación para la construcción de modelo en DS	49
3.2.1. Componentes: Estado de la Cadena Logística y la Competitividad portuaria.	49
3.2.2. Componente Participación de la comunidad portuaria y desarrollo en conjunto en las actividades portuarias.....	72

3.3.	Aplicación de la metodología en AFC	78
CAPITULO 4: RESULTADOS		100
4.1.	Análisis, interpretación de resultados.....	100
4.1.1.	Estado de la Cadena Logística y la Competitividad de los servicios portuarios..	100
4.1.2.	Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto)	103
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....		106
5.1.	Conclusiones	106
5.2.	Propuestas.....	107
BIBLIOGRAFÍA		109
ANEXOS		113
TABLAS		113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Transporte de carga de Importación (TM), 2002-14.	113
Tabla 2: Transporte de carga de Exportación (TM), 2002 -14.	114
Tabla 3: Tasa de espera (waiting rate) de la Nave, 2002-14.	115
Tabla 4: Tasa de Ocupación de muelle, 2002-14.	116
Tabla 5: Capacidad de infraestructura portuaria, 2002-14	117
Tabla 6: Calidad de la infraestructura portuaria, 2002-14.	118
Tabla 7: Tiempo neto de operación de las grúas, 2002-14.	119
Tabla 8: Tiempo bruto de operación de las grúas, 2002-14.	120
Tabla 9: Productividad de grúas, 2002-14.	121
Tabla 10: Rendimiento neto de grúa, 2002-14.	122
Tabla 11: Transferencia anual por grúa. 2002-14.	123
Tabla 12: Toneladas por grúa - hora, 2002-14.	124
Tabla 13: Rendimiento de fajas, 2002-14.	125
Tabla 14: Toneladas por trabajador-hora, 2002-14.	126
Tabla 15: Número de trabajadores, 2002-14.	127
Tabla 16: Transferencia de carga por nave, 2002-14.	128
Tabla 17: Tiempo de operación de la nave, 2011-15.	129
Tabla 18: Indicadores de niveles de productividad, 2002-14.	130
Tabla 19: Servicios portuarios básicos, 2007-14.	131
Tabla 20: Almacenes Extra portuarios, 2002-14.	132
Tabla 22: Gestión de documentos FAL, 2002-14.	134
Tabla 23: Arribo y Zarpe de naves.	135
Tabla 24: Tiempo del camión para el retiro de mercancía.	136
Tabla 25: Evolución del Índice de competitividad global.	137
Tabla 26: Evolución del Perú en los 12 pilares de competitividad global.	138
Tabla 27: Evolución de la calidad de infraestructura portuaria.	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Índice de calidad de las infraestructuras portuarias	27
Figura 2: Capacidad por línea de atraque de las terminales portuarias	30
Figura 3: Capacidad de almacenamiento de las terminales portuarias	31
Figura 4: Movimiento de carga (2002 – 2014)	33
Figura 5: Logística portuaria y transporte multimodal.	34
Figura 6: Diagrama de la cadena logística.....	38
Figura 7: Diagrama de Circulo Causal para Carga Movilizada y Crecimiento Marítimo	43
Figura 8: Diagrama de Flujos y Stocks (Forrester) para el comercio marítimo.....	44
Figura 9: Esquema de la Metodología para la Construcción de modelos en Dinámica de Sistemas.	46
Figura 10: Modelo AFC con factores	47
Figura 11: Diagrama de flujo con los pasos a seguir en un AFC	48
Figura 12: Cadena logística portuaria.....	50
Figura 13: Capacidad de infraestructura.....	55
Figura 14: Operaciones portuarias	59
Figura 15: Tiempos de las naves.....	62
Figura 16: Estado de la Cadena Logística y Competitividad Portuaria.....	70
Figura 17: Modelo en Diagrama de Forrester	71
Figura 18: Participación de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).....	76
Figura 19: Diagrama de Forrester: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	77
Figura 20: Modelo relacional: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.....	79
Figura 21: Carga de datos: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.	81
Figura 22: Distribución de frecuencia: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.....	82
Figura 23: Estadísticas Descriptivas: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.	83
Figura 25: Pruebas de homocedasticidad: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.....	86
Figura 26: Matriz de covarianza: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria...	86
Figura 27: Estimación de parámetros: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.....	88
Figura 28: Bondad de ajuste: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.	89
Figura 29: Modelo relacional: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	91

Figura 30: Carga de datos: Participación de la Comunidad Portuaria y actividad portuaria - Desarrollo Conjunto.....	92
Figura 31: Distribución de frecuencia: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	93
Figura 32: Estadísticas Descriptivas: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto.	93
Figura 33: Pruebas de Normalidad: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto...	94
Figura 34: Pruebas de homocedasticidad: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto.....	96
Figura 35: Matriz de covarianza: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	96
Figura 36: Estimación de parámetros: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	98
Figura 37: Bondad de ajuste: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	99
Figura 38: Modelo de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.....	100
Figura 39: Resumen de ecuaciones: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria	102
Figura 40: Modelo: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto	103
Figura 41: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto.....	104

RESUMEN

Desde tiempos remotos, los puertos, por un lado, han tenido un rol insustituible como lugares de desplazamiento (material) y de contacto (cultural), debido, entre otras razones, a que no existía el medio de transporte aéreo, que incluso hoy en día es viable solo para mercancías de alto valor y poco volumen; de otro lado, las ciudades y su área de influencia como elementos claves en la interacción e integración para el desarrollo articulado entre el puerto y la ciudad.

Más del ochenta por ciento del comercio internacional –exportaciones e importaciones- en el mundo se moviliza por vía marítima, ello explica por sí mismo la trascendencia e importancia que tienen los puertos como nodos de interfaz entre el medio terrestre y marítimo principalmente para las transferencias de mercancías y personas, así como la necesidad de contar con infraestructuras y vías de comunicación adecuadas que permitan articular un transporte multimodal eficiente como soporte a las cadenas productivas y de distribución.

La presente investigación se enfoca en la articulación entre la cadena logística del puerto del Callao como eslabón clave del comercio exterior peruano en la economía nacional y el área de influencia de la ciudad para el desarrollo económico y social integrados.

En esa línea y dado el crecimiento que ha experimentado la provincia constitucional del Callao y en particular su zona portuaria, el problema a tratar se ha referido a la deficiencia en la interconectividad entre el área de influencia de la ciudad y el puerto del Callao, lo cual se ha agudizado aún más en los últimos años, generando altos niveles de congestión por la falta o escasas vías de acceso al puerto, así como el deficiente ordenamiento espacial existente producto de un inadecuado planeamiento territorial.

Para abordar la problemática identificada y diseñar el modelo de análisis, la investigación ha utilizado la Dinámica de Sistemas para generar los diagramas causales, los cuales permitirán identificar los factores relevantes (constructos); y, las Ecuaciones Estructurales para la demostración de la hipótesis a través del análisis factorial confirmatorio.

El modelo elaborado sobre la base de los métodos indicados, ha permitido comprobar que hay una relación entre la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios con la conectividad entre el área de influencia de la ciudad y el puerto; asimismo, la influencia de los actores que conforman la comunidad portuaria con el necesario desarrollo del puerto y la ciudad.

El lograr la deseada conectividad y el brindar servicios eficientes, de calidad, oportunos y seguros coadyuvará al incremento de la competitividad portuaria fortaleciendo a su vez el comercio exterior y por ende la economía nacional.

ABSTRACT

Since ancient times, the ports have had an irreplaceable role as places of material displacement and cultural contact. First, because there were no means for air transportation, which even today day is feasible only for high value and low volume commodities, and second, because the cities area of influence served as key element in the interaction and integration of an articulated development plan between the port and the city.

Over eighty percent of international trading of imports and exports is mobilized by seaway, which explains the importance and significance of ports as interface nodes between the terrestrial and marine environments, primarily for transferring people and commodities, as well as the need for adequate infrastructure and means of communication to articulate en efficient multimodal transportation, along with supporting the production and distribution chains.

This research focuses on the link between the logistics chain of the Callao Peruvian port as a key foreign trading element in the national economy, and the influence over the city for the integrated development in the social and economical aspects.

Given the experienced growth by the constitutional province of Callao, and in particular its port, the problem at hand has referred to the deficiency on the interconnectivity of the city's area of influence and port of Callao. This has been further exacerbated in the last years, generating high levels of congestion by the scarcity of accessible roads to the port, as well as poor existing spatial arrangement caused by inadequate territorial planning.

To address the identified problems and design the model analysis, research has been used to generate systems' dynamics to create causal diagrams that will identify the relevant factors, and structural equations to demonstrate the hypothesis through confirmatory factor analysis.

The designed model on the basis of the methods has shown that there is a relationship between the supply chain and competitiveness of port services, and the connectivity between the city's area of influence and the port, likewise, the influence of the parts that shape in the port community with the necessary port and city development. This, along with providing efficient, timely and safe services, will contribute to increasing port competitiveness, strengthening foreign trade, and thus, the national economy.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su siempre e incondicional apoyo;

A mis profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña y de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, quienes con su calidad profesional y esfuerzo contribuyeron en mi capacitación;

A las personas y colaboradores que con especial dedicación y profesionalismo me apoyaron en la consecución de este objetivo;

A mi director de Tesis, quien con su experiencia y dedicación contribuyó a la consistencia de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Históricamente la mayoría de los puertos –puntos de entrada y salida del comercio interno y externo- se encuentran, desde su propia fundación, en estrecha comunión con las ciudades, de aquí que resulte bastante común hablar de las relaciones entre la urbe habitada y la infraestructura marítima que también forma parte de una ciudad.

Tal situación ha llevado a evaluar y establecer la conectividad de los puertos con los principales polos económicos como elementos claves para la competitividad portuaria y el desarrollo del comercio exterior y por ende para el crecimiento económico del país.

Si bien los puertos y las ciudades tienen instituciones y entidades propias, así como una gestión particular acorde a sus realidades, muchas veces los objetivos que se plantean y los esfuerzos realizados no están en línea para lograr un desarrollo conjunto y armónico de ambas urbes, consecuentemente para alcanzar el bienestar común y mejorar las condiciones de vida de la población.

La evolución del marco económico mundial marcado por la globalización y el incremento cada vez mayor de las transacciones e intercambio comercial entre los países, ha destacado la importancia y trascendencia de la función logística en los procesos y relación con las empresas productoras de bienes y servicios, siendo clave en dicha función el sector transporte, más aun teniendo en cuenta que más del 80% del transporte internacional se realiza por vía marítima.

Durante las últimas décadas, el transporte marítimo ha experimentado un crecimiento medio anual del 3.1%, en esa proyección en el 2020 el tráfico marítimo estimado será de 11,500 millones de toneladas y de 16,010 millones de toneladas en el 2031, según La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo (UNCTAD), Informe El Transporte Marítimo, 2014.

Estas proyecciones muestran que la planificación y el desarrollo de los puertos serán factores claves y determinantes para atender una demanda en continuo crecimiento y necesidades de mercado a través de una oferta de infraestructura y servicios adecuada; entiéndase, atender la demanda de flujos de carga de manera eficiente, oportuna, segura y de calidad para contar con puertos competitivos que generen sinergias en la cadena logística en beneficio del comercio exterior.

Siendo el portuario un sector en esencia dinámico, se presentan cambios constantes que afectan a toda la organización y comunidad portuaria, prueba de ello son los cambios que se producen en el tráfico marítimo y manipulación de mercancías, tales como: concentración de operadores, crecimiento del tráfico de contenedores, comercio electrónico, equipos portuarios altamente especializados y productivos, entre otros; siendo de suma importancia que los puertos actúen de manera eficiente con el objetivo de reducir los costos logísticos.

El sector portuario cumple un importante rol en la competitividad del comercio exterior, aproximadamente el 90% del comercio internacional peruano se realiza por vía marítima, lo que pone en evidencia la importancia de dicho sector como pieza fundamental en el crecimiento del país, de acuerdo a lo informado por Comercio Exterior y Negocios Internacionales de la Cámara de Comercio de Lima.

Los puertos se consideran piezas claves en la competitividad de un país, ya que si los costos de las exportaciones e importaciones se encarecen, se tendría un impacto directo en el crecimiento económico. En consecuencia, “ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente” (Deshmukh, Dividends initiation and asymmetric information: A hazzard model The Financial Review 38, 2003).

En la presente investigación se desarrollará un modelo para demostrar interrelaciones entre el puerto y la ciudad en el ámbito de la cadena logística y plasmar medidas de solución a los problemas que se presentan en esta compleja interrelación.

En esa línea, primero emplearemos la Dinámica de Sistemas como instrumento para identificar los factores más importantes a analizar y posteriormente un modelamiento de Ecuaciones Estructurales para probar la existencia de las relaciones sostenidas.

La presente tesis se compone de cinco capítulos:

Capítulo 1: Recoge las motivaciones personales para realizar esta investigación, el planteamiento de la problemática y objetivo de la misma.

Este apartado explica la estructura y el marco de referencia de la investigación con una exposición del sector de la Cadena Logística Portuaria.

Capítulo 2: Es una presentación del actual estado del arte relativo a los conceptos de puertos y sobre la cadena logística portuaria.

Realiza una revisión de la literatura existente con las principales aportaciones teóricas sobre la Logística Portuaria, tanto conceptual como descriptiva; así mismo, se explica la base teórica que sostiene la investigación.

Capítulo 3: Se describe la metodología a utilizar y se presenta a la Dinámica de Sistemas como herramienta de análisis para abordar el presente estudio, bajo diagramas causales o de flujo, así como el modelamiento a través de ecuaciones estructurales para la demostración de las hipótesis.

Capítulo 4: Se presentan los resultados del modelo y la interpretación de resultados de las mismas, así como las conclusiones principales de esta investigación a partir del contraste y verificación de las hipótesis planteadas a la luz de los datos obtenidos.

Capítulo 5: En este capítulo se presentan las conclusiones y propuestas que se plantean a fin de contribuir a una mejora de la situación problemática.

CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedente Histórico

”Los puertos son y han sido, por definición, lugares por excelencia del desplazamiento (material) y del contacto (cultural), cuando no existía el transporte aéreo y las telecomunicaciones, el transporte marítimo y los puertos tuvieron un papel insustituible en la circulación de las ideas. (Luis J. Domínguez Roca, Contenedores y Turistas: Reflexiones sobre la relación entre Ciudad y Puerto a inicios del Siglo XXI, 2006).

Los contactos entre las personas dependían del desplazamiento material de las propias personas o de los soportes de información (libros, cartas, documentos, obras de arte, etc.). En la medida en que una parte importante de los contactos requería esos desplazamientos y a su vez también, en la medida que estos se realizaban por vía acuática, el puerto resultaba un componente técnico indispensable para el contacto entre culturas.

El primer contacto de un viajero en un nuevo país se daba en el puerto. Para los migrantes era un lugar cargado de emotividad, el lugar de los encuentros y las separaciones. En muchos casos los inmigrantes se concentraron en barrios próximos al puerto y como ocurre hoy en día, esos barrios de “diversos países” casi tienen identidad propia dentro de la urbe y evolucionan en el marco de sus propios patrones sociales y culturales.

De manera general y complementaria, podemos identificar cuatro etapas en la evolución histórica de la relación ciudad-puerto. (Grindlay, A. (2002).” Puerto y Ciudad en Andalucía Oriental.”, Universidad de Granada.):

Etapa de unidad:

Abarcar el origen de la ciudad y el puerto hasta mediados del Siglo XIX. El puerto aparece unido a la ciudad y los desarrollos urbanos participan de los desarrollos portuarios y viceversa.

Etapa de crecimiento y distanciamiento:

Se produce como consecuencia de la Revolución Industrial. Los medios de transporte marítimo y terrestre requieren múltiples y crecientes implantaciones y surgen las primeras divergencias entre ciudades y puertos.

Etapa de aislamiento y separación:

Supone la segregación funcional ciudad-puerto que se materializa entre rejas y vallas. Se produce también una separación de gestión que crea dos espacios física y funcionalmente diferentes y a mitad del Siglo XX donde se establecen grandes centros portuarios asociados a refinerías y grandes centros industriales.

Etapa de acercamiento e integración:

En esta etapa en que por verdadera necesidad están inmersos los puertos, se requiere de una auténtica renovación de los mismos. Los espacios abandonados o infrautilizados tienden a convertirse en oportunidades urbanas como portuarias.

Después de la segunda guerra mundial, el comercio internacional experimentó un crecimiento significativo y ya por la década de 1950 los puertos estaban congestionados con barcos y carga, dado que entonces los estudios que se realizaban para determinar las necesidades de infraestructura y servicios para atender la carga, no necesariamente respondían propiamente a un estudio del mercado y principalmente de la demanda que había que satisfacer.

La rápida evolución y continuo progreso de la ingeniería naval y arquitectura permitieron diseñar y construir barcos de mayor porte con sistemas de manipulación de carga más eficientes complicando aún más la congestión existente.

Esta situación dio lugar a la unitarización de la carga a través del uso de paletas, sistemas de preeslingado y contenedores marítimos. Posteriormente en 1956, cuando tuvo lugar el primer viaje de un barco con contenedores, pocos se imaginaban el impacto que dichas unidades iban a generar, más allá de la navegación de línea y la actividad portuaria, en los patrones de manufactura y consumo (Carne Bellet & Joan Ganau, Ciudad y Universidad, Ciudades Universitarias y Campus Urbanos, 2000).

1.1.2. Antecedentes del Sistema Portuario

El actual marco jurídico en materia portuaria se rige principalmente por la Ley del Sistema Portuario Nacional, Ley N° 27943 promulgada el año 2003, Decreto Supremo N° 003-2004 MTC en el año 2004 y el Plan Nacional de Desarrollo Portuario, PNDP, entre otras normas aplicables.

Estos documentos se constituyen como principales instrumentos jurídicos y técnicos para el desarrollo y gestión del sistema portuario nacional, toda vez que derivados de las políticas públicas relacionadas a la planificación territorial e integración de los puertos al sistema de transporte vial nacional y a la cadena logística internacional, van a coadyuvar a la promoción de las inversiones portuarias, fomentar la competitividad de los servicios portuarios, así como la promoción del comercio nacional e internacional.

Estas razones, consistentes en sí mismas, pueden ser más que suficientes para denotar la importancia y relevancia de que dichas políticas armonicen con las iniciativas privadas, así como con los agentes y operadores y distintos usuarios de los servicios portuarios y la comunidad portuaria en general.

Hoy en día la evolución y transformación de la gestión portuaria, exige una redefinición del rol estratégico del Estado en el sector económico y financiero ya que los mercados demandarán mayor rentabilidad y concebirán un tratamiento del riesgo más conservador, ejerciendo a su vez mayor presión para incrementar la productividad, las regulaciones ambientales, entre otras consideraciones.

El cambio del rol que desempeña el Estado en el sector portuario, está determinado por la mejora de la eficiencia, la necesidad de inversiones con el rendimiento financiero éstas, la diversificación de los servicios, la selección y escala de los grandes buques en un número determinado y reducido de puertos, y la obligación razonable de anticiparse a la demanda.

Debemos entender el rol del Estado como un promotor de riqueza y del desarrollo de capacidades productivas y competitivas del país, con el fin de alcanzar cierta autonomía alimentaria, generar empleo bien remunerado para su creciente población y asumir una posición exportadora importante dentro del mundo globalizado.

El Fondo Monetario Internacional ha reconocido a la economía peruana como una de las más fuertes de la región de América Latina y el Caribe, la cual en el último año creció 2.7%. En los últimos años el Perú ha mostrado un crecimiento económico sostenido, según el promedio anual del PBI, esta tasa se ha incrementado en 5.1% correspondiente al 2015 (World Economic Outlook (WEO). Con respecto al nivel de competitividad, nuestro país ha mejorado pasando de la ubicación 69 a la 65 de 148 países del 2014 al 2015 (The Global Competitiveness Report 2014 – 2015.)

Respecto al índice de calidad global de la infraestructura, los informes de competitividad global del World Economic Forum muestran un avance en el Perú pasando de la ubicación 75 a la 61; y con respecto a la

calidad de la infraestructura portuaria se observa una ligera mejora de su posición, pasando del puesto 89 al 88 de 148 países.

En Sudamérica países como Paraguay, Colombia, Ecuador, Argentina, Uruguay y Chile se encuentran mejor ubicados, siendo este último el que se encuentra en una mejor posición (puesto 24) en el ranking de calidad de infraestructura portuaria, según The Global Competitiveness Report 2015 – 2016.

Sin embargo y si bien por un lado hemos tenido cierta mejora en los mencionados índices, aún nos encontramos por debajo del promedio regional y en comparación con otros modos de infraestructura de transportes con las que el Perú cuenta, como carreteras, vías férreas y aeropuertos, la infraestructura portuaria se encuentra relativamente ubicada en un bajo nivel.

Quizá en este punto es pertinente notar que actualmente el Perú es uno de los países en Sudamérica que ofrece mejores condiciones de estabilidad económica y jurídica para atraer y captar inversión privada y sigue a la vanguardia liderando el crecimiento económico en América Latina.

Según el Informe de “Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un enfoque no Paramétrico”, Víctor Alejandro Chang Rojas señala: “En el mundo, el sector portuario ha sufrido grandes cambios en las últimas décadas, los avances tecnológicos experimentados por la industria marítima han permitido reducir los fletes y han supuesto significativas ganancias de productividad en el transporte marítimo, los mismos que los operadores no desean perder al llegar a un puerto.

Estos procesos de globalización y liberalización de las economías han revitalizado el comercio internacional de los países, ocasionando que muchos de éstos realicen significativas inversiones en infraestructura de transporte que les permita ser más competitivos a nivel internacional.”

En este marco, la función de los puertos como lugares de intercambio modal adquiere gran relevancia, siendo indispensable un funcionamiento eficiente de los mismos para garantizar que la cadena logística actúe correctamente y de forma integrada con otros componentes de la cadena global de transporte, reduciendo el costo de manipulación de las mercancías.

En general, el realizar una mayor inversión en infraestructura de transporte como carreteras, vías férreas, puertos y aeropuertos permitirá obtener un sistema de transporte más eficiente, permitiendo de esta manera reducir la brecha de infraestructura y los excesivos costos y sobrecostos logísticos que se generan por esta situación y que afectan directamente al comercio exterior.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Situación problemática

El actual proceso de expansión en un marco de creciente globalización de los mercados de bienes y servicios, de la movilidad de los trabajadores y de los flujos de información, más allá de las fronteras nacionales, ha acelerado los intercambios comerciales multiplicando los flujos de transporte y dentro de éste la multimodalidad que exige nodos de interfaz entre los diversos medios –terrestre, acuático y aéreo– en que se desarrollan para las transferencias de mercancías.

Sin embargo, éste crecimiento acelerado del sector transporte en fusión con el desarrollo de la economía mundial, también ha generado efectos negativos en el entorno, tales como: congestión, contaminación (aire, agua, acústica, entre otras) y accidentes, así como una gran dependencia de los combustibles en general.

En una economía globalizada, muchas empresas en el mundo buscan obtener insumos al más bajo costo, lo que ha generado una competencia a nivel de cada insumo y de producto final haciendo necesaria la integración de los puertos en los procesos de manufactura y distribución.

En esa línea, la infraestructura portuaria debe asegurar no solo el acceso expedito de los medios de transporte marítimo y terrestre, sino también facilitar la recepción, despacho y manipulación de la carga a un costo razonable, ya que de otra forma, se generarían altos sobrecostos por ineficiencias en la cadena logística que redundaría en los consumidores finales.

En este contexto, los servicios logísticos se han constituido –más allá de ser un componente innovador– como una necesidad en la que los demandantes de dichos servicios exigen que éstos sean eficientes y competitivos, dando origen a lo que hoy en día se conoce como las Zonas de Actividades Logísticas (ZAL).

La Guía para el Desarrollo de Zonas de Actividades Logísticas portuarias (Puertos del Estado, Madrid, 2002) califica a las Zonas de Actividades Logísticas portuarias como instrumentos claves para el desarrollo integral de un puerto y las define como zonas industriales o de actividades económicas relativamente segregada del resto de áreas portuarias, generalmente dedicada a la logística de la mercancía marítima.

Estas ZAL aparecen en los puertos europeos a mediados de los años setenta, fundamentalmente en los puertos alemanes y de los Países Bajos con zonas francas y parques de distribución asociados, emergiendo como una respuesta de los puertos a un rediseño de las redes de distribución europeas que tienden a concentrarse en un número limitado de centros y rutas comerciales. Instituidos los puertos como puntos intermodales y de concentración de tráfico, se localizan rápidamente para desarrollar actividades de valor añadido.

El desarrollo de una oferta de servicios logísticos avanzados para la comunidad portuaria a través de las Zonas de Actividades Logísticas, propicia una progresiva fidelización de sus clientes a corto plazo e induce una nueva demanda a mediano y largo plazo (Enelis H.Palma Carrasquilla, Transporte Intermodal de Mercancías. Análisis y Modelos, 2009).

Esta situación adquiere mayor relevancia en un mercado competitivo de servicios portuarios, entre otras, por las siguientes razones:

- (i) El servicio es cada vez menos diferenciado y actúa cada vez menos como factor de exclusividad de un nodo logístico;
- (ii) Los sistemas de transporte terrestre (ferrocarril y carretera) están acabando con las áreas de influencia cautivas en las que el puerto domina los tráficos de origen y destino, y;
- (iii) Los “hinterland” estratégicos de puertos muy distantes se entrecruzan, apoyados en ambiciosas estrategias terrestres de los operadores logísticos.

Entiéndase como hinterland, la región interna situada tras un puerto, donde se recogen las exportaciones y a través de la cual se distribuyen las importaciones; y foreland, lo que corresponde al área geográfica comercial externa en que un puerto distribuye sus exportaciones y atrae las importaciones.

La cadena logística portuaria en el marco de sus funciones de planificación, organización, gestión, supervisión y realización de las actividades de transporte y flujo de mercancías dentro del proceso de suministro del puerto, busca conseguir la eficiencia total de las distintas etapas que componen el ciclo, optimizando el proceso de planificación y programación de la fabricación así como un adecuado almacenaje y distribución.

Las deficiencias en los procesos logísticos en general -portuario, aéreo y terrestre- generan sobrecostos para las empresas y los agentes, ocasionando a su vez alzas de precios, escases de bienes y servicios, incluso la creación de grupos que acaparan sectores para el manejo de precios, así como aumento de la informalidad y contrabando.

La complejidad de las relaciones urbano-portuarias deriva de una posible urbanización de los muelles subutilizados, lo que genera la necesidad de modernizar el conjunto del sistema portuario para favorecer al

tráfico intermodal, incorporando o adquiriendo grandes superficies de terreno para ajustarse tanto a las actividades logísticas como a los enlaces con los transportes terrestres; y de otro lado, concertar un esfuerzo conjunto puerto-ciudad para la mejora del medio ambiente entre ambos.

La presente propuesta investigativa enfoca el cómo compatibilizar el desarrollo armónico entre el recinto urbano constituido por las poblaciones y comunidades aledañas al puerto del Callao con el funcionamiento de la cadena logística portuaria, considerando su área de influencia, desarrollo y la evolución del transporte marítimo y navegación, a efectos de potenciar medidas y canales propicios para el desarrollo social conjunto.

1.2.2. Definición del Problema:

La deficiencia en la interconectividad entre el área de influencia de la ciudad y el puerto del Callao se manifiesta a lo largo del tiempo y con más frecuencia en los últimos años a través de una serie de problemas, dentro de los cuales se tomará en cuenta principalmente los siguientes:

1. La alta congestión vehicular de las vías de acceso en el Callao ocasionada principalmente por el transporte pesado, genera excesivos tiempos de demora en el ciclo de la cadena de exportación, lo que a su vez contribuye a elevar los sobrecostos portuarios.
2. La existencia de un inadecuado ordenamiento espacial para la explotación logística del puerto genera una oferta de servicios integrados muy limitada y no acorde a las exigencias de calidad, eficiencia y oportunidad.

Respecto a este punto y según TodoLogística news, comenta que: “Muchos expertos consideran que la idea que permitiría reducir la congestión vehicular alrededor del terminal que ha ocasionado -entre otros efectos- un alza en el costo de transporte de US\$22 a US\$80 por contenedor (según cálculos de la Asociación Peruana de Operadores Portuarios, ASPPOR) difícilmente podría haber funcionado debido al mal diseño de la infraestructura alrededor del puerto.”

Como dato adicional, la brecha de infraestructura para el sector portuario suma S/.6.287 millones para el período 2016-2025, según el último cálculo de la Universidad del Pacífico por encargo de AFIN (Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Contar con un instrumento de análisis que contribuya a la gestión de planificación y desarrollo del sistema portuario en el Perú con una visión sistémica mediante un modelamiento integrado basado en la relación entre el área de influencia de la ciudad y el puerto.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar y optimizar los procesos de la cadena logística portuaria que interactúan en el área de influencia de la ciudad y el puerto.
- Demostrar la importancia de los actores de la comunidad portuaria respecto al desarrollo conjunto entre el puerto y el área de influencia de la ciudad.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1. Justificación Teórica

La presente investigación, pretende mostrar la utilidad de las técnicas de la aplicación de la metodología de la dinámica de sistemas y ecuaciones estructurales, a través del estudio de la interconectividad entre el puerto del Callao y el área de influencia de la ciudad. Cabe precisar que la relación puerto-ciudad, propiamente no ha sido abordada por un método en particular, razón por la cual su tratamiento mediante la presente investigación tiene un carácter novedoso en la aplicación de éstas herramientas.

1.4.2. Justificación Práctica

La investigación planteada es conveniente porque nos permitirá proponer soluciones y medidas de acción con una visión holística y sistémica sin caer en redundancia analítica.

1.5. Preguntas de Investigación

Teniendo como referencia el problema general de investigación se plantean las siguientes interrogantes, que de ser resueltas adecuadamente contribuirán a la respuesta del mismo.

PI1: ¿Cuál es la asociación entre el estado de la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios en la conectividad del puerto y su área de influencia?

PI2: ¿Existe alguna influencia de la participación de los actores de la comunidad portuaria respecto al desarrollo conjunto entre la ciudad y el puerto?

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

A través del presente trabajo se plantea el uso de la dinámica de sistemas y ecuaciones estructurales con el fin de establecer las relaciones generadas entre la cadena logística del puerto del Callao y el comercio exterior.

Estas metodologías son las más adecuadas para elaborar un modelo que permita analizar y describir un comportamiento holístico de la conectividad lo más próximo a la realidad, que coadyuve a la toma de decisiones en el sistema portuario nacional.

1.6.2. Hipótesis Específicas

Por lo tanto, las hipótesis que se desprenden del marco de investigación son:

H1.1: Existe relación entre el estado de la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios en la conectividad entre el área de influencia de la ciudad y el puerto.

H1.2: Existe una importante influencia entre la participación de los actores de la comunidad portuaria y el desarrollo conjunto entre el puerto y la ciudad.

1.7. Limitaciones

Para el proceso de elaboración y evaluación del modelo, se ha previsto contar principalmente con el apoyo de la Autoridad Portuaria Nacional -ente rector del sistema portuario nacional en el Perú- institución de la cual obtendremos información de carácter primaria y secundaria para nuestros fines, así como de otros organismos públicos y privados vinculados directa o indirectamente con la comunidad portuaria y en general a los procesos y actividades del comercio exterior.

Es importante resaltar que el presente trabajo de investigación delimita su alcance a determinar la relación entre la cadena logística portuaria y el entorno del puerto del Callao; asimismo, cómo es la influencia de los actuales procesos logísticos en las actividades económicas del entorno del puerto.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

Según el Diccionario de la Real Academia Española se define puerto como “el lugar natural o construido en la costa o en las orillas de un río, defendido de los vientos y dispuesto para detenerse las embarcaciones y para realizar las operaciones de carga y descarga de mercancías, embarque y desembarco de pasajeros, etc.”.

Asimismo, la Unión Europea define un puerto como “una zona de tierra y agua dotada de unas obras y equipo que permitan principalmente la recepción de buques, su carga y descarga, y el almacenamiento, recepción y entrega de mercancías, así como el embarco y desembarco de pasajeros”.

Esta zona de tierra y agua incluye la infraestructura necesaria (obras de abrigo, muelles,...) así como la superestructura (construcciones fijas ubicadas sobre la infraestructura tales como almacenes, silos, tinglados,...) y el equipamiento fijo y móvil necesario para la operativa (tuberías de transporte, grúas, tolvas...). Para acceder al puerto es necesaria la presencia de unas infraestructuras marítimas de acceso (canales de entrada, ayudas a la navegación) así como unas infraestructuras terrestres (carreteras, vías férreas,...) (Carles Rúa Costa, Puertos en el transporte marítimo, 2006).

Las infraestructuras de los puertos, más allá de ser un eslabón en la cadena del transporte marítimo, tienen la condición de nodos de transferencia modal y de plataformas logísticas, llevando a cabo una serie de actividades de alto valor añadido que exceden las de carga, descarga y almacenamiento.

La definición que da la UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) muestra claramente este carácter multifuncional: “Los puertos son interfaces entre los distintos modos de transporte y son típicamente centros de transporte combinado. En suma, son áreas multifuncionales, comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas.

En efecto, los puertos son sistemas multifuncionales, los cuales, para funcionar adecuadamente, deben ser integrados en la cadena logística global. Un puerto eficiente requiere no sólo infraestructura, superestructura y equipamiento adecuado, sino también buenas comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada (Carles Rúa Costa, “Los puertos en el Transporte Marítimo”,2006).

Esto en un escenario de globalización, término utilizado para designar el amplio proceso de transformación comercial, institucional y tecnológica que viene ocurriendo en la economía internacional, se exige el estudio de la productividad y eficiencia de los puertos regionales del Perú con el fin de contar con un sistema portuario capaz de adaptarse y reaccionar a nuevas realidades y desafíos, previendo sistemas que aseguren y cumplan finalmente con los requerimientos del cliente.

Numerosos puertos y ciudades del mundo experimentan cambios para aprovechar las condiciones inadecuadas en que se encuentran sus instalaciones portuarias (producto del uso o de una mala planeación estratégica). Tales cambios constituyen conocimiento para el desarrollo de nuevos proyectos que generen puntos de contacto entre el tejido urbano y el puerto, favoreciendo tanto al puerto como a la ciudad, toda vez que las dos partes finalmente son el todo.

2.2. Base Teórica

Para la realización del modelo de análisis en la presente investigación se utilizó los diagramas causales generados con la metodología de Dinámica de Sistemas para identificar nuestros factores relevantes (constructos); y el modelamiento en Ecuaciones Estructurales para la demostración de hipótesis a través del análisis factorial confirmatorio.

El objetivo de la Dinámica de Sistemas es llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema. Esto implica aumentar el conocimiento de la realidad sobre el papel de cada elemento del sistema, y ver como diferentes acciones, efectuadas sobre partes del sistema, acentúan o atenúan las tendencias de comportamiento implícitas en el mismo (Luis Alejandro Fléster Bocanegra, “Revista Educación en Ingeniería”, Modelo del Mercado de Acceso banda ancha al servicio de Internet Residencial en Colombia: Una aproximación desde la Dinámica de Sistemas, 2009).

Se empleó la Metodología de Dinámica de Sistemas porque permite la construcción de modelos tras un análisis cuidadoso de los elementos del sistema. Este análisis permite extraer la lógica interna para la determinación de los constructos y definición del modelo, con ello intentar un conocimiento de la evolución a largo plazo del sistema.

Para la aplicación de ésta metodología se consideró lo siguiente:

- Identificar el problema
- Desarrollar diagramas causales que explican el problema
- Elaboración de constructos para el sistema que permita analizar la relación entre ellos
- Plantear diferentes alternativas de solución al problema e implementar propuestas de mejoras.

De otro lado, para modelamiento de datos y pruebas de hipótesis se empleó el análisis factorial confirmatorio, técnicas multivariantes de ecuaciones estructurales que analiza la relación entre variables independientes (variables observadas) y variables dependientes (variables latentes), mediante un sistema de ecuaciones, también conocida como análisis estructural de covarianza, o simplemente, modelos causales.

Esta técnica multivalente se aplica en los siguientes casos:

- a) Si un conjunto de variables observadas en la realidad proveen significado a un constructo diseñado con base en la teoría (confirmación de una estructura de factores).
- b) Si un conjunto de constructos se ajustan a un modelo teórico (confirmación de una serie de modelos de regresión ejecutados sincrónicamente).

En la presente investigación se usará el modelo de ecuaciones estructurales por la relación entre variables y su grado de variación (covarianza), tales mediciones permitirán observar lo siguiente:

- a) Si el modelo observado se ajusta con el modelo propuesto
- b) La fuerza y dirección de las variables resultante

La modelización según ecuaciones estructurales sigue una metodología que pasa por diferentes etapas: especificación, identificación, estimación de parámetros, evaluación del ajuste, re especificación del modelo e interpretación de resultados (Juan Enrique Huerta Wong, “Introducción a los Modelos de Ecuaciones Estructurales con AMOS: Aplicaciones con la EMOVI”, 2014).

Para la estimación y contrastación de estos modelos, se han desarrollado diferentes aplicaciones o programas, de los que destacan LISREL y R Software libre, siendo el primero el utilizado en la elaboración del modelo por la accesibilidad del manejo software.

2.3. El Entorno Portuario en la Cadena de Logística.

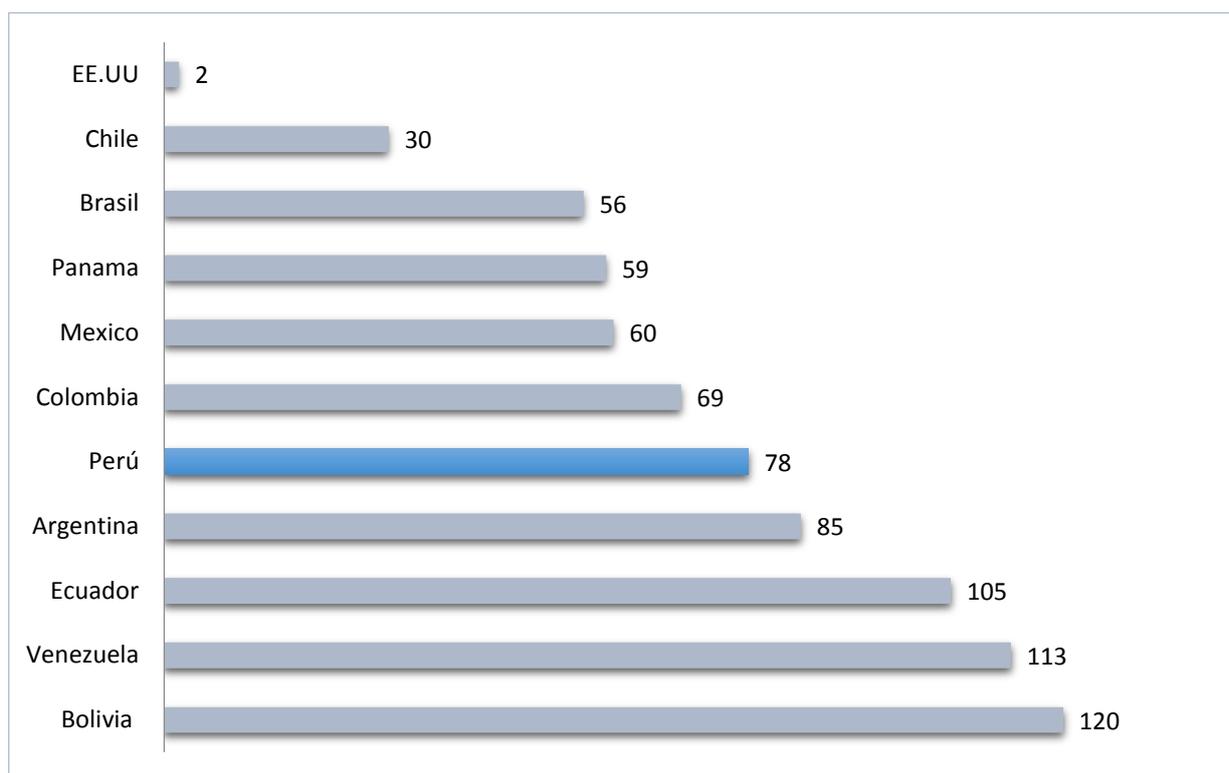
2.3.1. Sistema portuario Nacional

El Sistema Portuario Nacional (SPN), entendido como tal es el conjunto de puertos tanto de titularidad pública como privada, de uso público o privado y las personas tanto naturales como jurídicas asociadas directamente al uso de estos puertos (Ley del Sistema Portuario Nacional N° 27943).

El territorio de la República del Perú ocupa una extensión de 1, 285,220 km² de superficie, con amplios ríos navegables y con una longitud aproximada de 2,800 Kilómetros de litoral costero, medidos en línea recta desde la frontera con la República de Ecuador hasta la frontera con Chile.

Las infraestructuras portuarias en el Perú, en cuanto a calidad, Figura N° 1, el Perú se encuentra en el puesto 78 (año 2014) con una puntuación de 2.7 sobre 7 (1= extremadamente subdesarrolladas; 7= bien desarrolladas y eficientes según estándares internacionales), siendo el líder en el mundo Singapur con 6.8 sobre 7. (Plan Nacional de Desarrollo Portuario, Propuesta de Modificación, 2012).

Figura 1: Índice de calidad de las infraestructuras portuarias



Fuente: World Economic Forum 2014.

2.3.2. Análisis de la capacidad de las instalaciones portuarias

En una concepción sistémica de una terminal portuaria, la capacidad será la menor de las capacidades de cada uno de los subsistemas que la integran: subsistema de carga/descarga de buques (línea de atraque), subsistema de almacenamiento, subsistema de recepción y entrega terrestre (puertas) y subsistema de interconexión interna (transporte horizontal) (Fundación Valencia Port, Manual de Capacidad Portuaria, Aplicación a Terminales de Contenedores, 2012).

Desde la perspectiva del Plan Nacional de Desarrollo Portuario -instrumento de gestión de la Autoridad Portuaria Nacional- se precisa que los subsistemas de infraestructura, subsistemas de carga/descarga de buques, subsistemas de interconexión (recepción y entrega de mercancía) y subsistema de almacenamiento, deben contar con condiciones óptimas para mejorar la accesibilidad intra y extra urbana (conexión al hinterland) en el puerto y la ciudad.

Entre las características de los principales subsistemas se consideran:

Subsistemas de carga/descarga de buques o de línea de atraque, referido al análisis y solución de la interfaz marítima considerando los diversos componentes de infraestructura y equipamiento que ellos conllevan como el muelle, medios de carga y descarga, entre otros, y las relaciones con los agentes involucrados.

Subsistemas de infraestructura, se refiere a la infraestructura y equipamiento portuario como por ejemplo el número de grúas por buque y su rendimiento (productividad). El análisis aquí presentado supone que la terminal cuenta con el número de grúas y/o equipos necesarios para atender el tráfico y que el rendimiento de los mismos son acordes a determinados indicadores de productividad generalmente utilizados en diversos terminales portuarios del mundo.

El subsistema de interconexión, se encarga de asegurar el traslado interior de las mercancías entre los demás subsistemas. En este análisis se supone que el número de equipos de interconexión es el necesario para realizar el trabajo de modo que no retrasan la actividad de la grúa de muelle ni la del equipo de patio, por tanto se considera que no pueden ser limitantes de la capacidad de la terminal o del muelle en cuestión.

Este subsistema va a actuar en función a la tipología de la terminal y del equipo del subsistema de almacenamiento, empleando determinada maquinaria para cada movimiento y para el transporte interno de la mercancía.

En el caso del subsistema de recepción y entrega, debemos distinguir la operación de acceso de camiones externos o del ferrocarril a la terminal de la operación de recepción y entrega. La capacidad de acceso depende del número de puertas, del horario de las mismas y del tiempo que se tarda en la operación de entrada o salida.

Importante mencionar que la terminal dimensiona el número de puertas en función de la afluencia de camiones externos (variable a lo largo del día) y que en ningún caso el acceso o la salida de la terminal

deben limitar la capacidad del subsistema de recepción y entrega, que como se ha indicado deberá estar convenientemente dotado de los correspondientes recursos.

2.3.3. Capacidad por línea de atraque

Los aspectos principales a tener en cuenta, para el cálculo de la capacidad por línea de atraque en una terminal o instalación portuaria, (véase la Figura N° 2) son:

- Las previsiones de volúmenes de mercancías a manipular (demanda)
- El tamaño y la composición de la flota previsible de buques en los atraques, según forma de presentación de la mercancía (contenedor, granel, etc.)
- Distribución estadística de llegadas de los buques
- Distribución estadística de servicio (carga/descarga de mercancía)
- Productividad de los equipos en muelle (Toneladas/hora, contenedores/hora, unidades/hora)
- Tiempo de preparación del buque para la carga o descarga.
- El nivel de calidad de servicio considerado como admisible: tiempo de espera del buque/tiempo total del buque en el atraque
- Tiempo operativo de la terminal al año (horas)
- Longitud del muelle (metros)

La capacidad anual del muelle, es igual al producto del número de amarraderos, por la tasa de ocupación del muelle, por las horas de operación anuales y por la productividad horaria media de los buques durante su estancia en los mismos:

$$C = n \times \varphi \times t_{\text{año}} \times P$$

Dónde:

C: Capacidad anual del muelle o de la terminal (Toneladas, contenedores o TEUs, unidades por año).

n: Número de puestos de atraque o amarraderos.

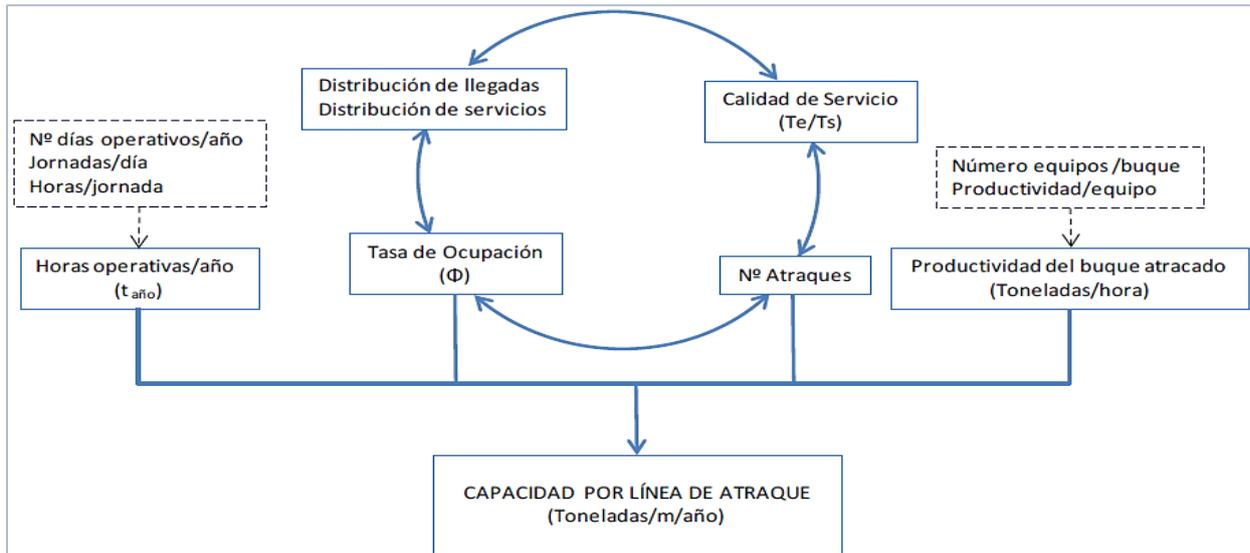
φ : Tasa de ocupación de los amarraderos. Es función del número de puestos de atraque y de la calidad de servicio (relación entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio: T_e/T_s).

$T_{\text{año}}$: Horas operativas de la terminal al año. Es función de los días que opera el puerto y de las condiciones laborales (turnos diarios, número de horas por turno, etc.).

P: Productividad media del buque durante su estancia en la terminal medida en

toneladas/ hora, contenedores/hora, TEUs/hora o unidades/hora. Depende del número y de la productividad de los equipos.

Figura 2: Capacidad por línea de atraque de las terminales portuarias



Fuente: Fundación Valenciaport.

2.3.4. Capacidad de almacenamiento

En este apartado se estudia cómo calcular la capacidad de almacenamiento o por superficie de las terminales portuarias, desde el punto de vista de la planificación (véase la Figura N° 3). En este sentido se pueden plantear dos cuestiones:

- Dado un tráfico, que superficie se requiere para atenderlo
- Dada una superficie, qué tráfico máximo se puede atender

La capacidad por superficie o del subsistema de almacenamiento depende de los siguientes factores:

- Forma de presentación de las mercancías.
- Densidad superficial y productividad del sistema de almacenamiento.
- Altura de apilado.
- Tiempos de estancia de las mercancías en la terminal (rotación).
- Importancia de la estacionalidad y de los picos de tráfico.
- Forma en planta de la terminal.
- Gestión del patio.

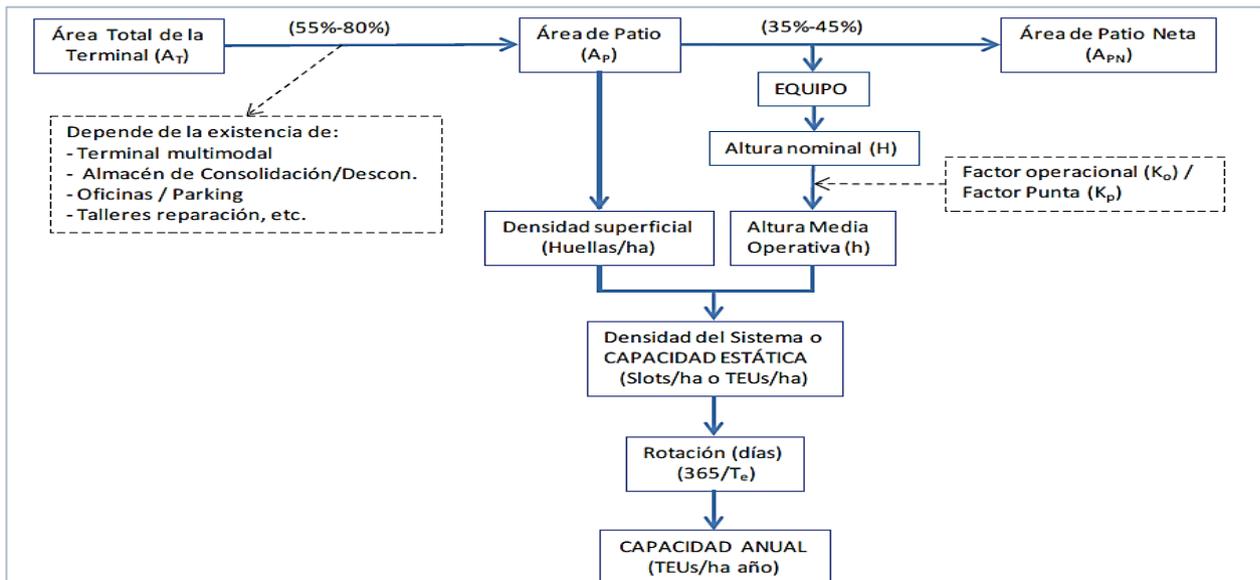
La fórmula genérica de la capacidad por superficie es (ROM 2.1 – González-Herrero, 2006):

$$C_i = \frac{A_i \times h_i \times 365 \times g_0 \times \alpha_0}{T_e \times S_i}$$

Dónde:

- C_i:** Capacidad de almacenamiento anual correspondiente al tipo de tráfico i (Toneladas, contenedores o TEUs, unidades por año).
- A_i:** Área o superficie de almacenaje correspondiente al tipo de tráfico i (en m² o ha).
- h_i:** Factor de apilamiento, definiéndose como el cociente entre la altura media de apilamiento alcanzable y la máxima de proyecto, correspondiente al tipo de tráfico.
- g₀:** Factor de ocupación, o factor punta, que permite considerar la distribución no uniforme de las llegadas/salidas de las mercancías a lo largo del año, así como la frecuencia aceptable de saturación del área. A falta de otros datos, puede adoptarse un valor usual de 0.80.
- α₀:** Coeficiente de almacenamiento neto, definiéndose como porcentaje del área de almacenamiento y servicios auxiliares destinada al depósito efectivo de las mercancías, incluyendo los viales internos, respecto del total.
- T_e:** Tiempo medio de tránsito o estancia de la mercancía en el área de almacenamiento (en días). Este factor es muy variable, dependiendo del tipo de tráfico, de sí se considera el área portuaria como depósito temporal a corto plazo o como reserva estratégica y de las condiciones locales del emplazamiento.
- S_i:** Superficie unitaria bruta requerida (en m² o ha) por el tipo de tráfico i por tonelada, contenedor o unidad, considerando tanto el área neta de apilamiento como sus viales internos.

Figura 3: Capacidad de almacenamiento de las terminales portuarias



Fuente: Fundación Valenciaport
Elaboración propia

2.3.5. Puerto del Callao

Ubicación: Está ubicado en la costa central del Perú, en la Provincia Constitucional del Callao, Región Callao. Es el principal puerto del Perú.

Infraestructura básica: Los principales terminales portuarios de uso público son: el Muelle Sur administrado por DP World, Muelle Norte Multipropósito por APM Terminals Callao y el Terminal de Concentrado de Minerales Transportadora Callao.

Equipamiento portuario

Terminal Norte Multipropósito del Puerto del Callao

- ✓ 04 Grúas pórtico de muelle (Súper Post Panamax) - con un alcance de 68 metros, 23 contenedores de ancho, 44 metros sobre cubierta y 17 metros bajo cubierta, con capacidad de carga de 100 toneladas, además cuentan con twin spreader con el cual, puede descargar dos contenedores de 20 pies a la vez.
- ✓ 02 Grúas pórtico de muelle RTG (Rubber Tyred Gantry) con capacidad de 50 TM.
- ✓ 04 Grúas móviles Post Panamax (Liebherr) (Mobile Harbor Crane), capacidad 144 TM.
- ✓ 18 Reach Stackers (apiladora de contenedores) apilamiento 5 niveles capacidad 45 TM.
- ✓ 14 Grúas Pórtico de Patio RTGs, capacidad de 40 TM de 7 contenedores de ancho y 6 contenedores de alto.
- ✓ 04 Empty Handlers (Apiladora contenedores vacíos) capacidad 10 TM y 6 contenedores de altura.
- ✓ 02 Grúas TEREX capacidad de 50 TM
- ✓ 49 Terminal Trucks (Tractores de Patio) capacidad 40 TM.
- ✓ 14 Montacargas (Small Forklift)
- ✓ 09 Montacargas (Large Forklift.)
- ✓ 13 Clamshells o Cucharas
- ✓ 20 Tolvas
- ✓ 06 Marcos multipropósito
- ✓ 07 Spreaders

Terminal de Contenedores del puerto del Callao – Zona Sur

- ✓ 06 Grúas Pórtico de Muelle (Súper Post Panamax) con un alcance de 65 metros capacidad de 100 toneladas, además cuentan con twin spreader con el cual, puede descargar dos contenedores de 20 pies a la vez.
- ✓ 18 Grúas Pórtico de Patio RTGs. (Rubber Tyred Gantry) capacidad de 35 TM de 7 contenedores de ancho y 6 contenedores de alto.
- ✓ 02 Reach Stackers (apiladora de contenedores) apilamiento 5 niveles capacidad 45 TM.

- ✓ 36 Terminal Trucks (Tractores de Patio).
- ✓ 02 Empty Handlers (apiladora de contenedores vacíos) 10 TM y 6 contenedores de altura.
- ✓ 09 Montacargas (Small Forklift)
- ✓ 06 Montacargas (Large Forklift)
- ✓ Culminada la segunda etapa de la Concesión contarán con 3 grúas Pórtico de Muelle (Súper Post Panamax) y 9 grúas Pórtico de patio.

2.3.6. Movimiento de carga

El movimiento de carga en toneladas métricas movilizadas desde el año 1995 a 2014 en los principales terminales portuarios del Callao se presenta en la Tabla N° 1. Asimismo se muestra el crecimiento de carga movilizada de exportación e importación en los últimos años (Véase la Figura 4)

A partir del año 2010 se concesiona parte del puerto en dos zonas:

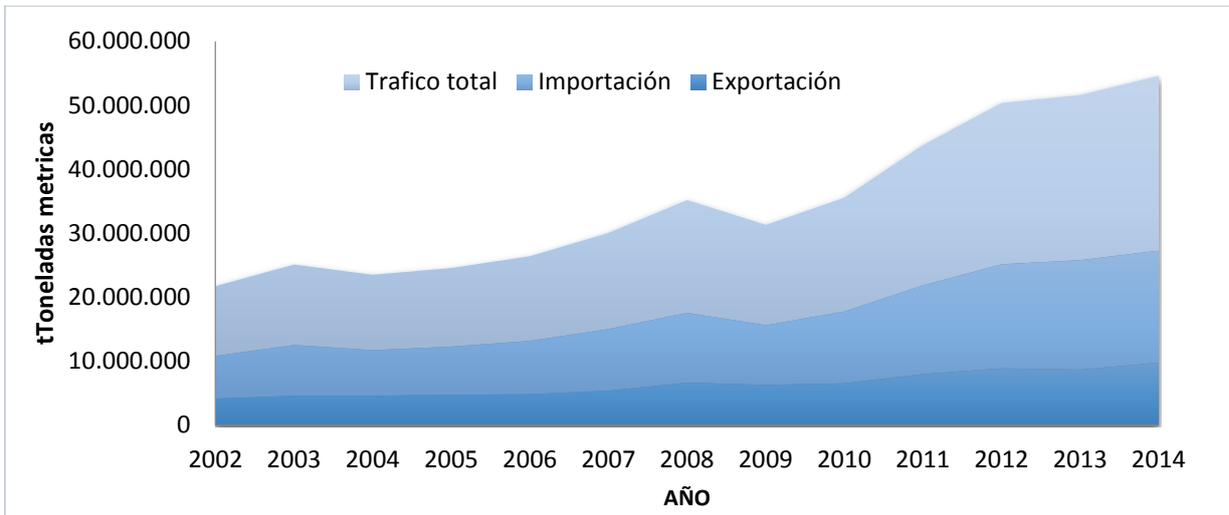
- El terminal portuario Muelle Sur concesionado a DP World, inició operaciones el año 2010.
- El terminal portuario Muelle Norte Multipropósito concesionado a APM Terminals Callao, inició operaciones el año 2011.

Tabla 1: Movimiento de carga del puerto del Callao (1995 – 2014)
(Toneladas métricas)

Año	Carga de exportación (TM)	Carga de importación (TM)	Tráfico Carga (TM)
2002	4,199,498	6,673,592	10,873,090
2003	4,638,789	7,920,920	12,559,709
2004	4,604,018	7,171,036	11,775,054
2005	4,761,100	7,531,084	12,292,184
2006	4,864,354	8,356,958	13,221,312
2007	5,411,891	9,625,761	15,037,652
2008	6,677,129	10,930,524	17,607,653
2009	6,303,212	9,346,188	15,649,400
2010	6,552,160	11,234,228	17,786,388
2011	8,019,437	13,883,542	21,902,979
2012	8,936,853	16,257,039	25,193,892
2013	8,710,842	17,110,471	25,821,313
2014	9,815,489	17,502,956	27,318,445

Fuente: Autoridad Portuaria Nacional
Elaboración propia.

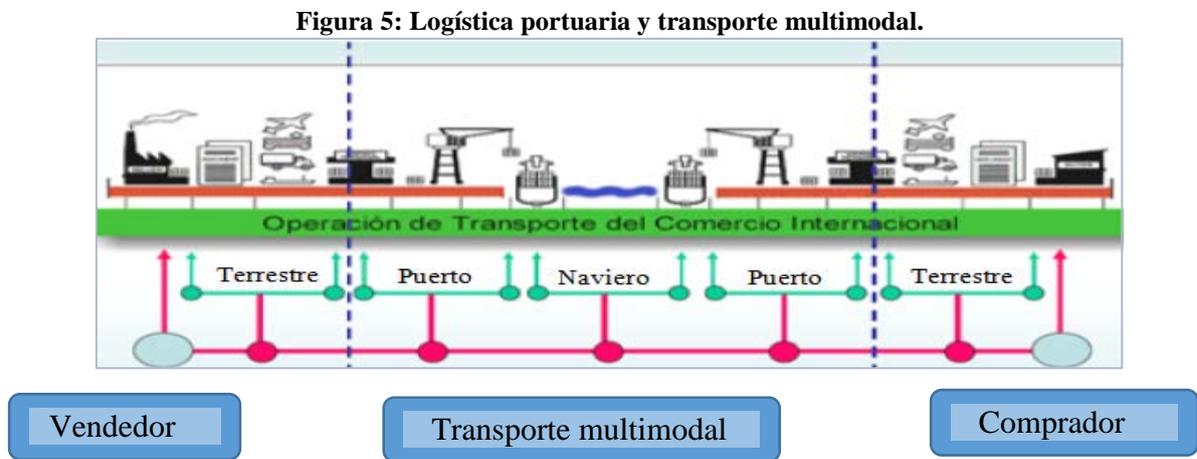
Figura 4: Movimiento de carga (2002 – 2014)



Fuente: Autoridad Portuaria Nacional
 Elaboración propia

Estado de la Cadena Logística Portuaria

Cuando nos referimos a la logística portuaria es necesario tener en cuenta toda la cadena logística internacional, fundamentado en la globalización del comercio mundial y conformado por todas las operaciones que se inician con la obtención de las materias primas por parte de la empresa exportadora hasta el consumo directo por parte del usuario final (Véase la Figura 5).



Fuente: Organización Marítima Internacional
 Elaboración propia

Esta línea estratégica considera el aprovechamiento del uso de las tecnologías de información, desarrollo de zonas de actividades logísticas y de una oferta adecuada de servicios logísticos que satisfaga la demanda.

No es menos importante conocer sobre la eficiencia de los procesos portuarios para asegurar la calidad de los servicios y poder ofrecer así precios competitivos, lo que va a redundar en el crecimiento sostenido de la actividad portuaria y posicionar al país como plataforma logística portuaria relevante en la región.

Previo al análisis propio de la logística portuaria se va a precisar algunos términos y definiciones de los principales actores de la cadena logística internacional, definidos de acuerdo al Glosario de Maritime Traffic, los cuales se indican a continuación:

a. Carga

Aquellos materiales, materias primas, productos elaborados o semielaborados que pueden ser objeto de las operaciones de envases, embalaje, unitarización, manipulación, almacenamiento y distribución por medio del transporte.

b. Exportador

Empresas productoras o distribuidoras, cuyos clientes se encuentran tanto fuera del país como en localidades apartadas dentro de éste, por lo que su negocio precisa utilizar como eje de transferencia las instalaciones portuarias. El proceso culmina con la recepción de los productos en las propias instalaciones del cliente.

c. Intermediarios

Empresas que realizan y gestionan el traslado de los productos desde su lugar de origen (exportadores) hasta el importador. Dentro de este amplio conjunto de empresas se encuentra, el puerto (toda su infraestructura operativa y administrativa), navieros, agentes aduaneros, agentes marítimos, agentes de carga, transportistas, operadores logísticos y operadores portuarios, entre otros.

d. Importador

Empresas distribuidoras o productoras cuyos proveedores se encuentren en el extranjero, eventualmente en el mismo país, que tienen la necesidad de movilizar sus productos a través de los puertos.

e. Actividad Portuaria

Se consideran actividades portuarias la construcción, operación y administración de puertos, terminales portuarios; los rellenos, dragados y obras de ingeniería oceánica.

En general, todas aquellas que se efectúan en los puertos y terminales portuarios, en los embarcaderos, en las construcciones que existan sobre las playas y zonas de bajamar y en las orillas de los ríos donde existan instalaciones portuarias.

f. ***Naviero***

Se entiende por naviero (en inglés, disponent owner, ship operator o vessel operator) o empresa naviera a aquella persona física o jurídica que utilizando buques mercantes propios o ajenos se dedica a la explotación de los mismos.

g. ***Agente Aduanero***

Esta actividad tiene diferentes denominaciones en el comercio exterior: agente de aduanas, agente aduanal, agente afianzado de aduanas, despachador, comisionista de aduana, intermediario aduanero, "custom broker", entre otros. Como fuere, tiene la doble misión de representar al usuario (importador y exportador) ante la autoridad aduanera y asesorarlo en todos los aspectos relativos a la materia.

h. ***Agente Marítimo***

Es la empresa que representa al armador en el puerto o en tierra firme, para la atención de la tripulación y la carga, como también dar claridad y certeza a quienes se sirven de esta vía o desempeñan actividades relacionados como son los usuarios y/o autoridades públicas.

Un agente marítimo puede circunscribir su función básicamente a la atención que demande la nave en puerto, bajo esta circunstancia la relación entre el propietario de la carga y el agente es indirecta.

Otros agentes marítimos, dependiendo del contrato que suscriban con los armadores o propietarios del buque, extienden sus servicios a las actividades comerciales que demanda el negocio marítimo como emisión del conocimiento de embarque, contacto con el cliente, reservas de espacio, suministro de tarifas, suministro de contenedores, asesoría en el manejo de carga, entre otros.

i. ***Almacenes Generales de Depósito***

Empresas que actúan como agencias de aduanas respecto de las mercancías consignadas o endosadas a su nombre con el debido aval de la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales)

j. Agente de Carga

Es un prestador de servicios especializados en comercio exterior que desarrolla actividades para solucionar por cuenta de sus clientes todos los problemas implícitos en el flujo de mercancías.

Resuelve para el importador/exportador cualquier problema vinculado con el transporte, consolidación, almacenaje, manejo, embalaje o distribución de sus productos.

k. Operador Portuario

Empresa que presta servicios en los puertos relacionados a la carga y descarga, almacenamiento, practica, remolque, estiba y desestiba, manejo terrestre o porteo de la carga, dragado, clasificación y reconocimiento, entre otros.

l. Dársena de Maniobras

Áreas dentro de los puertos destinados a las maniobras de preparación del buque para el acercamiento o despegue del muelle.

m. Obras De Abrigo

Estructuras de roca y /o concreto llamadas escolleras o espigones que sirven para dar protección al canal de acceso de un puerto.

2.3.7. Cadena logística

En el marco económico mundial marcado por la globalización y el aumento de las transacciones entre los países, la logística desempeña un papel fundamental en relación con las empresas productoras de bienes y servicios, así como en el sector de transporte.

Los conceptos producción, comercio y transporte, dentro de este nuevo esquema, no pueden analizarse en forma separada, el uno no tiene razón de ser sin los otros. Una producción altamente eficiente no garantiza niveles de competitividad en los mercados si no se cuenta simultáneamente con un transporte también altamente eficiente y competitivo.

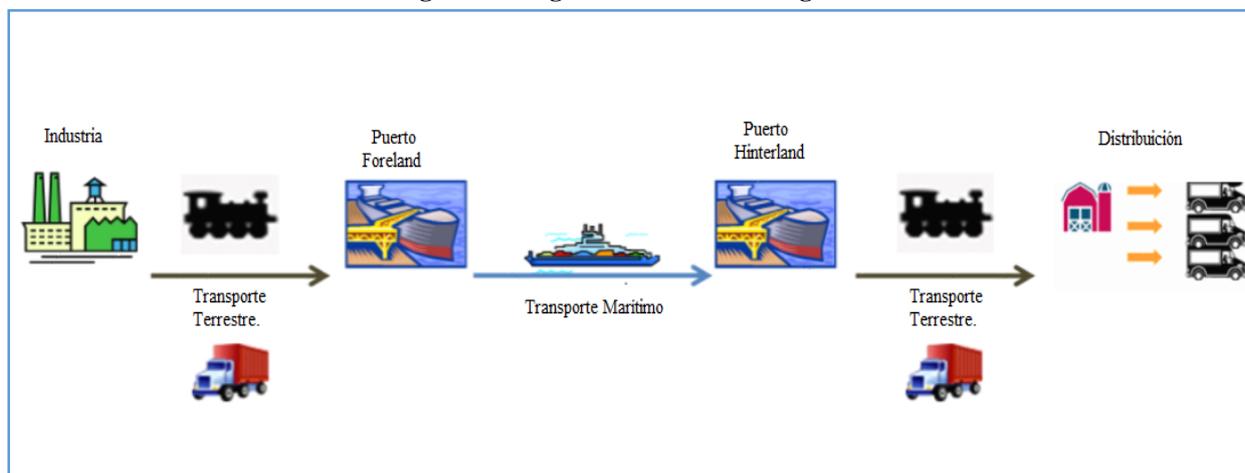
La eficiencia en los procesos productivos, en el transporte y en la transferencia de las mercancías es requisito fundamental para mejorar las condiciones y niveles de competitividad de país y para insertarlo de manera relevante en los mercados internacionales.

En esa línea, la logística internacional se ha convertido en uno de los sectores claves en el actual entorno económico mundial y es un elemento imprescindible para el posicionamiento de cualquier país en el panorama económico internacional, dado que los costos del transporte terrestre representan en promedio el 37% del comercio exterior, el cual incluye el costo del flete (22%), costos del seguro, costos de espera del equipo y carga en los lugares de origen/destino, carga y descarga (Proyecto Logística Portuaria, Superintendencia de Puertos y Transporte, Yolima Paredes Morato, 2010).

En la cadena logística conformada por todas las operaciones logísticas, que van desde la obtención de las materias primas hasta el consumo directo por parte de los clientes finales, los puertos juegan un papel preponderante en la generación de ventajas competitivas de las empresas.

A continuación se describe el proceso necesario para ubicar una mercancía desde el origen hasta el destino final. (Véase figura N° 6).

Figura 6: Diagrama de la cadena logística



Fuente: Organización Mundial del Comercio OMI
Elaboración propia

Este ciclo fundamental del comercio exterior mostrado en el diagrama, resalta la importancia de los puertos como principales nodos de la red física del transporte marítimo; por lo tanto, serán competitivas y cumplirán su función siempre y cuando sean capaces de ofrecer al comercio internacional y a las líneas navieras, servicios rápidos, flexibles y seguros.

La influencia de la cadena logística en los puertos sobre la competitividad del comercio exterior del Perú con el resto de los países de América presenta una regular mejora en el índice de competitividad (véase Tabla N° 2).

Tabla 2: Evolución del Índice de Competitividad Global 2010-2014

País	2010	2011	2012	2013	2014
EEUU	4	5	7	5	3
Chile	30	31	33	34	33
Panamá	53	49	40	40	48
Brasil	58	53	48	56	57
México	66	58	53	55	61
Colombia	68	68	69	69	66
Perú	73	67	61	61	65
Argentina	87	85	94	104	104
Ecuador	105	101	86	71	71
Bolivia	108	103	104	98	105
Venezuela	122	124	126	134	131

Fuente: The Global Competitiveness Report 2010-2014
Elaboración propia

Los puertos modernos deben formar parte de las cadenas logísticas de producción, transporte y distribución y no desarrollar sus actividades como eslabón independiente. El nivel de integración es fundamental y esto se logra ofreciendo una amplia gama de servicios, lo que potencia la captación y fidelización del principal cliente del puerto: la carga.

La consideración de un puerto desde una perspectiva logística significa que no solo se debe tener en cuenta las actividades que se desarrollan en el entorno del ámbito portuario, sino también la influencia que estas actividades tienen sobre el transporte anterior y posterior ha dicho puerto.

La cadena logística no comienza en los puertos. En realidad, se inicia en el lugar de producción de la materia prima y culmina en los centros de consumo de los países destino (consumidor final).

Los puertos marítimos pueden considerarse como un eslabón de la cadena de suministro, en él confluyen una gran cantidad de actores que conforman entre otros aspectos la especialización, lo que permite ser más eficiente bajo el concepto de economías de escala que impactan en la competitividad.

Considerando el esquema integral de la cadena, nos centraremos en el análisis del servicio portuario y particularmente en las terminales de contenedores, sin soslayar que el buen desempeño de ésta depende del resto de actores de la comunidad portuaria.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas plantea un lenguaje que permite descubrir y describir problemas y sistemas de manera sistemática. Se refiere especialmente al hecho que el mundo y sus partes están cambiando de manera compleja; en estas circunstancias, no es fácil diseñar una organización o una política de decisión, una estrategia o un sistema social (Forrest, Jay W., "The Beginning of System Dynamics. Banquet Talk the international meeting of the System Dynamics Society", 1989).

La dinámica de Sistemas es una metodología para el estudio y manejo de sistemas complejos, tal como los que se encuentran en los negocios y otros sistemas sociales. Proporciona una dirección práctica a la solución de problemas.

La diferenciación, con otros métodos, es el estudio de la retroalimentación de los sistemas, donde X afecta a Y e Y retorna y afecta a X, obteniéndose una serie de causas y efectos. No se puede estudiar el enlace entre X e Y, independiente del enlace entre Y y X, y tratar de predecir cómo se comportará el sistema (Aracil,J; Gordillo, F.; "Dinámica de Sistemas",2005).

Su creador, Jay W. Forrester, es hoy parte del cuadro de honor de la IFORS (la Federación Internacional de Sociedades de Investigación de Operaciones). Algunas palabras sobre el origen y el inicio se encuentran en los artículos "The beginning of system dynamics" y "The prophet of unintended consequences", lecturas altamente recomendadas.

La metodología de la dinámica de sistemas puede resumirse en 6 pasos:

- ✓ Identificar el Problema.
- ✓ Desarrollar una hipótesis dinámica que explique la causa del problema.
- ✓ Construir un modelo de simulación del sistema que incluya la raíz del problema.
- ✓ Probar que tan cierto es el modelo elaborado y su comportamiento en el mundo real.
- ✓ Diseñar y probar en el modelo, políticas alternativas que solucionen el problema.
- ✓ Implementar la solución.

Relación con el pensamiento sistémico

La Dinámica de Sistemas permite la comprensión de los problemas desde una óptica de sistema: un conjunto de elementos que se relacionan entre sí de manera tal que un cambio en uno de ellos modifica al conjunto.

Este enfoque permite una visión muy clara y realista, donde se pueden analizar las complejas relaciones entre los elementos que configuran la estructura que provoca el comportamiento que deseamos modificar.

Es importante observar que el comportamiento de un sistema no viene definido tanto por sus parámetros coyunturales como por la estructura interna del mismo. Esta estructura está formada tanto por las características de los elementos (muy difíciles de modificar) como por las relaciones entre ellos.

Las simulaciones más eficientes son aquellas que se basan en un cambio entre los elementos y no tanto en la modificación de los elementos mismos.

Diagrama de Forrester: Stock y Flujo.

Los stocks (reservas) y flujos constituyen el fundamento de los modelos de la dinámica de sistemas. Los stocks son elementos que pueden incrementarse o reducirse, como las bañeras, que se llenan de agua por acción del caño. Los flujos, de otro lado, son elementos que provocan el aumento o disminución de los stocks, como el caso del caño o el desagüe, que afecta el nivel de agua de la bañera.

La producción y las compras de los clientes constituyen ejemplos de flujos. Los flujos son los únicos que pueden modificar las reservas. La presencia del flujo indica movimiento de material.

Por el contrario, todos los artículos de línea que se encuentran en un balance general tales como activos o pasivos constituyen stocks, estos artículos representan el estatus financiero en cualquier punto del tiempo.

Una técnica empleada comúnmente para distinguir un stock de un flujo, es considerar lo que ocurriría si el tiempo se detuviera. Los stocks, que son acumulaciones continuarán existiendo; sin embargo, en el caso de los flujos, éstos desaparecerían, puesto que ellos constituyen las acciones.

Diferencias entre Diagramas de Forrester y los Diagramas de Círculo Causal

Los círculos causales y los diagramas de stocks y flujos constituyen herramientas de gran valor, pero en esencia son diferentes. Los DCC (Diagramas de Círculo Causal) son útiles puesto que muestran una visión del sistema desde el mayor nivel, especialmente para aquellos que no tiene mucho conocimiento acerca de la creación de sistemas o dinámica de sistemas. Son fáciles de comprender y pueden constituir el gran primer paso para el análisis sistémico de un problema.

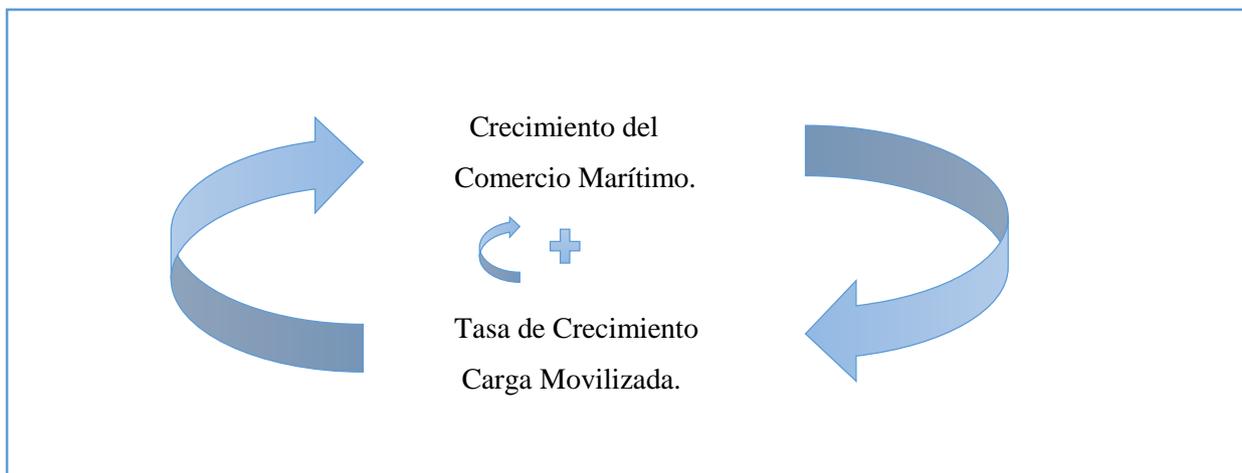
Los stocks y flujos llevan el análisis a un nivel de rigurosidad mayor, estos incluyen más detalles acerca de los elementos del sistema que los DCC; por ejemplo, las variables adicionales no representadas en un DCC. Los diagramas de flujos y reservas se diferencian de los DCC según las variables (José Luis Quintero, Introducción a la Dinámica de Sistemas, Parte 2, 2012, Universidad Central de Venezuela).

Debido a que existe una diferencia fundamental entre esta clase de variables, distinguirlas entre sí produce una mayor comprensión del problema.

Ejemplo aplicativo

Si consideramos un círculo simple de carga movilizada en los puertos y el comercio marítimo nacional, véase la figura 7, la carga movilizada constituye el flujo y el comercio marítimo el stock.

Figura 7: Diagrama de Círculo Causal para Carga Movilizada y Crecimiento Marítimo

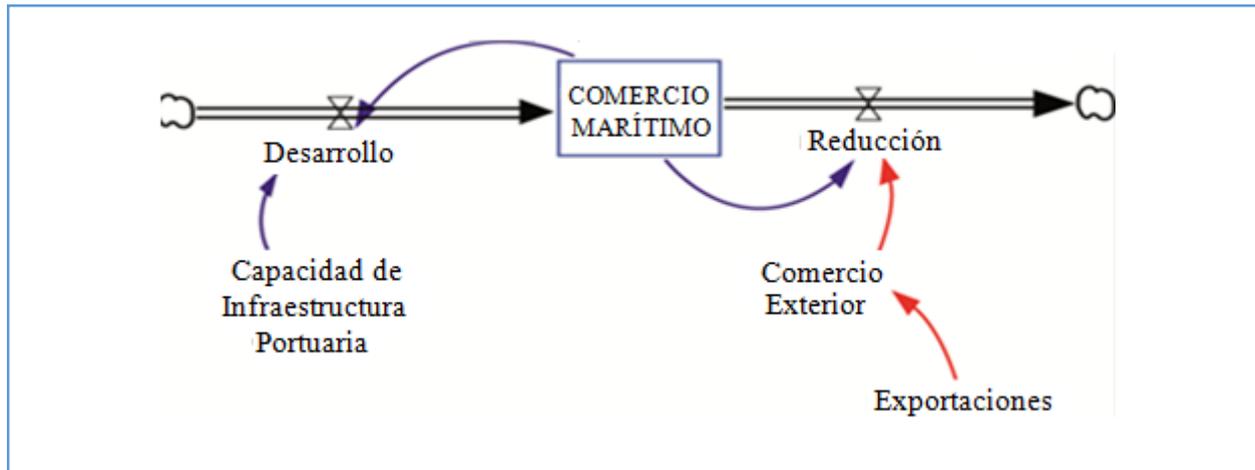


Fuente: Autoridad Portuaria Nacional
Elaboración propia

En un DCC, ambas uniones en el círculo indican que mientras la carga movilizada aumenta, el comercio también aumenta. Sin embargo, esta representación no es totalmente precisa, puesto que si el índice de carga transportada disminuye, el comercio marítimo no necesariamente disminuye sino continúa creciendo, solo que a un índice menor.

Por el contrario, un diagrama de stocks y flujos aparentemente mostraría la existencia de otras influencias (flujos) que intervienen directamente en la disminución del comercio marítimo (Véase Figura 8).

Figura 8: Diagrama de Flujos y Stocks (Forrester) para el comercio marítimo



Fuente: Autoridad Portuaria Nacional.
Elaboración propia.

Otra ventaja de los diagramas de stocks y flujos es que requieren la especificación de detalles importantes acerca del sistema, como unidades y magnitudes de las variables.

Los beneficios se manifiestan como la obligación a pensar en:

- Cada variable y cuáles son sus unidades.
- Cuáles son las relaciones entre las variables.
- También nos impulsa a descubrir variables que no parecen importantes pero que son necesarias para crear las unidades del diagrama.

Sin embargo, siempre es recomendable diagramar primero el DCC del sistema a estudiar antes de proceder con el Diagrama de Forrester, puesto que la comprensión es inmediata y fácilmente transformable a stocks y flujos.

Modelo Teórico de Investigación

Según Aracil, J. y Gordillo, F. para elaborar el modelo teórico de investigación es recomendable seguir el esquema en tres fases:

- Conceptualización
- Formulación del modelo
- Evaluación del modelo

Conceptualización

Esta fase se inicia, normalmente con la familiarización con el problema que se va a estudiar, que incluye la revisión de la literatura, opiniones de expertos, experiencias propias, etc. Una vez hecho esto hay que definir con precisión los aspectos del problema que se quiere resolver. A continuación, se nombra los pasos a tener en cuenta en esta fase:

- a) Descripción verbal del sistema.
- b) Definición precisa del problema
- c) Construcción de un diagrama causal.

Formulación del Modelo

Esta fase se inicia con la construcción de los diagramas de Forrester a partir del diagrama de círculo causal del sistema bajo estudio, para después elaborar las ecuaciones para la simulación.

En resumen, esta fase cuenta con los siguientes pasos:

- a) Construcción del diagrama de Forrester.
 - b) Establecimiento de las ecuaciones para simulación
- Identificación de parámetros
 - Asignación de valores a los parámetros.

Evaluación del modelo

Una vez construido el modelo se procede a ensayar por medio de simulaciones, las hipótesis sobre las que se ha construido el modelo, así como la consistencia entre las mismas.

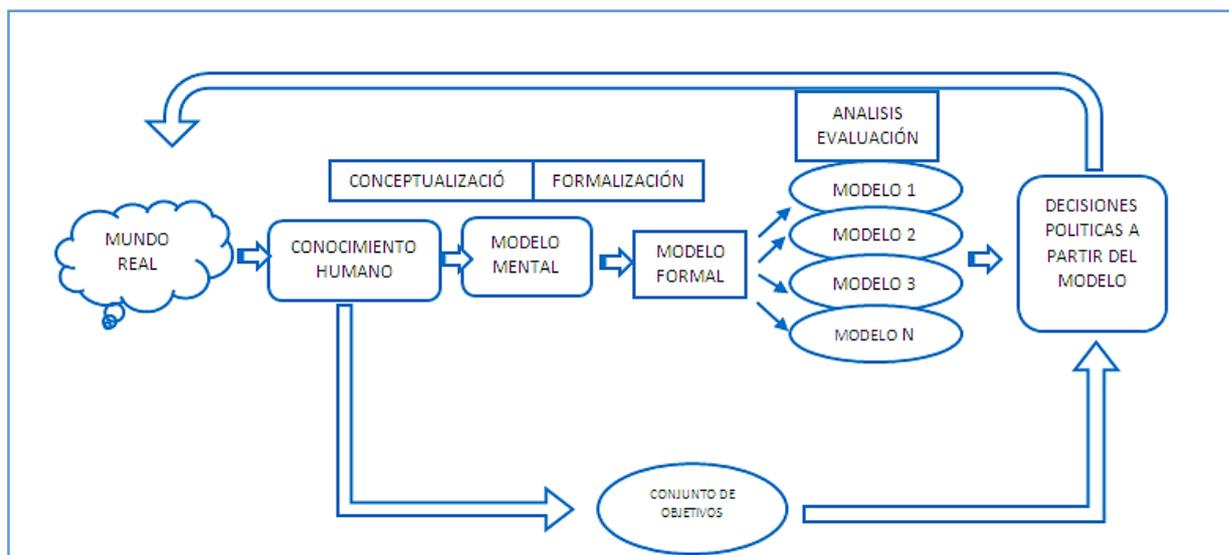
Un aspecto importante en esta fase es el análisis de sensibilidad del modelo en virtud del cual se estudia la dependencia de las conclusiones que se extraen del modelo con relación a posibles variaciones que sufran los valores de los parámetros que aparecen en el mismo.

Las etapas de esta fase son:

1. Análisis del modelo
 - Comparación con el modo de referencia.
 - Análisis de sensibilidad.
 - Análisis de políticas.
2. Evaluación, comunicación e implementación.

En la Figura 9, se presenta un esquema sobre la metodología de la dinámica de sistemas.

Figura 9: Esquema de la Metodología para la Construcción de modelos en Dinámica de Sistemas.



Elaboración propia

3.1.2. Ecuaciones Estructurales: Análisis Factorial Confirmatorio

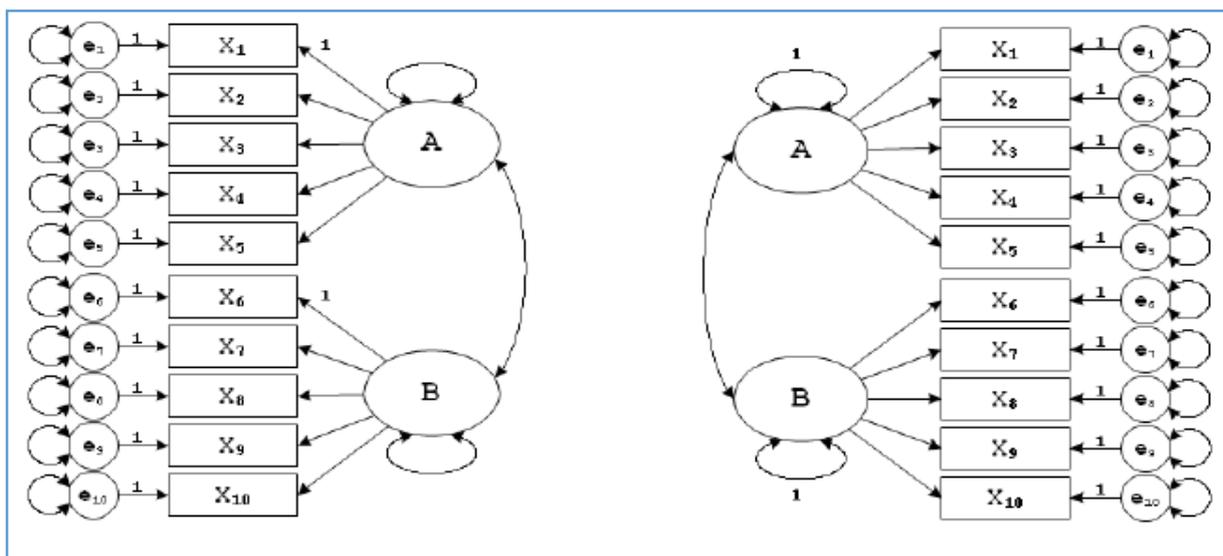
El Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), es un procedimiento de análisis encuadrado en los modelos de ecuaciones estructurales (*SEM, Structural Equation Models*), cuyo propósito se centra en el estudio de los modelos de medida, esto es, en analizar las relaciones entre un conjunto de indicadores o variables observadas y una o más variables latentes o factores.

Los indicadores pueden ser, por ejemplo: los items de un test, las puntuaciones obtenidas por los sujetos en distintas escalas o los resultados provenientes de instrumentos de clasificación conductual.

Una característica esencial del AFC es que el investigador debe concretar *de antemano* todos los aspectos relevantes del modelo, aspectos que deben estar sólidamente fundamentados en la teoría previa y en la evidencia conocida.

Así, deben especificarse con anterioridad al análisis, qué factores y qué indicadores forman el modelo, qué indicadores presentan saturaciones en cada factor y si existe o no relación entre los factores, así sucesivamente. El AFC es en consecuencia una estrategia sumamente útil en el ámbito de la prueba de hipótesis y la confirmación de teorías.

Figura 10: Modelo AFC con factores



En la figura 10, se presenta un ejemplo simple de AFC. Los indicadores están representados por la letra X, los errores de medida por e, y los factores por A y B. La hipótesis puesta a prueba por el modelo es la siguiente: X₁, X₂, X₃, X₄ y X₅ miden el factor A; X₆, X₇, X₈, X₉ y X₁₀ miden el factor B; ambos factores covarían; los errores de medida son independientes.

Cada indicador (X₁-X₁₀) es una variable continua (excepcionalmente ordinal) que tiene dos causas: por una parte, un factor único subyacente que el indicador se supone que mide y, por otra parte, cualesquiera otras fuentes únicas de causación que están representadas por el término de error (e).

Los errores de medida son independientes entre sí y con respecto a los factores y todas las asociaciones entre los factores (correlación entre A y B) figuran en el modelo como no analizadas.

Las flechas desde los factores a los indicadores indican los efectos causales (saturaciones factoriales) de los factores sobre las variables observadas y, en general, se interpretan como coeficientes de regresión (no estandarizados en la primera figura, estandarizados en la segunda).

Los indicadores que se suponen causados por los factores A y B son variables ‘endógenas’ toda vez que son influenciadas (directa o indirectamente) por las variables incluidas en el modelo, en tanto que los factores son variables ‘exógenas’ (i.e., son siempre variables independientes y por tanto no pueden estar influidas por ninguna otra variable del modelo).

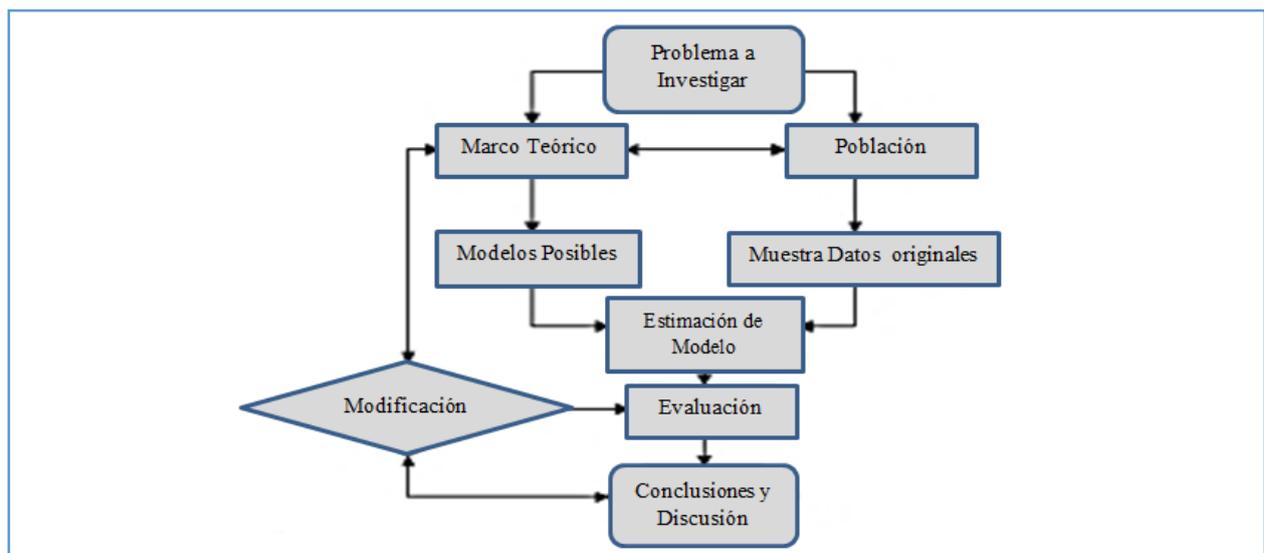
Las flechas que vinculan los errores de medida (e_1 a e_{10}) con los respectivos indicadores representan el efecto combinado de cualquier fuente de influencia (distinta a los factores) sobre las variables manifiestas.

Puesto que sus causas nos son desconocidas, los errores de medida se consideran en el AFC como variables exógenas, y reflejan dos clases de varianza única: por una parte, el error aleatorio y, por otra, la varianza sistemática debida a otros elementos que el indicador mide además del factor subyacente, tales como los efectos de un particular método de medida.

Método para desarrollar un AFC:

Preparación de los datos y condiciones previas. En la Figura 11, se sintetizan los pasos básicos a seguir para llevar a cabo un AFC (modificada a partir de Boomsna, 2000).

Figura 11: Diagrama de flujo con los pasos a seguir en un AFC



Elaboración Propia.

Partiendo del marco teórico en que se inscribe el estudio y de las características de la población a la que se desean generalizar los resultados, el investigador recoge los datos de la muestra y selecciona uno de los varios modelos posibles.

Realiza la estimación del modelo y evalúa su ajuste a los datos originales. Decide, por último, si es preciso realizar alguna modificación del modelo, sin perder de vista la teoría de partida. Para llevar a término sin contratiempos un AFC resulta esencial preparar correctamente los datos a analizar, por lo que dedicaremos los párrafos que siguen a revisar algunas cuestiones básicas relativas a esta cuestión. (Según Artículo: Seminario de Actualización en Investigación sobre Discapacidad SAID 2008, Benito Arias, Universidad de Valladolid).

3.2. Aplicación para la construcción de modelo en DS

Para la determinación del modelo teórico en Dinámica de sistemas (DS), se planteó la selección de los constructos bajo el criterio de juicio de expertos del sector portuario.

Cabe mencionar que el modelo teórico será utilizado para la determinación de los constructos relacionados a los componentes del estado de la cadena logística, competitividad portuaria, actores de la comunidad portuaria y desarrollo conjunto en el área de influencia de la ciudad.

El objetivo de analizar los constructos relacionados a los componentes mencionados es evaluar la contribución de cada constructo y los adecuados para el modelo, esto se debe a la relación de actores externos de la situación actual de los puertos en estudio.

Para elaborar el esquema metodológico se usa el propuesto por Javier Aracil, Dinámica de Sistemas, 2005, el cual se basa en tres fases principales para el desarrollo de los modelos.

3.2.1. Componentes: Estado de la Cadena Logística y la Competitividad portuaria.

Descripción Verbal del Sistema:

En esta fase nos relacionaremos con los conceptos asociados a las componentes entre el estado de la cadena logística y la competitividad portuaria existente, influenciada por la globalización de la producción y del consumo y la aparición de redes mundiales de transporte en los puertos. Estos últimos como nodos en el sistema logístico mundial.

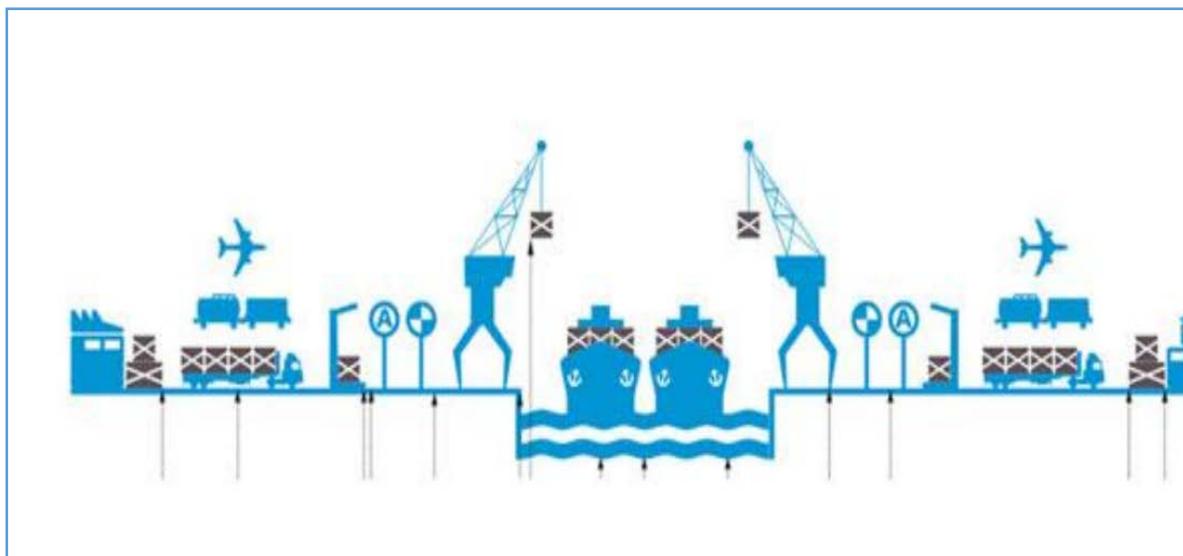
El concepto de cadena logística es muy importante en el análisis de competitividad, por tanto, la competitividad de un puerto depende parcialmente de sus fortalezas y debilidades, y depende cada vez más del control y coordinación externa.

Cadena Logística

Forma parte del proceso de gestión de la cadena de suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor (Ignacio Soret Los Santos, “Logística y Marketing para la Distribución Comercial”, 2006).

La cadena logística portuaria forma parte del proceso en la distribución de un bien, mediante la utilización de puertos, se necesita tener identificadas las etapas de las actividades que hacen parte de este proceso, así como los agentes que intervienen o tienen a su cargo el desarrollo de cada una de estas actividades en toda la cadena (Véase figura 12).

Figura 12: Cadena logística portuaria



Fuente: Autoridad Portuaria Nacional
Elaboración propia

Asimismo, la integración de actividades logístico-portuarias de valor añadido como parte de las cadenas de suministro, busca el desarrollo del sistema en su conjunto, no limitándose a los componentes más visibles.

El sistema portuario nacional (SPN) debe ser comprendido como un eslabón de una gran cadena, la cadena de suministros por donde se desplazan mercancías y pasajeros y en donde coexisten otros componentes y cuyas ineficiencias afectan al sistema en su conjunto.

Entre estos componentes se encuentran las vías de transporte terrestre (vialidades) que conectan los distintos nodos portuarios, los servicios extra-portuarios, etc. Solo una articulación de cada uno de los componentes de la cadena y el monitoreo permanente de la eficiencia y calidad de cada uno de ellos permitirá desarrollar un SPN más competitivo, contribuyendo a una mayor competitividad del comercio internacional (APN, Revista de La Autoridad Portuaria Nacional, “Competitividad Portuaria respalda Crecimiento Económico Nacional”, 2013).

Bajo el entendimiento del desarrollo de la cadena, se generan espacios de actuación para la APN (Autoridad Portuaria Nacional), en el sentido de impulsar la formación de las ZAL (Zonas de Actividad Logística), buscar la permanente consolidación de los servicios logísticos orientados a generar mayor valor e impulsar el desarrollo de TIC (Tecnologías de la Investigación y Comunicación) como un instrumento que permita integrar, agilizar y monitorear el desempeño de cada componente de la cadena.

Competitividad Portuaria

La competitividad refleja capacidad y la habilidad, esto es, determina el poder para competir, el cual depende de la forma y del proceso en que una serie de elementos decisivos son utilizados o puestos en operación.

Cuantas más ventajas competitivas puedan estar en práctica más competitivo será el puerto. Los puertos orientados a la eficiencia alcanzan la ventaja competitiva ya sea por liderazgo en costes o por diferenciación (Estrada Llaquet, J. L., Mejora de la competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de mando integral, 2007).

A continuación se indican los principales conceptos relacionados a los componentes:

a. Transporte marítimo

En este caso nos referimos al internacional, que es el traslado de carga o pasajeros a través del mar de un país a otro, utilizando medios de transporte como barcos u otra clase de embarcaciones.

Las características esenciales del tráfico marítimo son las siguientes:

- ✓ **Carácter Internacional:** ya que es prácticamente el único medio económico de transportar grandes volúmenes de mercancías entre puntos distantes geográficamente.
- ✓ **Capacidad:** los tonelajes de los buques llegaron hace muchos años a superar el medio millón de toneladas de peso muerto (TPM en español o DWT en inglés) en los grandes petroleros.
- ✓ **Flexibilidad:** esta característica viene dada por la posibilidad de emplear buques desde pequeños tamaños (100 TPM) hasta los Very large crude carriers (VLCC).
- ✓ **Competencia:** a pesar de las tendencias proteccionistas de algunos países, la mayor parte del tráfico internacional se realiza en régimen de libre competencia según las leyes del mercado de fletes.
- ✓ **Versatilidad:** por los diferentes tipos de buques adaptados a todo tipo de cargas.

a.1 Exportación

Actividad económica que a través del puerto realiza sus operaciones comerciales de venta de bienes a clientes en el exterior (Consejo de Transporte de Lima y Callao, 2007)

a.2 Importación:

Actividad económica que a través del puerto realiza sus operaciones comerciales de adquisición de bienes en el exterior (Consejo de Transporte de Lima y Callao, 2007)

b. Actividad portuaria

Nos referimos a la construcción, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento, explotación, operación, administración de los puertos, terminales e instalaciones portuarias en general, incluyendo las actividades necesarias para el acceso a los mismos, en las áreas marítimas, fluviales y lacustres.

b.1 Demanda de recursos:

Nos referimos a la repercusión que la actividad portuaria genera, en este aspecto lo dividiremos en dos constructos:

b.1.1 Infraestructura

El área portuaria engloba tanto a la infraestructura como a la superestructura portuaria. Se encuentra delimitada por la infraestructura de acceso marítimo y la infraestructura de acceso terrestre (Víctor Alejandro Chang Rojas, Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un Enfoque No Paramétrico).

La infraestructura portuaria está compuesta por los muelles, diques, dársenas, áreas de almacenamiento, etc. Mientras que la superestructura portuaria comprende a las grúas, tuberías, almacenes, etc.

La infraestructura de acceso marítimo está compuesta por los canales, rompeolas, esclusas, boyas, faros, etc. Mientras que la infraestructura de acceso terrestre está compuesta por carreteras, rieles para ferrocarriles, etc.

Para medir la capacidad y la eficiencia de la utilización de las infraestructuras portuarias, se utiliza las siguientes tasas:

Tasa de utilización de infraestructura

Estos sirven para determinar la capacidad y la eficiencia en la utilización principalmente de los muelles, que a su vez sirven como factores que podrían explicar el porqué de algunos tiempos observados para la nave. Por ejemplo, una tasa de ocupación alta podría ser sinónimo de congestión lo cual podría explicar tiempos de espera (primer tiempo de espera) altos.

Tasa de esperas (waiting rate) de la nave

La tasa de inactividad, es el porcentaje del tiempo en que se está inactivo sobre el tiempo total de permanencia en puerto. Un valor cercano a 0 indicaría que la nave está siendo servida la mayor parte del tiempo que pasa por el puerto, mientras que valores altos son indicativos de que el buque está inactivo gran parte del tiempo de atraque (con el consiguiente costo de oportunidad para su propietario).

La tasa de espera, se refiere al tiempo que la nave pasa en bahía esperando para atracar (iniciar operaciones de practica) y el tiempo que permanece atracado.

La segunda tasa de espera, trata de representar el tiempo que la nave debe esperar para ser atendida e iniciar operaciones. Es calculado mediante el ratio tiempo de espera en bahía (T1) más el tiempo

de espera luego del atraque y antes de iniciar operaciones (T2) sobre el tiempo de operación de la nave.

Este indicador, al igual que la tasa de espera anterior nos provee información para evaluar sobre problemas de congestión y de mala gestión en el puerto. Por ejemplo: un valor elevado revelaría que los barcos deben emplear gran parte del tiempo en espera para ser atendidos (Trujillo y Nombela, 2003).

Tasa de ocupación de muelle

Llamado también tasa de ocupabilidad, definida como el tiempo bruto total de las naves que utilizan un muelle (tiempo total de uso de amarradero) respecto del tiempo total disponible en el muelle.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development) indica que un porcentaje de ocupabilidad del más del 70% (umbral) significa que existe saturación (congestión) en un puerto, lo cual implicaría mayores costos para las navieras y por ende para los usuarios finales (exportadores e importadores). Este es un indicador del nivel de riesgo de congestión del puerto.

No obstante, en terminales especializados el umbral anterior y por ende la tasa de ocupación de muelle puede ser un indicador no relevante, pues estos terminales se caracterizan por la programación (o planificación) en la atención de naves, producto del cual se podría alcanzar inclusive tasas de ocupación cercanas al 100%.

Este indicador debe ser complementado principalmente con el tiempo y tasa de espera de las naves, lo que confirmaría los resultados que se deriven del indicador de tasa de ocupación.

Capacidad de infraestructura

El objetivo de éstos indicadores es identificar la eficiencia y productividad integral del terminal del puerto en términos de la carga que pueden manipular, lo que a su vez permite identificar el tamaño de naves que puede operar.

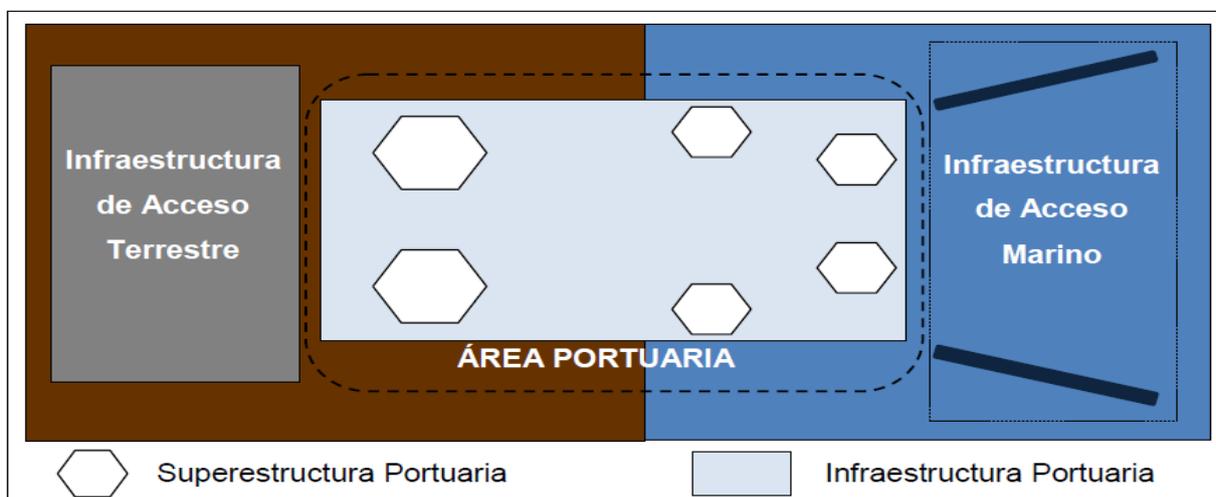
A mayor el número de TEU o TM que utiliza por metro o metro cuadrado el terminal, mayor la productividad en la descarga y carga y/o mejor el apilamiento en los almacenes y zonas de patios, entonces mayor la capacidad para poder atender naves más grandes. (Véase figura 13)

La relevancia de estos indicadores es mayor sobre todo cuando no se cuenta con indicadores de cuál es la productividad en la descarga y carga de TEU o TM por nave – hora.

El número total de TEU o TM movilizadas en la terminal dividida por la superficie en hectáreas disponible para almacenamiento y acopio (no incluye muelle).

Cabe mencionar que la capacidad del patio de contenedores y no la capacidad de transferencia en el muelle es el indicador que limita el volumen máximo de transferencia en un terminal de contenedores.

Figura 13: Capacidad de infraestructura



Calidad de infraestructura

La calidad de la infraestructura portuaria mide la percepción de los ejecutivos de negocios sobre las instalaciones portuarias de su país. Los datos proceden de la Encuesta de opinión de ejecutivos del Foro Económico Mundial que se realiza desde hace 30 años en colaboración con 150 institutos asociados. Para tener una mejor idea de la magnitud e importancia de este evento, la ronda del 2009 incluyó a más de 13.000 participantes de 133 países.

El muestreo sigue una doble estratificación sobre la base del tamaño de la empresa y el sector de actividad. Los datos se obtienen en línea o por medio de entrevistas en persona. Las respuestas se agregan utilizando el promedio ponderado por sector y los datos correspondientes al último año se combinan con los datos del año anterior para crear un promedio móvil de dos años.

Las puntuaciones van de 1 (la infraestructura portuaria es considerada muy poco desarrollada) a 7 (la infraestructura portuaria es considerada eficiente según las normas internacionales). En esa línea, a los encuestados de los países sin litoral se les preguntó cuán accesibles eran las instalaciones portuarias (1 = de muy difícil acceso; 7 = muy accesibles).

b.1.2 Recursos Humanos

Indicadores de los equipos portuarios

Rendimiento neto de grúa

El tonelaje total de carga transferida (o movimientos) por las grúas del terminal dividido por el tiempo neto de operación de las grúas.

Transferencia anual por grúa

El número total de movimientos al año dividido por el número de grúas utilizadas.

Toneladas por grúa-hora

Este indicador permite medir la productividad del capital básico utilizado en la carga/descarga de mercancía. Igualmente, la comparación entre puertos exigiría homogeneidad en el tipo de grúa utilizado para calcular el indicador.

Para el caso de contenedores, la comparación es sencilla, ya que tanto las grúas como el tipo de carga son básicamente homogéneos en todos los puertos. Para este tipo de carga, el uso de TEU como unidad de referencia es preferible a las toneladas, ya que la productividad en el movimiento de contenedores no depende de forma importante del contenido de éstos.

Rendimiento de fajas

Este indicador es relevante principalmente para carga de tipo granel sólido, tales como minerales y granos. A mayor el rendimiento de la faja, mayor el volumen de descarga/embarque de la carga y menor el tiempo de espera de la nave; finalmente, más eficiente y productivo el puerto.

Indicadores de los trabajadores portuarios

Número de los trabajadores

El trabajador portuario es una persona natural con inscripción en el Registro de Trabajadores Portuarios del mismo puerto en donde va a laborar.

Toneladas por trabajador – hora

Estas medidas indicarían la productividad del factor trabajo, si bien a la hora de realizar comparaciones entre puertos, éstas deberían realizarse únicamente cuando esté garantizada una cierta homogeneidad numérica, dado que el tamaño del grupo de trabajadores (también conocido como “mano” o “cuadrilla”) puede variar de un puerto a otro.

En la productividad por hombre, hay que considerar que la evaluación que se realice siempre deberá ser respecto a un mismo tipo de carga. Un mayor valor del índice indicaría naturalmente una mayor productividad, si bien esta información debería ser complementada con índices de capital, puesto que la productividad del trabajo está influida por la dotación de capital del puerto (Trujillo y Nombela, 2003, 170).

b.2. Operaciones portuarias

b.2.1 Demanda de Servicio Portuarios

Un puerto implica múltiples servicios, desde que un buque se aproxima al puerto hasta que lo abandona recibe distintos servicios, los cuales se dividen en servicios a la nave y servicios a la carga (Víctor Alejandro Chang Rojas, Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un Enfoque No Paramétrico)

Servicios a la Nave: Estos servicios se brindan para ayudar al buque desde que se aproxima a las inmediaciones del puerto hasta que atraca en él y viceversa.

- *Practicaje*: consiste en guiar el buque desde la entrada del puerto hasta un amarradero o fondeadero. Esta labor la realiza un Práctico, que es una persona que posee amplios conocimientos de la zona (mareas, área, reglamentaciones náuticas, etc.) y en base a dicho conocimiento asesora al capitán del buque en las operaciones de atraque, desatraque, movimiento de lugar, etc.
- *Remolcaje*: ayuda náutica al movimiento del buque cuando éste se encuentra próximo al puerto. Esto es halar, empujar o apoyar al buque con una pequeña embarcación, la cual posee una gran potencia para facilitar el movimiento del buque dentro de las inmediaciones del puerto y evitar así accidentes o choques con otras naves.
- *Amarre y Desamarre*: consiste en la operación de colocar las amarras de la nave en los amarraderos (o postes) para asegurarla a muelle.
- *Agenciamiento Marítimo*: coordinación de las operaciones portuarias del buque desde su llegada a las inmediaciones del puerto hasta que se retira del mismo.

Servicios a la Carga: Estos servicios se brindan para el embarque/desembarque de la carga y su almacenamiento y/o traslado. (Véase Figura 14)

Estiba y Desestiba: la estiba consiste en el movimiento de la carga desde el lado del buque (en el muelle) hasta el interior del mismo, mientras que la desestiba es la acción inversa.

Carga, tracción o transferencia: consiste en el movimiento de la carga desde el muelle hasta el costado de la nave o viceversa.

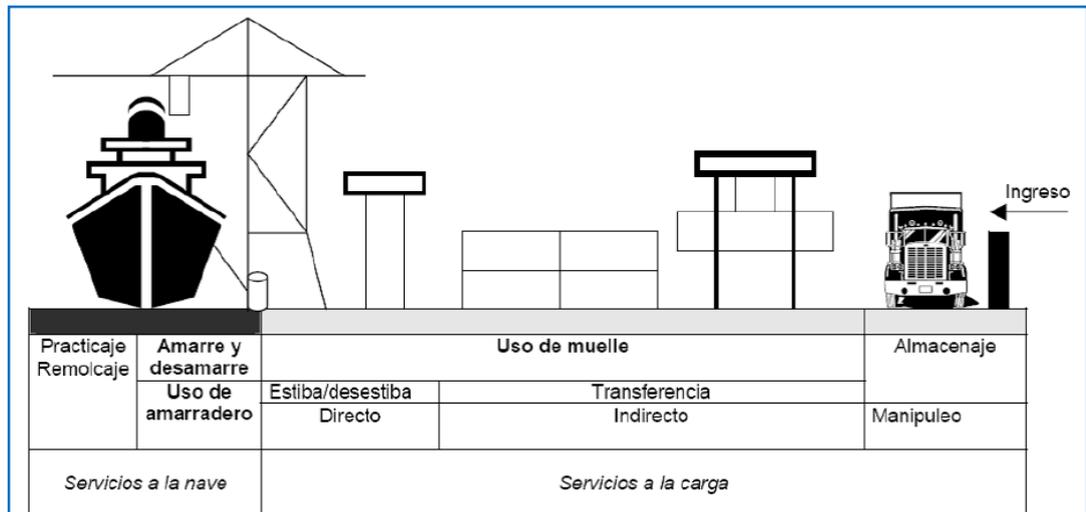
Manipuleo: consiste en la operación de apilamiento y/o arrumaje de la carga.

Almacenamiento o depósito: es el servicio de almacenamiento temporal dentro del área portuaria, con el objetivo de hacer el intercambio intermodal (es decir, entre modos de transporte), inspección o de transbordo.

Transporte horizontal: se refiere al traslado de la carga desde su almacenamiento o depósito dentro de las instalaciones del puerto hacia fuera del mismo, ya sea a un almacén externo (extraportuario) o hacia el mercado.

Dentro de los servicios mencionados, uno de los más importante es el de la manipulación de la carga, ya que “los costes de manipulación de la carga son los que constituyen un mayor porcentaje dentro del total de costes que debe soportar una mercancía que atraviesa por un puerto (aproximadamente entre un 70% y un 90%, dependiendo del tipo de bienes).

Figura 14: Operaciones portuarias



Elaboración propia

Además de los servicios a la nave y a la carga los buques necesitan otros servicios, los cuales se pueden agrupar en servicios auxiliares, servicios a la tripulación y servicios generales.

Dentro de los servicios auxiliares están el avituallamiento a las naves, reparaciones, pertrecho, aprovisionamiento, que incluye la provisión de combustible, agua, alimentos, etc., entre otros servicios auxiliares diversos.

Respecto a los servicios a la tripulación tenemos por ejemplo, los de atención médica; asimismo, en cuanto a los servicios generales tenemos los servicios de limpieza, dragado de las áreas comunes, señalización y balizamiento, entre otros (Víctor Alejandro Chang Rojas, Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un Enfoque No Paramétrico).

Modelos de gestión portuaria

Dependiendo de la intervención de la autoridad portuaria en la provisión de servicios, se mencionan:

- Landlord Port; bajo este modelo de organización, la autoridad portuaria es la propietaria de la infraestructura, mientras que la superestructura es de propiedad de terceros, normalmente privados que son los que brindan los servicios.
- Services Port; en este caso, es la autoridad portuaria la propietaria de la infraestructura, superestructura y equipamiento, siendo la responsable de todas las actividades o servicios en el puerto.
- Tool Port; este es un modelo intermedio entre los dos descritos, según el cual la autoridad portuaria es la propietaria de la infraestructura, mientras que gestiona la superestructura y equipamiento. Sin embargo, son terceros mediante contratos de concesión o licencias los que brindan los servicios portuarios.

Estos dos últimos modelos son llamados Comprehensive Ports, en los cuales la autoridad portuaria es propietaria de los activos. Las formas de organización portuaria más comunes en el mundo pertenecen a este grupo, tendencia a la cual el Perú no es ajeno. “(...) Existe una tendencia a nivel mundial en los puertos hacia el modelo de participación mixta entre el capital público y privado, generalmente para los puertos de gran tamaño”, Trujillo y Nombela (1999).

Exportación

En principio, la actividad comercial de exportación se permite realizar libremente, pero siempre debemos considerar aspectos tales como la naturaleza, volumen, peso, valor de la mercancía, así como las condiciones de su embalaje y el grado de riesgo que significa transportarla por vía marítima. En caso de exportarse mercancías restringidas, éstas deberán cumplir el control respectivo, ya sea obteniendo el certificado, permiso, autorización, registro o resolución exigido o pasando inspección a cargo de la autoridad competente.

b.2.2. Tasa de productividad

Los indicadores aquí considerados, también son indicadores de productividad parcial, pues representan índices preliminares generalmente utilizados para medir la eficiencia y productividad portuaria.

Estos indicadores son parciales en el sentido que revelan un acercamiento parcial a la eficiencia y productividad del puerto, producto del análisis de un sólo o determinado número de factores (“inputs”), sin tomar en cuenta las conexiones existentes con otros servicios (“outputs”) o con otros “inputs” (Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Revista CEPAL). Cabe precisar que su utilización data de más de treinta años aproximadamente.

En estos primeros estudios se plantea que la productividad debe considerar un solo puerto, dadas las diferencias existentes entre ellos (por el volumen de tráfico, tipo de carga movilizada, equipos con los que cuenta, etc.) A mediados de los 90’ estos indicadores comenzaron a ser empleados para realizar las comparaciones entre puertos y como instrumentos para fomentar la competencia.

Los indicadores univariantes son los comúnmente analizados y utilizados por los gestores y operadores portuarios, lo que se explica por el interés que tienen estos agentes por medir de una forma sencilla la productividad de sus actividades con distintos fines: posicionarse comercialmente, rendir cuentas de su explotación o verificar los efectos de las reformas emprendidas.

Dada la característica de parcialidad de estos indicadores a continuación se describen la forma de calcular estos índices enfatizando su utilidad, limitaciones y complemento con otros indicadores. La descripción de estos indicadores se realiza según el aspecto o el “input” portuario que afecta.

La denominación y definición de indicadores que a continuación se describen, trata de conservar en la medida de lo posible, las denominaciones y definiciones utilizadas comúnmente en la industria portuaria global.

Indicadores Operacionales

Estos indicadores tienen la finalidad de evaluar los tiempos de las naves referentes a la atención de las mismas en las instalaciones portuarias, el tiempo que las mercancías tardan en pasar por

el puerto, vale decir el tiempo de traslado desde la nave hasta algún medio de transporte (o navegación interior) y viceversa.

Los indicadores que nacen de analizar estos tiempos (y los ratios que se puedan obtener de estas) pueden ser denominados indicadores de servicio pues tratan de medir la calidad, velocidad y eficiencia del servicio que ofrece la instalación portuaria a sus usuarios (navieros y dueños de la carga).

Asimismo, se requiere identificar la capacidad básica de la instalación portuaria en términos de tamaño de naves que puede manejar, las cuales se denominara indicadores de capacidad operacional (Doerr, O., & Sánchez, R. J., Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. CEPAL, Agosto de 2006).

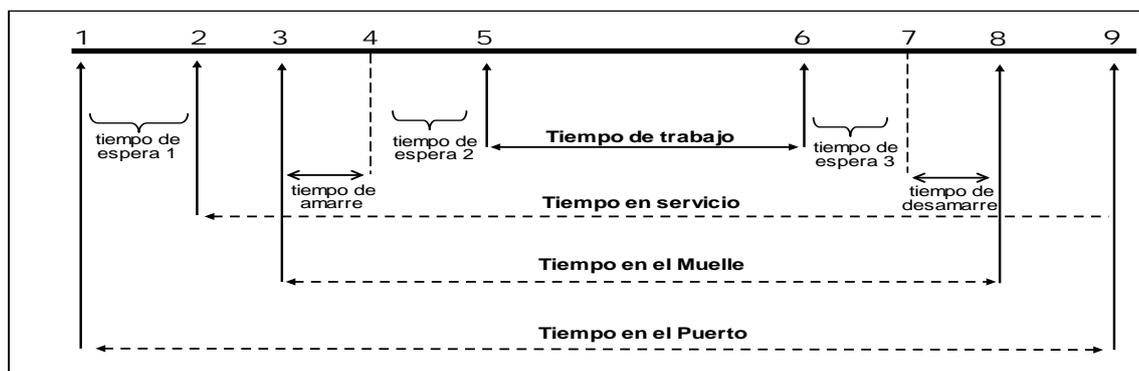
A continuación, se describen un conjunto de indicadores operacionales, los cuales se dividen en tres grupos: **tiempos de la nave, tiempos de la carga y capacidad operacional.**

Tiempo de la nave

El tiempo que transcurre una nave en un puerto es uno de los indicadores más importantes pues afecta de forma directa a los costos de las naves y que son transferidas en definitiva (parcial o totalmente) a los dueños de la carga, afectando la competitividad del comercio exterior.

En la siguiente figura, se muestra los principales tiempos que se deben medir desde que una nave recalca en el puerto hasta que zarpa. De estos tiempos es posible obtener otro conjunto de indicadores a modo de tasas o ratios que son bastante útiles no sólo para medir la eficiencia y productividad actual en un puerto, sino también que permiten realizar un seguimiento y monitorear las actividades de un puerto con eficacia en un mediano y largo plazo (Universidad Politécnica de Valencia – IIRSA, Evaluación de Los Principales Puertos de América del Sur, Análisis Institucional, técnico y económico, 2003).

Figura 15: Tiempos de las naves



Fuente: Adaptación y modificación de UNCTAD (1987)
Elaboración propia

La descripción (Véase figura 15) de los eventos serían:

- (T1) Arribo al puerto (hora punto de arribo)
- (T2) Práctico a bordo para inicio de maniobra (inicio de maniobra de ingreso a muelle)
- (T3) Inicio de atraque (primera línea)
- (T4) Fin de atraque (última línea)
- (T5) Inicio de las operaciones
- (T6) Fin de las operaciones
- (T7) Inicio de desatraque (primera línea)
- (T8) Fin de desatraque (última línea)
- (T9) Zarpe (hora de zarpe)

Sobre la base de lo definido, se determinan los indicadores de niveles de tiempo:

- ✓ Tiempo en Puerto = $T9 - T1$
- ✓ Tiempo en el Muelle = $T8 - T3$
- ✓ Tiempo de Trabajo = $T6 - T5$
- ✓ Tiempo de espera en bahía = $T2 - T1$

Sobre los tiempos de la nave, se debe mencionar que estos se encuentran afectados por el tipo de barco y la mercancía transportada, por lo cual es difícil tratar de dar valores de referencia válidos para un tipo de nave o puerto en general. Por ello y con la finalidad de realizar comparaciones fiables, una solución es realizar comparaciones según tipo de barcos.

Se debe señalar que en todos los casos de tiempos que se describen a continuación, los indicadores representan tiempos promedios y la forma de calcularlos se obtiene sumando el tiempo total de las naves, el cual se divide por el número de naves.

Es recomendable que el tiempo promedio se realice según tipo de nave y en el cual las unidades de medida de estos tiempos promedios se registran en número de horas.

De la misma forma, también es recomendable que el promedio de tiempos se efectúe según amarradero o muelle, pues podrían observarse diferentes tiempos promedio (inclusive para un mismo tipo de nave) lo cual podría deberse a la diferencia en capacidad respecto a los equipos que pueden soportar los amarraderos o el tamaño de naves que puede atracar en un amarradero (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Guía de Orientación al Usuario del Transporte Acuático, 2009).

Tiempo en puerto de la nave

Es el tiempo total de permanencia de una nave en el puerto, que corresponde al tiempo entre la recalada y el zarpe de la nave. Se denomina también tiempo de rotación (ship turn – round time). Este indicador es importante pues permite a las líneas navieras y a los usuarios determinar los costos de oportunidad implícitos y los costos de transporte marítimo respectivamente.

Si bien es un indicador valioso, en caso de ser elevado, por sí solo no permite inferir si el tiempo de permanencia de una nave es por razones de bajo rendimiento en las operaciones de carga/descarga o por retrasos (tiempos “muertos” derivados de falta de personal, huelgas, mareas fuertes, entre otros) que se dan en los puertos (Estrada Llaquet, J. L., Mejora de la competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de mando integral, 2007).

Tiempo en el muelle o tiempo bruto de la nave

Llamado también tiempo de estadía de nave y se define como el tiempo total en que una nave se encuentra atracada en un muelle. Corresponde al tiempo entre la primera espía de amarre y la última espía en desamarre (en la Figura 15, T8 – T3).

Este indicador si bien es importante, debe ser complementado con otros indicadores, puesto que en un puerto que las naves se demoren más que en otros, no significa que este sea ineficiente, una razón que muchas veces ocurre en la práctica se debe a que en este puerto recalcan naves que descarguen y embarquen un mayor tonelaje de carga o número de

contenedores (Universidad Politécnica de Valencia – IIRSA, Evaluación de Los Principales Puertos de América del Sur, Análisis Institucional, técnico y económico, 2003)

Tiempo de trabajo

Corresponde al tiempo total desde que la nave inicia las operaciones de estiba y desestiba de la carga hasta cuando éstas concluyen. Se define como el tiempo que transcurre desde que se inician y hasta que terminan las faenas de embarque y desembarque. Se excluyen los tiempos de atrasos no operacionales (Doerr, O., & Sánchez, R. J., Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura, 2006).

Tiempo de espera de la nave

Existen diferentes tiempos de espera que la nave debe sobrellevar sin ser atendido lo cual se debería a ineficiencias en las operaciones que se realizan dentro del puerto. Entre estos tiempos se tiene el tiempo de espera que se registra desde que la nave llega al puerto (bahía) hasta cuando se inicia las labores de practicaaje (en la Figura 15 representado por $T_2 - T_1$).

La importancia de calcular los tiempos de espera se debe, en resumen, a que representan retrasos que podrían ser evitados ya que son controlables, lo cual encarece innecesariamente el transporte marítimo.

De ahí la importancia de saber cuáles son las causas que originan estos tiempos de espera, como por ejemplo: no disponibilidad de muelle sin causa justificada, requerimientos de reparación o mantenimiento de la nave, condiciones de tiempo, no disponer de recursos de apoyo a tiempo como remolcadores, paralizaciones o huelgas, entre otras razones (Doerr, O., Políticas portuarias. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura Serie N° 159 . Santiago, Chile: Naciones Unidas, 2011).

Tiempos de la carga

Desde el punto de vista de la carga que se moviliza por los puertos, existen indicadores que son útiles (para exportadores/importadores) y se refieren al tiempo que la carga tarda en pasar por el puerto. La unidad de medida que se emplea para registrar los tiempos de la carga, varía según el tipo de indicador que se quiera medir (Apoyo Consultoría, Estudio sobre la Medición del Grado de Competencia Intraportuaria en el Terminal Portuario del Callao, 2015).

Tiempo de estacionamiento de la carga (dwell-time)

Periodo desde que la carga abandona la nave hasta que sale del puerto, o viceversa, habitualmente se mide en días. De forma evidente, cuanto menor el valor del indicador, mayor la eficiencia del puerto.

Un valor elevado para este indicador refleja la existencia de problemas en la gestión de la carga, que se puede deber a un mal funcionamiento de los servicios de aduanas e inspección de tipo sanitario o a ineficiencias en la coordinación entre llegadas de la mercancía al puerto y llegadas del medio de transporte (marítimo o terrestre) para ser trasladada.

La existencia de retrasos que elevan el tiempo de estacionamiento de la carga puede ser muy perjudicial para algunos tipos de mercancías, principalmente perecederos (frutas, verduras, pesca, etc.)(Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, Informe V, Calificaciones para la mejora de la Productividad, el Crecimiento del Empleo y el Desarrollo, 2008).

Si bien sería deseable conocer los motivos que pueden retrasar la salida de la carga, normalmente es difícil conseguir información desglosada sobre las causas del tiempo de estacionamiento de la carga. Los mejores valores para este tiempo de estacionamiento son generalmente observados en los grandes puertos, y están alrededor de los 7 - 12 días para mercancía general y 4 - 7 días para contenedores (Según Trujillo y Nombela).

Tiempo de permanencia

Es el tiempo que permanece la carga depositada en áreas de almacenamiento o acopio mientras espera ser embarcada en la nave o retirada por un medio de transporte terrestre.

Tiempo medio de permanencia

Es el total de toneladas por día de almacenamiento servidas en el terminal dividido por el tonelaje total de carga transferida por el terminal. Para contenedores, es el total de TEU por día de almacenamiento servido en la terminal dividida por el total de TEU transferido por la terminal.

Indicadores de capacidad operacional

Según Louis Berger el análisis de indicadores de capacidad física operacional tiene tres objetivos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Plan de Desarrollo de los Servicios de Logística de Transporte, 2011):

- Determinar la capacidad operacional, con el fin de determinar cuál es el nivel máximo de servicio.
- Determinar el equilibrio entre la demanda y oferta de servicios portuarios (cálculo de utilización versus capacidad), con el fin de planificar el desarrollo de nueva infraestructura y acondicionamiento de nuevos equipos (utilización); y
- Determinar factores de productividad, con el fin de identificar ineficiencias que estén encareciendo costos operativos y afectando negativamente los niveles de servicio (productividad).

Tamaño Máximo de nave

Se refiere al tamaño máximo de nave recalando en el terminal portuario o puerto, identificando el tipo de nave que corresponde. El indicador que se toma en cuenta es capacidad de la nave en TEU o en TM, de manera complementaria se toma en cuenta la eslora, manga y calado de las naves.

La utilidad de este indicador es que permite determinar si las capacidades de las infraestructuras son las adecuadas o si se encuentran al límite, entre otras consideraciones.

Permite analizar la capacidad de los factores siguientes:

- ✓ Canal de Acceso
- ✓ Profundidad de zonas de maniobras
- ✓ Profundidad de muelles

También ayuda a indicar el grado de ciertos estándares operacionales y de los equipos. A nave más grande, mayor quizás la especialización o la necesidad de nuevos equipos (Apoyo Consultoría, Estudio sobre la Medición del Grado de Competencia Intraportuaria en el Terminal Portuario del Callao, 2015).

Tamaño Promedio de nave

Este indicador se refiere al tamaño promedio de las naves que arriban a un puerto. En este caso es recomendable que se realice el cálculo del indicador según tipo de nave. Para hallar el tamaño promedio se toma en cuenta la capacidad de la nave en TEU o en TM, de manera complementaria se toma en cuenta la eslora, manga y calado de las naves.

Es de utilidad porque el tamaño promedio de nave que transita por un puerto guarda relación con el grado de desarrollo del puerto. Así, si el tamaño promedio de un puerto corresponde a naves tipo Panamax o Postpanamax entonces se podría inferir que el terminal o puerto posee un mayor desarrollo comercial a comparación de terminales que se caracterizan por el recalado de naves de menor porte como las naves alimentadoras (tipo “feeder”).

Al respecto, se debe resaltar el hecho de las diferencias que existen entre puertos especializados y los multipropósitos. Para los especializados será normal que se tome en cuenta sólo un tipo de nave mientras que para los multipropósitos se tendrá en cuenta cada tipo de nave, en el caso de no ser relevante algunos tipos, se considerarán los más importantes (Apoyo Consultoría, Estudio sobre la Medición del Grado de Competencia Intraportuaria en el Terminal Portuario del Callao, 2015).

Tasa bruta de naves (toneladas o TEU movidas por barco-hora)

El número total de contenedores o toneladas manipulados por las naves dividido por el tiempo bruto de las naves. Mide el número de contenedores o toneladas que se manipulan por hora y por nave, para lo cual se debe recopilar la información por amarradero.

Este indicador es importante para las líneas navieras, pues éstas requieren conocer de manera certera el tiempo en puertos de sus naves; y para el administrador portuario, debido a que le da una idea de la eficiencia del puerto en el manejo de la carga.

Un valor reducido indicaría una baja productividad y la necesidad de las naves de emplear más tiempo atracado en el puerto (Doerr, O., & Sánchez, R. J. Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura, 2006).

Tasa neta de la nave

La tasa neta de la nave es descrita como la tasa neta de las grúas multiplicada por la intensidad de grúas. Está determinada por la intensidad de grúas (o el número de grúas que trabajan en la nave), no solo por la productividad individual de la grúa.

Otra forma de calcular otra tasa de neta de la nave (más en relación a la tasa bruta) es dividir el número de contenedores manipulados sobre el tiempo neto de la nave (Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral Comisión Interamericana de Puertos, Informe De Actividades Del Comité Técnico Consultivo (CTC) Sobre Logística, Innovación y Competitividad, Propuesta: Plan Piloto Sobre Estadísticas e Indicadores Portuarios, 2013).

b.2.3. Servicios Conexos

Son aquellos servicios complementarios que son utilizados por los operadores portuarios en función a la influencia del espacio territorial:

Transporte Terrestre

Se encarga de trasladar las mercancías a nivel regional, nacional, o internacional del área de bodega a centros de consumo. El transporte de mercancías se realiza por carretera o ferrovías; no obstante, al margen del tipo, es el primer eslabón de la cadena de distribución física internacional en cuanto a movilidad se refiere.

La operación del transporte por carretera está circundada por muchos elementos: La organización empresarial, la capacidad del parque automotor, los costos de operación, las políticas y normas, usos y costumbres, entre otros, que inciden sobre el costo del flete y que no deben ser ajenos al conocimiento de cualquier empresa generadora de carga.

El Reglamento Nacional de Administración de Transportes aprobado mediante Decreto Supremo N° 009-2004-MTC (que deroga el Decreto Supremo N° 040-2001-MTC), define al transportista como una persona natural o una persona jurídica que presta servicio de transporte terrestre de mercancías, para lo cual cuenta con autorización o concesión, según corresponda, otorgada por la autoridad competente.

Definición precisa de la situación

¿Cuál es la situación existente entre las componentes ESTADO DE LA CADENA LOGÍSTICA Y COMPETITIVIDAD PORTUARIA?

El estado de la Cadena Logística se mide a través de la administración donde se promueva la coordinación de los actores públicos y privados en planificar, implementar y controlar el flujo de medios de transportes (terrestres y marítimos) y medios de carga y/o servicios y el flujo de información (órdenes de atención), los cuales en su conjunto deben ser eficaces y eficientes para la competitividad portuaria del país.

En tal contexto, las actividades logísticas del puerto del Callao requieren de una adecuada coordinación para optimizar el funcionamiento del proceso, reducir costos y potenciar un mejor nivel de servicio.

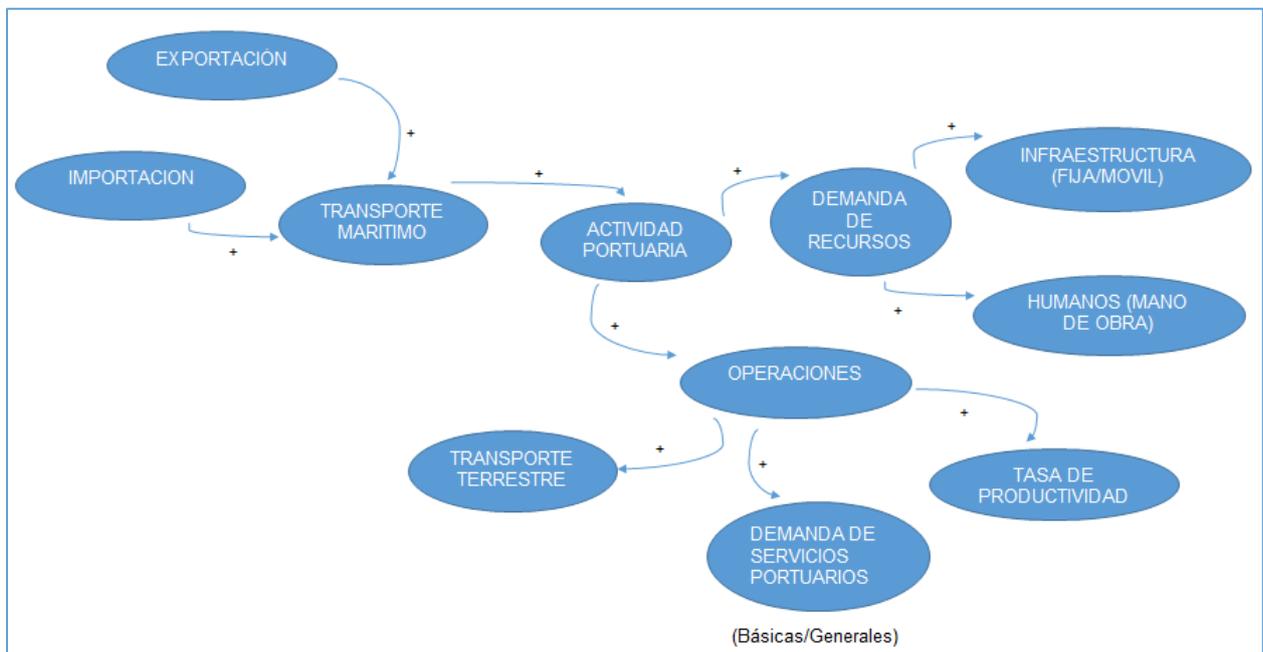
La idea de valor para el cliente no se genera en un lugar determinado, sino a lo largo de toda la cadena logística en consecuencia la gestión logística se convierte así en una importante herramienta de la estrategia competitiva.

Es importante indicar que los servicios competitivos y costos adecuados, en definitiva, contribuyen a la competitividad de las exportaciones y un adecuado costo de importación, teniendo como escenario la ciudad y el puerto -desde origen y destino (hinterland, foreland y entorno portuario).

Construcción del Diagrama Causal

A continuación se muestra el Diagrama Causal elaborado para la primera hipótesis, donde se pueden observar los factores e indicadores relevantes para demostrar que existe la relación entre el Estado de la Cadena Logística y La Competitividad Portuaria. (Véase Figura 16).

Figura 16: Estado de la Cadena Logística y Competitividad Portuaria.



Elaboración propia.

Este diagrama causal busca reflejar, cómo el desarrollo de la logística se ha convertido a través del tiempo en una ventaja competitiva para el puerto dado los avances tecnológicos, alta competencia y mayor exigencia del comercio exterior.

Observado de este modo, representaremos el estado de la cadena logística a través de la exportación e importación, ya que estos generan el transporte marítimo, razón por la cual se consideran como factores determinantes.

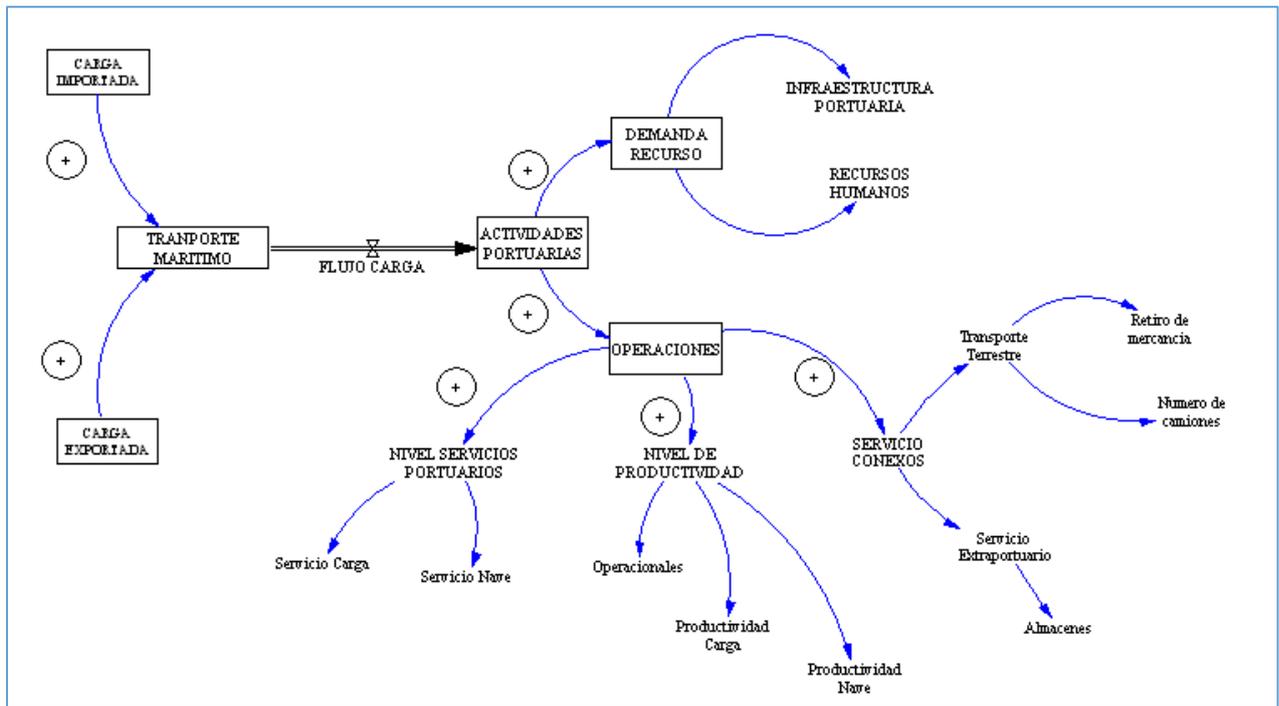
Respecto a la competitividad de las actividades portuarias, ella estaría determinada por:

- La demanda de recursos; siendo los aspectos más relevantes la infraestructura con la que cuenta el puerto y el recurso humano, el cual se refiere a la cantidad de mano de obra de trabajo.
- Las operaciones del puerto; en este caso nos referimos como factores relevantes el transporte terrestre (cantidad de camiones utilizados), la demanda de servicios portuarios (tanto básicos como generales) y la tasa de productividad (por Tipo de Carga).

Construcción del Diagrama de Forrester

En esta fase de la metodología se pasa a elaborar el diagrama de Forrester a partir del uso de variables de flujo y variables de estado. (Véase figura 17)

Figura 17: Modelo en Diagrama de Forrester



Elaboración propia

En este diagrama se representaran los factores plasmados en el diagrama causal en función de variables de nivel las cuales son acumulaciones y las variables de flujo son las razones de cambio. Así se identifican:

Las variables de estado o "niveles" se definen como aquellos elementos que muestran en cada instante la situación del modelo, representan una acumulación y varían solo en función de los "flujos". En nuestro caso: Carga Importada y Exportada, el Flujo de Carga, Actividades Portuarias y dentro de ella Operaciones y Demanda de Recursos. A su vez el factor operaciones tiene también sus variables de estado que vendrían a ser Nivel de Servicios, Nivel de Productividad y Servicios Conexos.

Las Variables de Flujo son las razones de cambio, válvulas o "flujos" son elementos que determinan las variaciones de los niveles. Las variables de flujo caracterizan las acciones que se toman en el sistema, las cuales quedan acumuladas en los correspondientes niveles. En nuestro diagrama serían todos los aspectos que se encuentran al final de las cadenas, como servicio de carga, servicio de nave, productividad y los restantes que se muestran.

3.2.2. Componente Participación de la comunidad portuaria y desarrollo en conjunto en las actividades portuarias

Descripción Verbal del Sistema:

Desarrollo en Conjunto

a. Flujo de carga

Los puertos son los principales nodos de la red física del transporte marítimo. Éstos son competitivos y cumplen su función siempre y cuando sean capaces de ofrecer al comercio internacional y a las líneas navieras, servicios rápidos, flexibles y seguros.

La influencia de la función logística en los puertos sobre la competitividad del comercio exterior de un país es muy alta y se considera sobre:

a.1. Nivel de demanda

En este punto se consideran las variaciones producidas en el consumo de los bienes transportados vía marítima y terrestre que unidas a la evolución del sector del transporte, alteran la demanda de los servicios portuarios.

a.2. Nivel de Oferta

En este caso la oferta se origina debido a la competencia desatada por el tráfico existente en cada momento a dos niveles: uno interno (intraportuario), entre las diferentes empresas que prestan servicios en el puerto, y otro externo (interportuario), que obliga a las distintas instalaciones a competir entre ellas por el tráfico (Consejo de Transporte de Lima y Callao. Transporte de Carga en Área Metropolitana de Lima y Callao. Perú.2007).

Participación de la Comunidad Logística Portuaria

En esta componente nos referimos a la participación de los principales actores de la Comunidad Portuaria, entre los que destacan:

- ✓ Usuarios
- ✓ Navieras
- ✓ Autoridades Competentes:
 - MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones
 - DGTA, Dirección General de Transporte Acuático
 - APN, Autoridad Portuaria Nacional
 - DICAPI, Dirección General de Capitanías y Guardacostas
 - SUNAT, Superintendencia Nacional de Administración Tributaria
 - INDECOPI, Instituto de Defensa del Consumidor y Propiedad Privada
 - SMI, Sanidad Marítima Internacional

DIGEMIN, Dirección Nacional de Migraciones y Naturalización
OSITRAN, Organismo Regular de la Infraestructura Pública y Transportes
MINCETUR, Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
GR, Gobierno Regional
GL, Gobiernos Locales (municipalidades)
PNP, Policía Nacional del Perú.

- ✓ Empresas prestadoras de Servicios Portuarios
- ✓ Agentes Marítimos
- ✓ Terminales e Instalaciones Portuarias
- ✓ Peritos/Surveyor/Brokers/ Comisionistas/ Agente de Aduana.

a. Gestión de Documentos FAL

Esta gestión queda definida por las disposiciones exigidas a los armadores (dueños de la nave), por las autoridades públicas desde la llegada, permanencia en un puerto y salida de un buque; ello no significa, en modo alguno, que no deban presentarse a las autoridades competentes ciertos certificados y otros documentos del buque relativos a la matrícula, dimensiones, seguridad, tripulación del mismo, así como cualquier otros datos.

Esta gestión es realizada con el fin de facilitar el transporte marítimo mediante la simplificación y reducción al mínimo de los trámites, documentos y formalidades relacionados con la llegada, estancia en puerto y salida de los buques que efectúan viajes internacionales.

Las autoridades públicas exigirán a la llegada o salida de buques, a los cuales se aplica el Convenio FAL 65, la entrega de los siguientes documentos previstos:

- Declaración general de arribo y zarpe (entrada y salida de la nave)
- Declaración marítima de sanidad (entrada de la Nave)
- Lista de Narcóticos (entrada de la Nave)
- Declaración de las Provisiones a bordo (entrada y salida de la nave)
- Declaración de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias (entrada de la nave)
- La lista de la tripulación (entrada y salida de la nave)
- La lista de pasajeros (entrada y salida de la nave)
- Declaración de la Carga - mercancía peligrosa (entrada y salida de la nave)

Las autoridades Públicas que intervienen son:

(a) **Participación de la APN** es calculado como el total de declaraciones opinadas (*Declaración General arribo y Declaración General zarpe*) declaraciones entre el total de declaraciones presentadas.

(b) **Participación de DIRESA** es calculado como el total de declaraciones opinadas (*Declaración Marítima de Sanidad y Lista Narcóticos*) entre el total de declaraciones presentadas para opinión.

(c) **Participación de DICAPI** es calculado como el total de certificados opinados (*Declaración de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias*) entre el total de certificados presentados para opinión.

(d) **Participación de DIGEMIN** es calculado como el total de listas opinadas (*Lista de tripulantes y pasajeros*) entre el total de listas presentadas para opinión.

(e) **Participación de SUNAT** es calculado como el total de declaraciones opinadas (*Declaración de las Provisiones a bordo*) entre el total de declaraciones presentados para opinión (Convenio FAL 65).

b. Control de entrada y salida de nave

Durante el proceso de recepción y despacho de naves existen una gran cantidad de documentos que tiene que presentar la nave al momento de ingresar y salir del puerto.

Es por ello y dado el gran número de datos que se manejan en el Perú, se han implementado sistemas como el REDENAVES (Recepción y Despacho de Naves) Electrónico, Componente Portuaria –a su vez componente de la VUCE- que son actualmente los medios más adecuados para la autorización de la nave al arribo y zarpe de puerto, así como los servicios que se prestan para el tratamiento de las mercancías y la seguridad del recinto portuario (Convenio para Facilitar el Tráfico Marítimo Internacional - FAL 65).

c. Tiempo de suministro de transporte

Durante el proceso de suministro de transporte se considera para el retiro de mercancía la relación directa entre los actores: agentes de transportes y el terminal portuario. Indicador tiempo de suministro de transporte, se considera el tiempo en que toma un camión desde que ingresa al puerto hasta que se sale de las instalaciones para dejar o retirar la mercancía en el camión (D.S 014-2005 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Reglamento de Recepción y Despacho de Naves en los Puertos de la República del Perú - REDENAVES).

Definición Precisa de la Situación

¿Cuál es la situación existente entre las componentes PARTICIPACIÓN DE COMUNIDAD PORTUARIA Y DESARROLLO CONJUNTO (Actividad Portuaria)?

La competitividad y gerenciamiento portuario están influenciados por muchos intereses debido a la participación de un sin número de autoridades y actores en el transporte marítimo.

Debido a ello, el puerto del Callao debe actualizar constantemente sus prácticas gerenciales y desarrollar planes estratégicos eficientes, que les permita mantenerse competitivo.

Hoy en día en la mayoría de los países, los puertos son considerados como promotores, generadores y creadores de riqueza y desarrollo, por esta razón, la búsqueda de una competitividad ligada a un desarrollo integrado, permitirá que se comience a manejar el concepto de valor agregado para la actividad portuaria orientado tanto a beneficio del puerto como de su área de influencia.

Construcción del diagrama causal

A continuación se muestra en la Figura 18, el diagrama causal de la participación de la comunidad portuaria y el desarrollo conjunto:

**Figura 18: Participación de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto
(Ciudad – Puerto)**



Elaboración propia

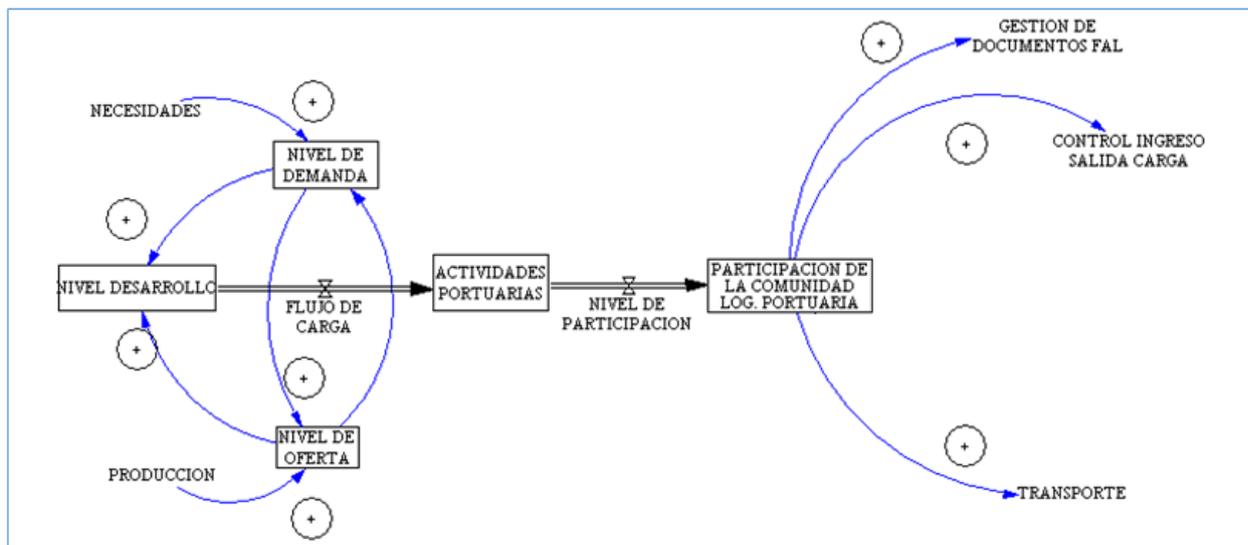
En este diagrama se plasma como factores elementales del desarrollo conjunto para las actividades portuarias, el nivel de oferta y de demanda, ambos en función directa de la exportación e importación, generando a su vez el flujo de carga.

Por otro lado, para representar la participación de la Comunidad Portuaria se consideró la gestión de documentos FAL (gestión creada para facilitar el transporte marítimo), así como el control de entradas y salidas de carga y también los tiempos de suministro de transporte. Todos estos aspectos que son determinados por el rol desempeñado por cada uno de los actores que intervienen en el flujo de mercancía dentro de la cadena logística.

Construcción del diagrama de Forrester

A continuación se muestra en la Figura 19, el diagrama de Forrester elaborado para el segundo Diagrama Causal.

Figura 19: Diagrama de Forrester: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto)



Elaboración propia.

En este diagrama en forma similar al caso anterior, se debe identificar como variables de estado o nivel, a todos aquellos factores que se encuentran en rectángulos, como son el nivel de demanda y de oferta, actividades portuarias y participación de la comunidad logística; todas ellas, variables que acumulan los flujos que vendrían a ser las variables restantes que se muestran en el diagrama, las cuales se acumulan en las variables de estado.

3.3. Aplicación de la metodología en AFC

El presente trabajo tiene la aplicación de análisis factorial confirmatorio, procedimiento de análisis encuadrado en los modelos de ecuaciones estructurales, para la determinación y desarrollo del modelo utilizándose los programa informáticos LISREL v. 8.8 (Scientific Software International, 2006).

En la aplicación de la metodología de esta técnica se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Preparación de los datos y condiciones previas
- b) Identificación de modelos AFC
- c) Estimación de los parámetros del modelo AFC
- d) Ajuste del modelo AFC

En el presente trabajo obtendremos dos modelos de ecuaciones estructurales que determinaran la relación entre:

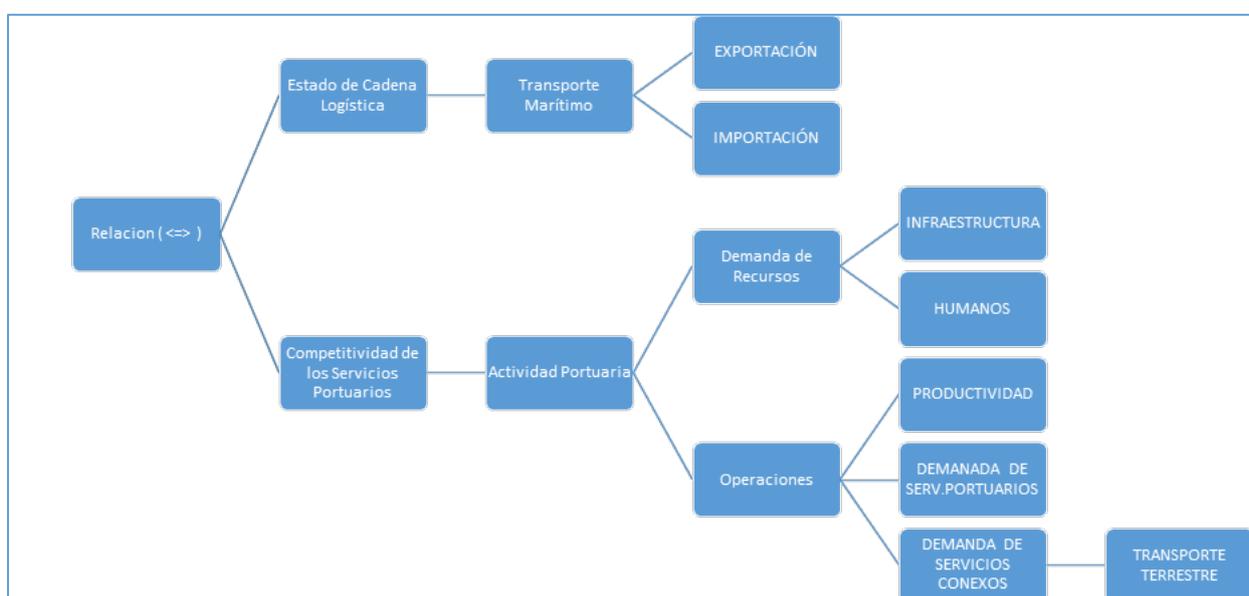
- Estado de la cadena logística y Competitividad Portuaria.
- Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad - Puerto).

3.3.1. Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Para determinar la relación entre las variables latentes: Estado de la cadena logística y Competitividad portuaria, como proceso inicial se consideró el esquema relacional de la figura 20, construido y evaluado en Dinámica de Sistemas, fase de diagrama causal.

Especificación del modelo

Figura 20: Modelo relacional: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria



Elaboración propia

Considerando como especificación del modelo inicial de la figura 20, se debe realizar la identificación de las variables latentes y observadas.

Variable de latentes

- Estado de cadena logística
- Competitividad Portuaria

Variabes observadas

- Transporte marítimo mediante flujo de carga exportación e importación

- Actividad Portuaria mediante la evaluación de la demanda de recursos y nivel de operaciones.

Continuando con los pasos para realizar la aplicación de Análisis Factorial Confirmatorio, tenemos:

a) Preparación de los datos y condiciones previas

Los datos que utilizamos referente al Estado de Cadena Logística y Competitividad Portuaria, tienen como fuente de información a la Autoridad Portuaria Nacional –Perú.

Para aplicar la técnica de análisis factorial confirmatorio, los datos deben cumplir los supuestos permitidos, siguientes:

1. Nivel de medida Indicadores en nivel de intervalo o de razón, caso ordinal
2. Los indicadores deberían tener un mínimo de 4 valores.
3. Distribución normal de los datos, control de outliers.
4. Homocedasticidad.
5. Tratamiento adecuado de los datos perdidos.
6. Tipo de relaciones lineales y aditivas.
7. Ausencia de multicolinealidad.
8. Variables relevantes.
9. Modelo supra identificado.
10. Número mínimo de observaciones
11. Indicadores por variable latente
12. Número de indicadores
13. Varianzas relativas

Los datos ingresados para este modelo denominado de dos factores correlacionados - Estado de cadena logística y competitividad portuaria, utilizaremos el software LISREL para realizar los supuestos mencionados.

A continuación se presenta en la figura 21, la sintaxis en LISREL para la carga de datos de entrada para el modelo:

Figura 21: Carga de datos: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

```
DATE: 11/25/2015
                                TIME: 19:01

                                BY
                                Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

                                This program is published exclusively by
                                Scientific Software International, Inc.
                                http://www.ssicentral.com

                                Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2012
                                Use of this program is subject to the terms specified in the
                                Universal Copyright Convention.

The following lines were read from file F:\maratuech\HIP01.SPJ:

Raw Data from file 'F:\maratuech\DATA1.LSF'

sy='F:\MARATUECH\DATA1.LSF'
ou cm
```

Donde 'F:\maratuech\DATA1.LSF' Ubicación donde se encuentra la data relacionados a los indicadores véase anexo tabla 1-12.

```
Latent Variables

CADENALOG
CSP

Relationships

IMPOR = CADENALOG
EXPOR = CADENALOG
INFRA = CSP
HUMA = CSP
PRODUC = CSP
SERVPORT = CSP
TERRES = CSP
```

Dónde:

CADENALOG: Estado de la cadena Logística

CSP: Competitividad portuaria

IMPOR = Importación

EXPOR = Exportación

INFRA = Infraestructura

HUMA = Demanda de recursos humanas

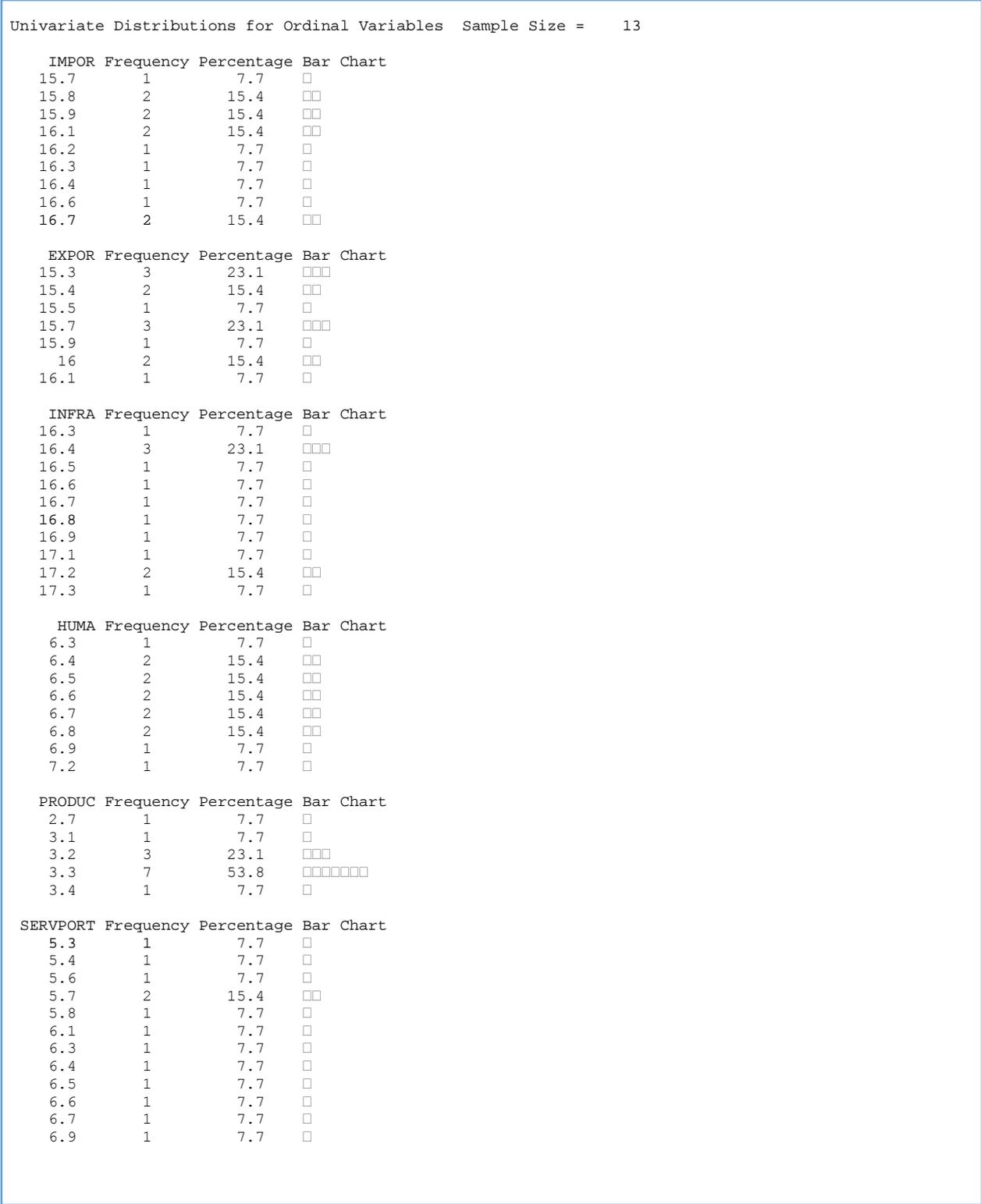
PRODUC = Nivel de Productividad

SERVPORT = Demanda de servicios portuarios

TERRES = Demanda de servicios conexos

La data ingresada denominada DATA1.LSF contiene datos transformados Véase figura 22, del conjunto de datos se observa por indicador nivel de medida continua y que el tamaño de 13 valores para cada indicador. Asimismo, se pueden observar los datos originales ingresados en cada variable en la sección anexos, donde corresponde a éste primer modelo desde la tabla 1 hasta la tabla 20, indicándose en cada una de ellas a que variable pertenece.

Figura 22: Distribución de frecuencia: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.



TERRES	Frequency	Percentage	Bar Chart
9.1	1	7.7	□
9.2	3	23.1	□□□
9.4	2	15.4	□□
9.5	1	7.7	□
9.9	1	7.7	□
10	4	30.8	□□□□
10.1	1	7.7	□

En la figura 23, se observa las estadísticas descriptivas de las variables que comprende a cada uno de los indicadores relacionados a las variables latentes.

Figura 23: Estadísticas Descriptivas: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Univariate Marginal Parameters

Variable	Mean	St. Dev.	Thresholds						
IMPOR	2.067	1.450	0.000	1.000	1.642	2.207	2.493	2.796	
EXPOR	1.662	2.258	0.000	1.000	1.444	2.797	3.325	4.882	
INFRA	1.544	1.083	0.000	1.000	1.226	1.439	1.648	1.862	
HUMA	2.067	1.450	0.000	1.000	1.642	2.207	2.796	3.546	
PRODUC	3.512	2.463	0.000	1.000	2.790	7.025			
SERVPORT	3.512	2.463	0.000	1.000	1.699	2.790	3.275	3.750	
TERRES	1.544	1.083	0.000	1.000	1.439	1.648	1.862	3.088	

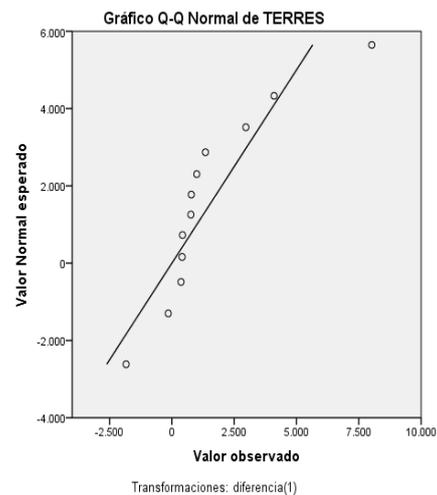
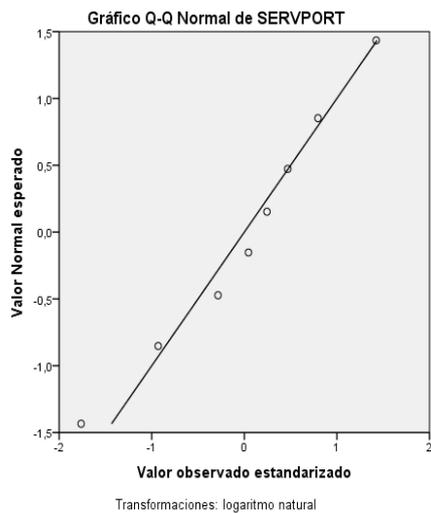
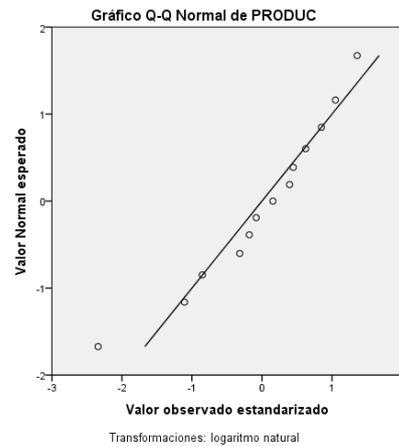
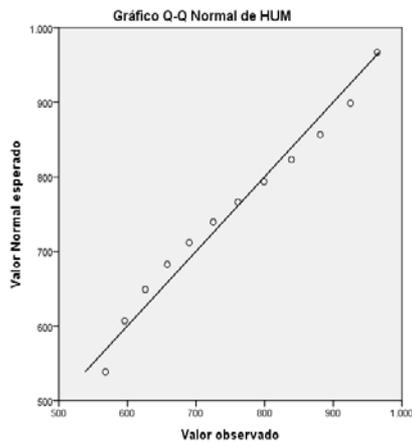
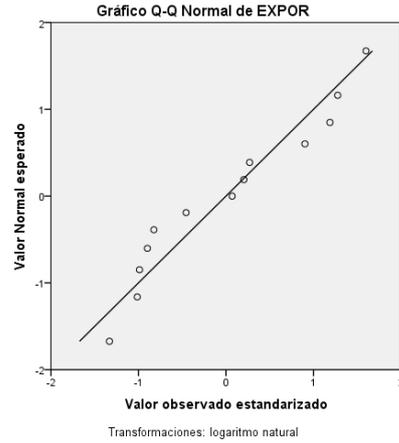
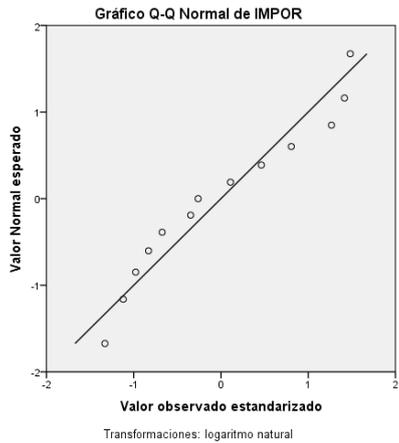
There are 13 distinct response patterns, see FREQ-file.

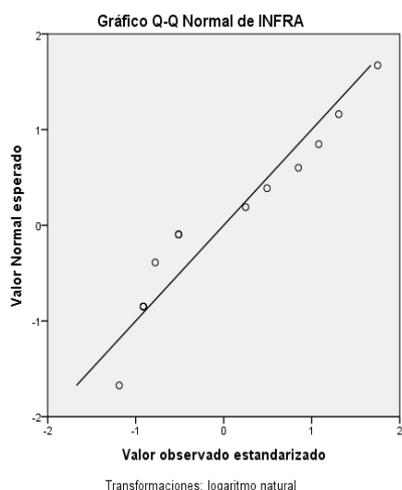
The 13 most common patterns are :

1	16.70	16.10	17.30	7.20	3.30	6.90	10.00
1	16.70	16.00	17.20	6.90	3.30	6.70	10.00
1	16.60	16.00	17.20	6.80	3.30	6.60	10.10
1	16.40	15.90	17.10	6.80	3.40	6.50	10.00
1	16.30	15.70	16.90	6.70	3.30	6.40	10.00
1	16.10	15.70	16.70	6.70	3.20	6.30	9.90
1	16.20	15.70	16.80	6.60	3.30	6.10	9.50
1	16.10	15.50	16.60	6.60	3.30	5.80	9.40
1	15.90	15.40	16.50	6.50	3.30	5.70	9.40
1	15.80	15.40	16.40	6.50	3.20	5.70	9.20
1	15.80	15.30	16.40	6.40	3.20	5.60	9.20
1	15.90	15.30	16.40	6.40	3.10	5.40	9.20
1	15.70	15.30	16.30	6.30	2.70	5.30	9.10

A continuación se demuestra a través del Grafico Q-Q y test de Kolmogorov Smirnov que los datos del conjunto de indicadores presentan distribución normal (Véase figura 24).

Figura 24: Pruebas de Normalidad: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.





En los gráficos Q-Q representa la distribución de los datos de las variables observadas: IMPO, EXPOR, HUM, PRODUC, SERVPORT, TERREST e INFRA.

A continuación, se menciona la transformación de las variables, para que cumplan con el supuesto de Normalidad.

IMPO (Logaritmo natural)

EXPOR (Logaritmo natural)

HUM (Eliminación de datos atípicos (outlier))

PRODUC (Logaritmo natural)

SERVPORT (Logaritmo natural)

TERREST (Diferencia (-1))

INFRA (Logaritmo natural)

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		IMPOR	EXPOR	HUM	PRODUC	SERVPORT	TERRES	INFRA
N		13	13	13	13	13	13	13
Parámetros normales ^{a,b}	Media	11127023	6422674,7	694,87	3084,1	393,38	160093	95,31
	Desviación estándar	3912306,587	1900801,984	243,235	470,585	360,089	608873,216	8,118
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,188	,178	,224	,113	,247	,250	,241
	Positivo	,188	,178	,134	,063	,247	,236	,241
	Negativo	-,136	-,121	-,224	-,113	-,137	-,250	-,126
Estadístico de prueba		,188	,178	,224	,113	,247	,250	,241
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,073 ^c	,200 ^{c,d}	,029 ^c	,026 ^c	,038 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El test de Kolmogorov-Smirnov, demuestra la normalidad de los datos. Donde se considera como hipótesis nula que los datos de las variables no tiene distribución normal; caso contrario con la hipótesis alterna.

De la tabla del Test de Kolmogorov – Smirnov, el p-valor con corrección de significación de lilliefors y un límite inferior de 0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.02, 0.02, 0.03 respectivamente, concluye que rechazamos hipótesis nula, por consiguiente los datos tienen distribución normal.

En la figura 25 con ausencia de multicolinealidad y la presencia homocedasticas, se confirma a través de la prueba de ANOVA, de acuerdo con la hipótesis nula indica que las variables presenta las características de multicolinealidad; con este p-valor de todos las variables alrededor 0.0000 valores significativas

Figura 24: Pruebas de homocedasticidad: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Prueba de ANOVA						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
IMPOR	10,255	13	,000	11127023,000	8762839,79	13491206,21
EXPOR	12,183	13	,000	6422674,769	5274031,63	7571317,91
HUM	10,300	13	,000	694,870	547,88	841,86
PRODUC	23,630	13	,000	3084,154	2799,78	3368,53
SERVPORT	3,939	13	,002	393,385	175,79	610,98
TERRES	9,480	13	,000	1600938,462	1233000,06	1968876,86
INFRA	42,332	13	,000	95,308	90,40	100,21

b) Identificación de modelos AFC

En la síntesis de los resultados se muestran la matriz de Covarianzas de las variables observadas (Véase Figura 26). Los cuales representan el grado de variación conjunta que existe entre cada par de variables.

Figura 25: Matriz de covarianza: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Covariance Matrix							
	IMPOR	EXPOR	INFRA	HUMA	PRODUC	SERVPORT	TERRES
IMPOR	2.312						
EXPOR	3.246	5.607					
INFRA	1.570	2.444	1.289				
HUMA	2.064	3.273	1.559	2.312			
PRODUC	2.907	4.358	2.237	2.967	6.673		
SERVPORT	3.485	5.561	2.658	3.571	5.021	6.673	
TERRES	1.494	2.391	1.155	1.485	2.330	2.557	1.289

Total Variance = 26.156 Generalized Variance = 0.0449

Largest Eigenvalue = 22.528 Smallest Eigenvalue = 0.111

Condition Number = 14.241

c) Estimación de los parámetros del modelo AFC

Observemos la Figura 27, en ella tenemos la matriz de correlación entre las variables latentes o factores (Estado de la Cadena Logística y Competitividad Portuaria), en los resultados “Correlation Matrix of Independent Variables” en la cual se puede observar que la variable Competitividad Portuaria esta fuerte y positivamente correlacionada con la variable Estado de la Cadena Logística, esto indicado por la ponderación de 0.997.

Asimismo la corrida nos arroja los parámetros de relación entre las variables observadas hacia sus respectivas variables latentes (factores), en el resultado denominado “Measurement Equations”.

En este ítem el programa nos proporciona (Véase Figura 27):

- a) los coeficientes (parámetros) de cada una de las variables observadas para formular nuestro sistema de ecuaciones, que se formulará en el Capítulo 4 de Resultados; ahora interpretaremos el significado de cada uno de estos parámetros (resaltado en plomo).
- b) Su error Estándar (letras en rojo).
- c) Valores de los Estadísticos de Prueba (z-value, p-value).
- d) Coeficiente de Determinación (R^2).

Tomemos, por ejemplo, la ecuación que vincula la variable IMPORT con el factor CADENALO donde el parámetro estimado es **1.434**; su error estándar, **0.315**; y el valor de Z es **23.57** y el de P es **0.0**.

La magnitud de los parámetros muestra el cambio (positivo o negativo) resultante en la variable observada, producido cuando la variable latente (factor) cambia una unidad en tanto que las demás variables se mantienen constantes.

Por ejemplo, en nuestro caso, para la ecuación $IMPORT=1.434 * CADENALO$ indica que el incremento en CADENALO supone un incremento proporcional a 1.434 en IMPORT y el error estándar (0.315 para la variable IMPORT) muestra con qué grado de precisión se ha estimado el parámetro: mientras más pequeño sea, más precisa habrá sido la medida.

Los valores “Z” y “P” se utilizan para contrastar la hipótesis de que el parámetro es distinto de 0 en la población, se acepta la hipótesis respecto a la valides del parámetro obtenido si el valor absoluto de “Z” es superior a 1.96, lo que supone en tal caso una significación de $p=.05$. En este modelo obtenemos como valores de Z obtenido es 2.005 y del P es 0.045, lo cual prueba la valides del parámetro.

En la salida se ofrece, finalmente, otra información relevante: las varianzas de error (que, al ser parámetros libres, vienen acompañadas del correspondiente error estándar y los valores de “Z” y “P”), así como la correlación múltiple al cuadrado R^2 (que muestra la calidad de modelo representado en esta ecuación).

Para el ejemplo que hemos comentando, la varianza de error de la variable IMPORT es **0.255**; el error estándar, **0.127**; el valor de Z es **2.005** y del P es **0.045** y el valor de R² es **0.890**.

Figura 26: Estimación de parámetros: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Correlation Matrix of Independent Variables		
	CADENALO	CSP
CADENALO	1.000	
CSP	0.997 (0.020) 51.052	1.000
Number of Iterations = 7		
LISREL Estimates (Maximum Likelihood)		
Measurement Equations		
IMPOR	= 1.434*CADENALO, Errorvar.= 0.255, R ² = 0.890	
Standerr	(0.315)	(0.127)
Z-values	4.547	2.005
P-values	0.000	0.045
EXPOR	= 2.263*CADENALO, Errorvar.= 0.485, R ² = 0.913	
Standerr	(0.486)	(0.273)
Z-values	4.657	1.778
P-values	0.000	0.075
INFRA	= 1.088*CSP, Errorvar.= 0.106, R ² = 0.918	
Standerr	(0.232)	(0.0529)
Z-values	4.687	1.998
P-values	0.000	0.046
HUMA	= 1.441*CSP, Errorvar.= 0.236, R ² = 0.898	
Standerr	(0.314)	(0.112)
Z-values	4.591	2.121
P-values	0.000	0.034
PRODUC	= 2.048*CSP, Errorvar.= 2.481, R ² = 0.628	
Standerr	(0.597)	(1.005)
Z-values	3.433	2.469
P-values	0.001	0.014
SERVPOR	= 2.452*CSP, Errorvar.= 0.660, R ² = 0.901	
Standerr	(0.532)	(0.314)
Z-values	4.606	2.104
P-values	0.000	0.035
TERRES	= 1.052*CSP, Errorvar.= 0.183, R ² = 0.858	
Standerr	(0.239)	(0.0810)
Z-values	4.408	2.256
P-values	0.000	0.024

d) Ajuste del modelo AFC

En ésta fase el programa nos brinda una serie de valores que sirven como estadísticos de Bondad de Ajuste, de los cuales nosotros solo validaremos el modelo interpretando el siguiente:

1. P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.999

La probabilidad de que el valor RMSEA sea inferior a 0.05 es para nuestro modelo 99.9%.

(Donde RMSEA es Error Medio Cuadrático de Aproximación).

Para interpretar dicho resultado debemos saber que los lineamientos de interpretación de este índice son:

- Cuando el RMSEA presenta valores menores a 0.10 se tiene una indicación de **buen ajuste** entre el modelo de medición y la estructura de los datos.
- Cuando los valores del RMSEA resultan menores a 0.05 el ajuste entre el modelo y los datos es considerado **superior**.
- Cuando los valores del RMSEA resultan menores a 0.01 el ajuste entre el modelo y los datos es **sobresaliente**.

Para nuestro caso, en la Figura 28, se prueba con una probabilidad de 99.9% que el valor del RMSEA es menor a 0.05, lo que significa que el modelo de medición elaborado tienen un ajuste superior.

Figura 27: Bondad de ajuste: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria.

Log-likelihood Values	
Estimated Model	Saturated Model
Number of free parameters(t)	15
-2ln(L)	53.463
AIC (Akaike, 1974)*	83.463
BIC (Schwarz, 1978)*	91.937
	28
	50.655
	106.655
	122.473
*LISREL uses AIC= 2t - 2ln(L) and BIC = tln(N)- 2ln(L)	
Goodness of Fit Statistics	
Degrees of Freedom for (C1)-(C2)	13
Maximum Likelihood Ratio Chi-Square (C1)	2.808 (P = 0.9985)
Browne's (1984) ADF Chi-Square (C2_NT)	2.511 (P = 0.9992)
Estimated Non-centrality Parameter (NCP)	0.0
90 Percent Confidence Interval for NCP	(0.0 ; 0.0)
Minimum Fit Function Value	0.216
Population Discrepancy Function Value (F0)	0.0
90 Percent Confidence Interval for F0	(0.0 ; 0.0)
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.0
90 Percent Confidence Interval for RMSEA	(0.0 ; 0.0)
P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05)	0.999
Expected Cross-Validation Index (ECVI)	3.308
90 Percent Confidence Interval for ECVI	(3.308 ; 3.308)
ECVI for Saturated Model	4.308
ECVI for Independence Model	16.489
Chi-Square for Independence Model (21 df)	200.355

Normed Fit Index (NFI)	0.985
Non-Normed Fit Index (NNFI)	1.100
Parsimony Normed Fit Index (PNFI)	0.610
Comparative Fit Index (CFI)	1.000
Incremental Fit Index (IFI)	1.059
Relative Fit Index (RFI)	0.975
Critical N (CN)	119.318
Root Mean Square Residual (RMR)	0.0617
Standardized RMR	0.0150
Goodness of Fit Index (GFI)	0.948
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	0.887

3.3.2. Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad - Puerto)

Especificación del modelo

Considerando como especificación del modelo inicial de la figura 29, se debe realizar la identificación de las variables latentes y observadas.

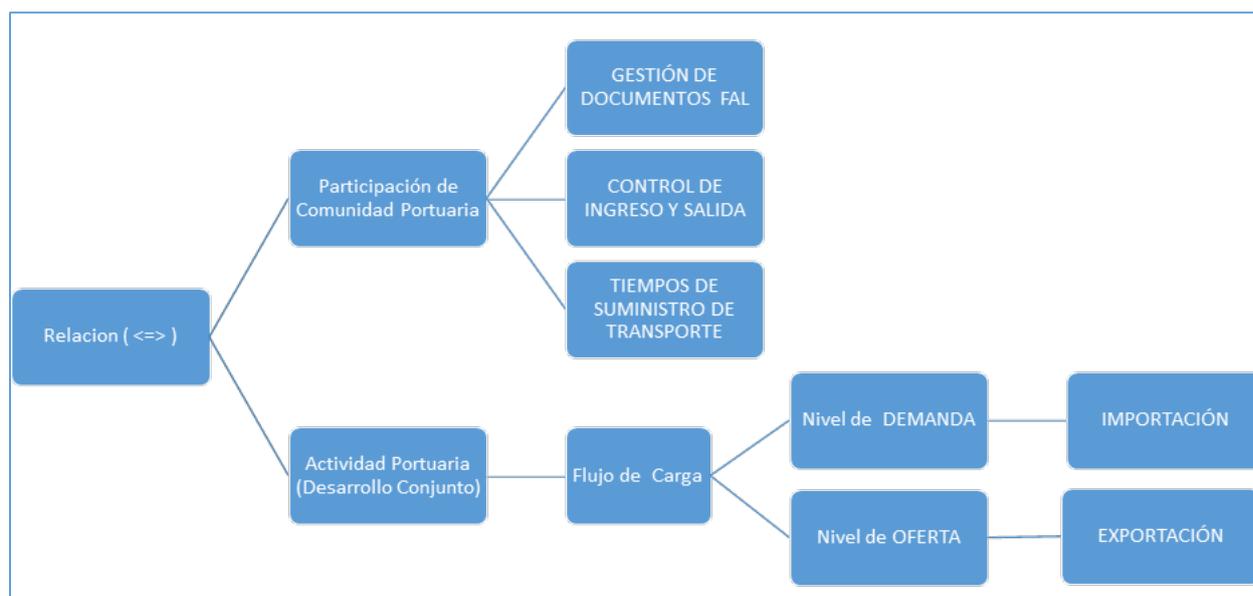
Variable de latentes

- Participación de la comunidad portuaria
- Actividad portuaria - Desarrollo Conjunto

Variables observadas

- Gestion de documento FAL, Control e ingreso y suministro de transporte
- Flujo de carga, nivel de demanda y oferta.

Figura 28: Modelo relacional: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto)



Elaboración propia

Continuando con los pasos para realizar la aplicación de Análisis Factorial Confirmatorio, tenemos:

a) Preparación de los datos y condiciones previas

Los datos que utilizamos referente a la participación de la comunidad portuaria y actividad portuaria - Desarrollo Conjunto tienen como fuente de información a la Autoridad Portuaria Nacional –Perú.

Para aplicar la técnica de análisis factorial confirmatorio, los datos deben cumplir los supuestos permitidos, siguientes:

1. Nivel de medida Indicadores en nivel de intervalo o de razón, caso ordinal
2. Los indicadores deberían tener un mínimo de 4 valores.
3. Distribución normal de los datos, control de outliers.
4. Homocedasticidad.
5. Tratamiento adecuado de los datos perdidos.
6. Tipo de relaciones lineales y aditivas.
7. Ausencia de multicolinealidad.
8. Variables relevantes.
9. Modelo supraidentificado.
10. Número mínimo de observaciones
11. Indicadores por variable latente
12. Número de indicadores
13. Varianzas relativas

Los datos ingresados para este modelo denominado de dos factores correlacionados la participación de la comunidad portuaria y actividad portuaria - Desarrollo Conjunto, utilizamos el software SPSS 20 para la preparación de los datos y el LISREL 8.8 para probar los supuestos mencionados y aplicación del AFC.

A continuación se presenta en la figura 30, la sintaxis en LISREL para la carga de datos de entrada para el modelo.

Figura 29: Carga de datos: Participación de la Comunidad Portuaria y actividad portuaria - Desarrollo Conjunto.

```
DATE: 11/25/2015                                TIME: 19:01
                                                BY
                                                Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
http://www.ssicentral.com

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2012
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.

The following lines were read from file F:\maratuech\HIP01.SPJ:
Raw Data from file 'F:\maratuech\DATA2.LSF'

sy='F:\MARATUECH\DATA1.LSF'
ou cm
```

Donde 'F:\maratuech\DATA2.LSF' Ubicación donde se encuentra la data relacionados a los indicadores véase anexo tabla 20-25.

```
Latent Variables  PCP AP
Relationships
DOCFAL = PCP
ARRIBO = PCP
CAMIONES = PCP
IMPOR = AP
EXPOR = AP
```

Donde

PCP: Participación de la comunidad Portuaria

AP: Actividad Portuaria

DOCFAL = Documentos FAL

ARRIBO = Control de ingreso (arribo)

CAMIONES = Tiempo de atención de la mercancía (camiones)

IMPOR = Importación

EXPOR = Exportación

La data ingresada denominada DATA2.LSF contiene datos transformados (Véase figura 31), del conjunto de datos se observa por indicador nivel de medida continua y que el tamaño de 13 valores para cada indicador. Asimismo, se pueden observar los datos originales ingresados en cada variable se encuentran en la sección anexos donde corresponde al segundo modelo desde la tabla 21 hasta la tabla 24.

Figura 30: Distribución de frecuencia: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).

Total Sample Size(N) = 13								
Univariate Summary Statistics for Continuous Variables								
Variable	Mean	St. Dev.	Skewness	Kurtosis	Minimum	Freq.	Maximum	Freq.
DOCFAL	10.821	0.392	3.547	12.714	10.600	1	12.120	1
ARRIBO	8.051	0.217	-1.636	3.205	7.480	1	8.250	1
ZARPE	8.052	0.215	-1.590	3.015	7.490	1	8.250	1
CAMIONES	9.795	0.371	-0.386	-1.800	9.290	1	10.280	1
IMPOR	16.171	0.344	0.303	-1.411	15.710	1	16.680	1
EXPOR	15.637	0.290	0.281	-1.426	15.250	1	16.100	1

En la figura 31, se observa las estadísticas descriptivas de las variables que comprende a cada uno de los indicadores relacionados a las variables latentes.

Figura 31: Estadísticas Descriptivas: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).

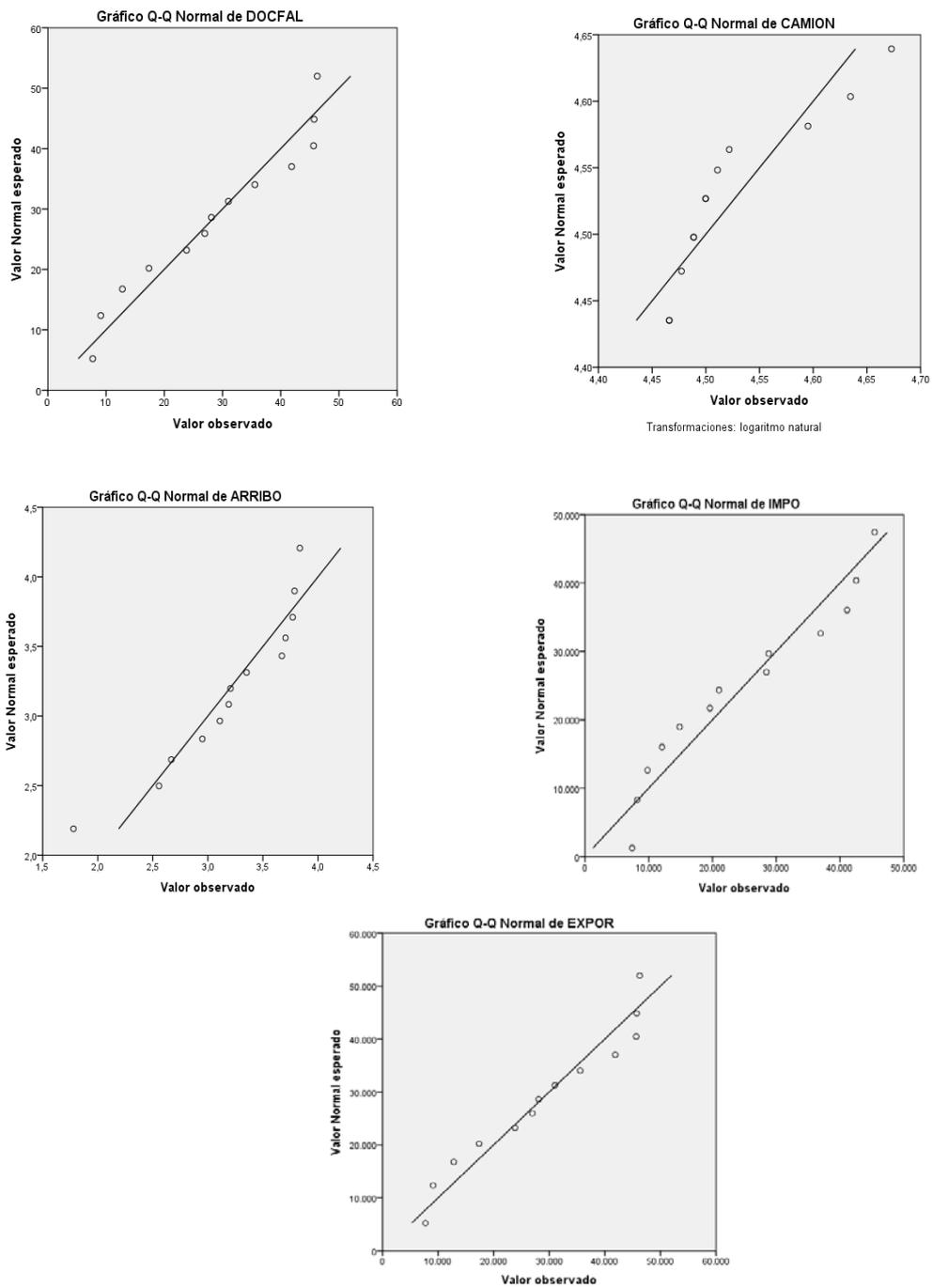
Test of Univariate Normality for Continuous Variables								
Variable	Skewness		Kurtosis		Skewness and Kurtosis			
	Z-Score	P-Value	Z-Score	P-Value	Chi-Square	P-Value		
DOCFAL	4.438	0.000	3.963	0.000	35.402	0.000		
ARRIBO	-2.517	0.012	2.054	0.040	10.556	0.005		
ZARPE	-2.458	0.014	1.982	0.047	9.972	0.007		
CAMIONES	-0.654	0.513	-2.409	0.016	6.230	0.044		
IMPOR	0.514	0.607	-1.584	0.113	2.773	0.250		
EXPOR	0.479	0.632	-1.612	0.107	2.827	0.243		

Relative Multivariate Kurtosis = 0.935

Test of Multivariate Normality for Continuous Variables								
Value	Skewness		Kurtosis		Skewness and Kurtosis			
	Z-Score	P-Value	Value	Z-Score	P-Value	Chi-Square	P-Value	
29.134	0.710	0.478	44.898	0.863	0.388	1.248	0.536	

A continuación se demuestra que los datos de las variables observadas presentan distribución normal, mediante el análisis exploratorio Grafico Q-Q y el Test de Kolmogorov Smirnov (véase figura 33).

Figura 32: Pruebas de Normalidad: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).



Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DOCFAL	ARRIBO	CAMION	IMPO	EXPOR
N		13	13	13	13	13
Parámetros normales ^{a,b}	Media	28,61	3,1983	510204375,69	24326,15	28612,92
	Desviación estándar	13,978	,60266	149355251,31	13803,244	13978,144
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,136	,169	,339	,139	,136
	Positivo	,103	,145	,146	,139	,103
	Negativo	-,136	-,169	-,339	-,128	-,136
Estadístico de prueba		,136	,169	,339	,139	,136
Sig. asintótica (bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,000 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

En los gráficos Q-Q de las variables observadas DOCFAL, ARRIBO, IMPOR y EXPOR, los datos originales presentan distribución normal, bajo este análisis exploratorio.

Sin embargo, los datos de la variable CAMION han sido transformados con la función logaritmo natural, así como también se eliminó los datos atípicos (outlier), demostrando que estos datos transformados tienen una distribución normal.

Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para probar la distribución normal, considerando como hipótesis nula que: las variables no tiene distribución normal y caso contrario, la hipótesis alterna. En el cuadro anterior se observa que el p-valor con corrección de significación de lilliefors y un límite inferior de la significación de 0.2, 0.2, 0.0, 0.2, 0.2 respectivamente. Es así que se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que tienen distribución normal.

En la figura 34 con ausencia de multicolinealidad y la presencia homocedasticas, se confirma a través de la prueba de ANOVA, de acuerdo con la hipótesis nula indica que las variables presenta las características de multicolinealidad; con este p-valor de todos las variables alrededor 0.0000 valores significativas.

Figura 33: Pruebas de homocedasticidad: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).

Prueba de ANOVA						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
DOCFAL	7,380	12	,000	28,613	20,17	37,06
ARRIBO	19,135	12	,000	3,19831	2,8341	3,5625
CAMION	12,317	12	,000	510204375,692	419949900,61	600458850,77
IMPO	6,354	12	,000	24326,154	15984,94	32667,37
EXPOR	7,380	12	,000	28612,923	20166,02	37059,83

b) Identificación de modelos AFC

En la sintaxis de la tabla se muestran la matriz de Covarianzas de las variables observadas. Los cuales representan el grado de variación conjunta que existe entre cada par de variables.

Figura 34: Matriz de covarianza: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto).

Covariance Matrix					
	DOCFAL	ARRIBO	CAMIONES	IMPOR	EXPOR
DOCFAL	0.154				
ARRIBO	0.018	0.047			
CAMIONES	0.038	0.066	0.138		
IMPOR	0.050	0.061	0.113	0.118	
EXPOR	0.034	0.052	0.098	0.098	0.084

Total Variance = 0.541 Generalized Variance = 0.140139D-07
Largest Eigenvalue = 0.380 Smallest Eigenvalue = 0.002
Condition Number = 15.860

c) Estimación de los parámetros del modelo AFC

Nuevamente obtenemos la matriz de correlación entre las variables latentes o factores(Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto), en los resultados “Correlation Matrix of Independent Variables” en la cual se puede observar que la variable Competitividad Portuaria esta fuerte y positivamente correlacionada con la variable Estado de la Cadena Logística, esto indicado por la ponderación de 0.956.

Asimismo la corrida nos arroja los parámetros de relación entre las variables observadas hacia sus respectivas variables latentes (factores), en el resultado denominado “Measurement Equations”.

En este ítem el programa nos proporciona (Véase Figura 36):

- a) los coeficientes (parámetros) de cada una de las variables observadas para formular nuestro sistema de ecuaciones, que se formulará en el Capítulo 4 de Resultados; ahora interpretaremos el significado de cada uno de estos parámetros (resaltado en plomo).
- b) Su error Estándar (letras en rojo).
- c) Valores de los Estadísticos de Prueba (z-value, p-value).
- d) Coeficiente de Determinación (R^2).

Interpretamos análogo al modelo anterior, por ejemplo, en la ecuación que vincula la variable DOCFAL con el factor PCP, el parámetro estimado es **1.116**; su error estándar, **0.109**; el valor de Z es **1.978** y del P es **0.026**. La magnitud de los parámetros muestra el cambio (positivo o negativo) resultante en la variable observada, producido cuando la variable latente (factor) cambia una unidad en tanto que las demás variables se mantienen constantes.

Por ejemplo, en nuestro caso, para la ecuación $\text{DOCFAL}=1.116*\text{PCP}$, indica que el incremento en PCP supone un incremento proporcional a 1.116 en DOCFAL, y el error estándar (0.109 para la variable DOCFAL) muestra con qué grado de precisión se ha estimado el parámetro, mientras más pequeño sea, más precisa habrá sido la medida.

Los valores “Z” y “P” se utilizan para contrastar la hipótesis de que el parámetro es distinto de 0 en la población; aceptamos la hipótesis respecto a la validez del parámetro obtenido si el valor absoluto de “Z” es superior a 1.96, lo que supone en tal caso una significación de $p=.05$. Por tanto, en este modelo obtenemos como valores, en Z de 1.978 y en P de 0.026, lo cual prueba la validez del parámetro.

En la salida se ofrece, finalmente, otra información relevante: las varianzas de error (que, al ser parámetros libres, vienen acompañadas del correspondiente error estándar y los valores de “Z” y “P”), así como la correlación múltiple al cuadrado R^2 (que muestra la calidad de modelo representado en esta ecuación).

Para el ejemplo que hemos comentando, la varianza de error de la variable DOCFAL es **0.140**; el error estándar es 0.0553; el valor de Z es **2.539** y del P es **0.011** y el valor de R^2 es **0.875**.

**Figura 35: Estimación de parámetros: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto
(Ciudad – Puerto).**

Correlation Matrix of Independent Variables		
	PCP	AP
PCP	1.000	
AP	0.956 (0.043) 22.086	1.000

Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

DOCFAL = 1.116*PCP, Errorvar.= 0.140 , R ² = 0.875	
Standerr (0.109)	(0.0553)
Z-values 1.978	2.539
P-values 0.026	0.011
ARRIBO = 2.187*PCP, Errorvar.= 0.0118 , R ² = 0.749	
Standerr (0.0481)	(0.00538)
Z-values 3.899	2.189
P-values 0.000	0.029
CAMIONES = 1.353*PCP, Errorvar.= 0.0133 , R ² = 0.903	
Standerr (0.0774)	(0.0110)
Z-values 4.555	1.213
P-values 0.000	0.225
IMPOR = 1.338*AP, Errorvar.= 0.00355 , R ² = 0.970	
Standerr (0.0685)	(0.00306)
Z-values 4.939	1.161
P-values 0.000	0.245
EXPOR = 2.289*AP, Errorvar.= 0.000674, R ² = 0.992	
Standerr (0.0573)	(0.00201)
Z-values 5.049	0.336
P-values 0.000	0.737

d) Ajuste del modelo AFC

En ésta fase el programa nos brinda una serie de valores que sirven como estadísticos de Bondad de Ajuste, de los cuales nosotros solo validaremos el modelo interpretando el siguiente:

1. P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.569

La probabilidad de que el valor RMSEA sea inferior a 0.05 es para nuestro modelo 59.9%.
(Donde RMSEA es Error Medio Cuadrático de Aproximación).

Para interpretar dicho resultado debemos saber que los lineamientos de interpretación de este índice son:

- Cuando el RMSEA presenta valores menores a 0.10 se tiene una indicación de **buen ajuste** entre el modelo de medición y la estructura de los datos.
- Cuando los valores del RMSEA resultan menores a 0.05 el ajuste entre el modelo y los datos es considerado **superior**.

- Cuando los valores del RMSEA resultan menores a 0.01 el ajuste entre el modelo y los datos es sobresaliente.

Para nuestro caso, en la Figura 37 se prueba con una probabilidad de 59.9% que el valor del RMSEA es menor a 0.05, lo que significa que el modelo de medición elaborado tienen un ajuste superior.

Figura 36: Bondad de ajuste: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto)

Log-likelihood Values	
Estimated Model	Saturated Model
Number of free parameters(t)	11
-2ln(L)	-167.050
AIC (Akaike, 1974)*	-145.050
BIC (Schwarz, 1978)*	-138.836
	15
	-170.082
	-140.082
	-131.608

*LISREL uses AIC= 2t - 2ln(L) and BIC = tln(N)- 2ln(L)

Goodness of Fit Statistics	
Degrees of Freedom for (C1)-(C2)	4
Maximum Likelihood Ratio Chi-Square (C1)	3.032 (P = 0.5525)
Browne's (1984) ADF Chi-Square (C2_NT)	2.689 (P = 0.6111)
Estimated Non-centrality Parameter (NCP)	0.0
90 Percent Confidence Interval for NCP	(0.0 ; 7.111)
Minimum Fit Function Value	0.233
Population Discrepancy Function Value (F0)	0.0
90 Percent Confidence Interval for F0	(0.0 ; 0.547)
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.0
90 Percent Confidence Interval for RMSEA	(0.0 ; 0.370)
P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05)	0.569
Expected Cross-Validation Index (ECVI)	2.000
90 Percent Confidence Interval for ECVI	(2.000 ; 2.547)
ECVI for Saturated Model	2.308
ECVI for Independence Model	5.712
Chi-Square for Independence Model (10 df)	64.256
Normed Fit Index (NFI)	0.949
Non-Normed Fit Index (NNFI)	1.049
Parsimony Normed Fit Index (PNFI)	0.380
Comparative Fit Index (CFI)	1.000
Incremental Fit Index (IFI)	1.018
Relative Fit Index (RFI)	0.872
Critical N (CN)	53.551
Root Mean Square Residual (RMR)	0.00341
Standardized RMR	0.0268
Goodness of Fit Index (GFI)	0.924
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	0.713
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI)	0.246

CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1. Análisis, interpretación de resultados

En esta parte se explicará cómo se han usado ambas herramientas para cada una de las hipótesis a demostrar.

4.1.1. Estado de la Cadena Logística y la Competitividad de los servicios portuarios

En este capítulo se realizará la prueba de hipótesis e interpretación de los resultados obtenidos a través del uso del Software, previo ingreso de los datos históricos ingresados para cada constructo de los ambos diagramas causales (Datos Históricos detallados en ANEXOS).

Prueba de Hipótesis:

Identificamos hipótesis nula y alterna:

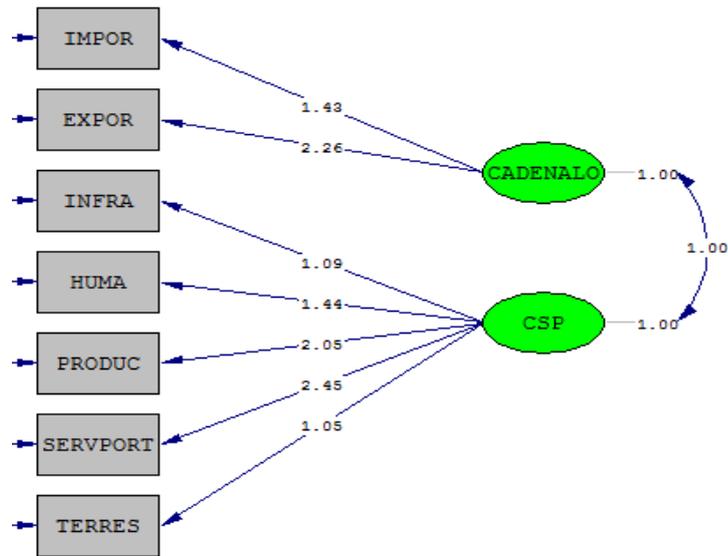
H_0 : Existe relación entre el estado de la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios en la conectividad de la ciudad y área de influencia con el puerto.

H_1 : No existe relación entre el estado de la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios en la conectividad de la ciudad y área de influencia con el puerto.

Diagrama de Análisis Factorial Confirmatorio:

Una vez ingresados los datos históricos (Véase Figura 38) de las variables, en el software LISREL los resultados obtenidos después son los que se muestran a continuación:

Figura 37: Modelo de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria



Chi-Square=2.81, df=13, P-value=0.99854, RMSEA=0.000

En la figura 38 se pueden observar los parámetros (en las líneas azules) de nuestros variables indicadores.

Figura 38: Resumen de ecuaciones: Estado de la Cadena Logística – Competitividad Portuaria

Measurement Equations		
IMPOR = 1.434*CADENALO, Errorvar.= 0.255 , R ² = 0.890		
Standerr	(0.315)	(0.127)
Z-values	4.547	2.005
P-values	0.000	0.045
EXPOR = 2.263*CADENALO, Errorvar.= 0.485 , R ² = 0.913		
Standerr	(0.486)	(0.273)
Z-values	4.657	1.778
P-values	0.000	0.075
INFRA = 1.088*CSP, Errorvar.= 0.106, R ² = 0.918		
Standerr	(0.232)	(0.0529)
Z-values	4.687	1.998
P-values	0.000	0.046
HUMA = 1.441*CSP, Errorvar.= 0.236, R ² = 0.898		
Standerr	(0.314)	(0.112)
Z-values	4.591	2.121
P-values	0.000	0.034
PRODUC = 2.048*CSP, Errorvar.= 2.481 , R ² = 0.628		
Standerr	(0.597)	(1.005)
Z-values	3.433	2.469
P-values	0.001	0.014
SERVPORT = 2.452*CSP, Errorvar.= 0.660 , R ² = 0.901		
Standerr	(0.532)	(0.314)
Z-values	4.606	2.104
P-values	0.000	0.035
TERRES = 1.052*CSP, Errorvar.= 0.183 , R ² = 0.858		
Standerr	(0.239)	(0.0810)
Z-values	4.408	2.256
P-values	0.000	0.024

En los resultados anteriores, (Figura 39), lo que determina el programa es el nivel de relación (covarianzas) entre las variables observables y las latentes, siendo éste un parámetro, las cuales determinan nuestro sistema de ecuaciones estructurales de relación. Asimismo, también calcula un error y el coeficiente de determinación.

Las ecuaciones estructurales son:

$$\text{Importación} = 1.43 * \text{Cadenalog} + 0.315\gamma_1$$

$$\text{Exportación} = 2.26 * \text{Cadenalog} + 0.486\gamma_2$$

$$\text{Infraestructura} = 1.09 * \text{CSP} + 1.088\gamma_3$$

$$\text{Humano} = 1.44 * \text{CSP} + 0.314\gamma_4$$

$$\text{Producto} = 2.05 * \text{CSP} + 0.597\gamma_5$$

$$\text{Servicios Portuarios} = 2.45 * \text{CSP} + 0.532\gamma_6$$

$$\text{Terrestre} = 1.05 * \text{CSP} + 0.239\gamma_7$$

Dónde:

Cadenalog: Refiere al Estado de la Cadena Logística.

CSP: Refiere a la Competitividad de los Servicios Portuarios.

Γ_i : Error.

Conclusión Estadística

Evalúamos:

P-valor: 0.99854. Al 5% nivel de significación.

Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula entonces el modelo es Adecuado.

Se prueba que existe relación entre la cadena logística y la competitividad de los servicios portuarios.

4.1.2. Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto (Ciudad – Puerto)

Se realizarán el análisis análogo a la Hipótesis anterior:

Prueba de Hipótesis:

Identificamos hipótesis nula y alterna son:

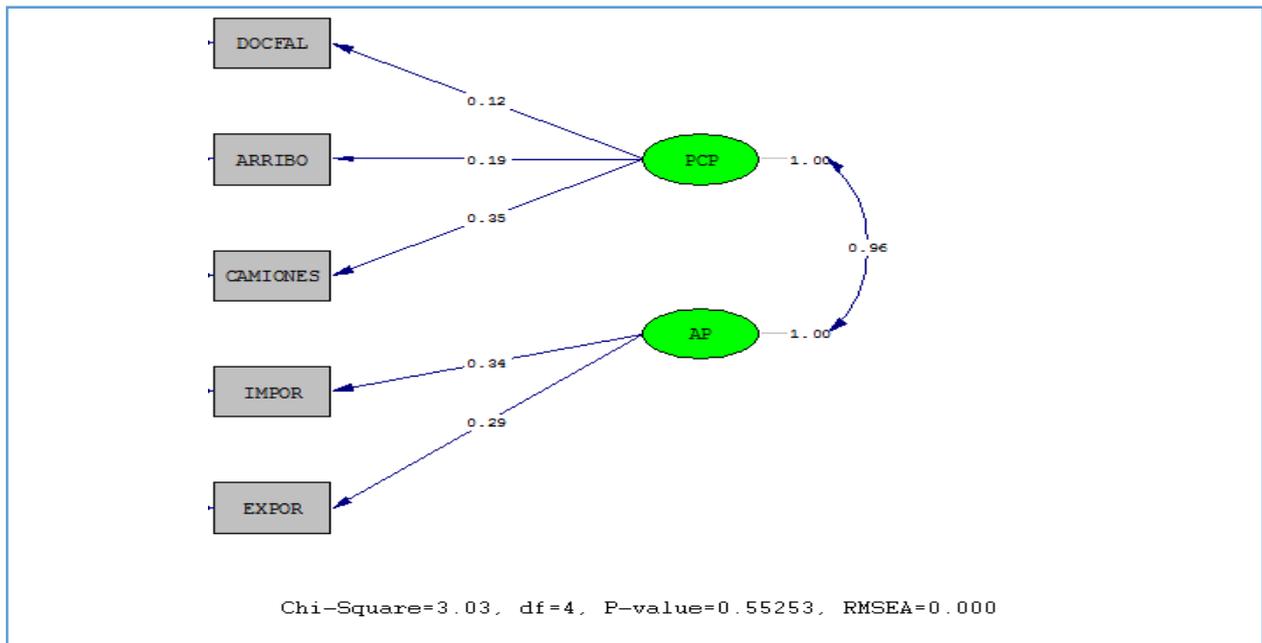
H_0 : Existe relación entre la influencia de los actores de la comunidad portuaria y las actividades portuarias (desarrollo vinculado entre el puerto y el área de influencia de la ciudad).

H_1 : No existe relación entre la influencia de los actores de la comunidad portuaria y las actividades portuarias (desarrollo vinculado entre el puerto y el área de influencia de la ciudad).

Diagrama de Análisis Factorial Confirmatorio

Una vez ingresados los datos históricos de las variables (Véase Figura 40), los resultados obtenidos se indican a continuación:

Figura 39: Modelo: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto



Resumen de Modelo

Figura 40: Actores de Comunidad Portuaria – Desarrollo Conjunto

```

Number of Iterations = 11

Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

DOCFAL = 1.116*PCP, Errorvar.= 0.140 , R² = 0.875
Standerr (0.109) (0.0553)
Z-values 1.978 2.539
P-values 0.026 0.011

ARRIBO = 2.187*PCP, Errorvar.= 0.0118 , R² = 0.749
Standerr (0.0481) (0.00538)
Z-values 3.899 2.189
P-values 0.000 0.029

CAMIONES = 1.353*PCP, Errorvar.= 0.0133, R² = 0.903
Standerr (0.0774) (0.0110)
Z-values 4.555 1.213
P-values 0.000 0.225

IMPOR = 1.338*AP, Errorvar.= 0.00355 , R² = 0.970
Standerr (0.0685) (0.00306)
Z-values 4.939 1.161
P-values 0.000 0.245

EXPOR = 2.289*AP, Errorvar.= 0.000674, R² = 0.992
Standerr (0.0573) (0.00201)
Z-values 5.049 0.336
P-values 0.000 0.737

```

En los resultados anteriores figura 41, lo que determina el programa es el nivel de relación entre las variables observables y las latentes, siendo éste un parámetro, los cuales determinan nuestro sistema de ecuaciones estructurales de relación. Asimismo, también calcula un error y el coeficiente de determinación.

Las ecuaciones estructurales son:

Documentos FAL = $1.12*PCP+0.109\gamma_1$

Arribo = $2.19*PCP+0.0481\gamma_2$

Camiones = $1.35*PCP+0.0774\gamma_3$

Importación = $1.34*AP+0.0685\gamma_4$

Exportación = $2.29*AP+0.0573\gamma_5$

Dónde:

PCP: Refiere a la Participación de Comunidad Portuaria

AP: Refiere a las Actividades Portuarias.

Γ_i : Error.

Conclusión Estadística

Evaluamos:

P-valor: 0.55253. Al 5% nivel de significación.

Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula entonces el modelo es Adecuado.

Se prueba que existe relación entre la influencia de los actores de la comunidad portuaria y las actividades portuarias (desarrollo vinculado entre el puerto y el área de influencia de la ciudad).

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

5.1. Conclusiones

- Dada la privilegiada ubicación geográfica del puerto del Callao, así como el flujo de naves y carga, cumple con las condiciones suficientes para operar como un puerto hub en la costa oeste del pacífico sur por la gran demanda de servicios requeridos.
- La oferta portuaria respecto a infraestructura y servicios no es la más adecuada debido principalmente a las deficiencias en las vías de comunicación y accesos.
- Se ha determinado que la conectividad entre el puerto y el área de influencia de la ciudad es esencial para el desarrollo de un transporte multimodal para una distribución logística eficiente de la mercancía en forma oportuna y segura (Cadena Logística – Competitividad Portuaria).
- La planificación del espacio territorial del puerto del Callao (infraestructura) con el área de influencia en la ciudad, tiene una repercusión directa en la conectividad, ya que va a permitir prever más y mejores vías de comunicación y accesos al puerto, con el fin de obtener un óptimo funcionamiento de la cadena logística (Cadena Logística – Infraestructura).
- La planificación del desarrollo de vías de comunicación y transporte (servicios) son factores claves para el desarrollo de la competitividad portuaria y de gran impacto en el comercio exterior (Transporte terrestre – Cadena Logística).
- El nivel de eficiencia de los terminales portuarios, referido principalmente en función de los niveles de servicio y productividad constituyen un factor determinante en el funcionamiento de la cadena logística portuaria del Callao (Tasa de Productividad - Cadena Logística).
- La participación de los actores de la comunidad portuaria -a través de la gestión de documentos FAL, control de arribos y tiempos de transporte- en los procesos de la cadena logística portuaria del Callao son esenciales para su óptimo funcionamiento, dada las implicancias operacionales y logísticas (Participación de Actores – Desarrollo Conjunto de Actividades Portuarias).
- El conocimiento de las fortalezas y debilidades de la cadena logística del puerto del Callao es un elemento de alto valor para la elaboración de instrumentos de gestión estratégico y operativo en beneficio del desarrollo del puerto.

5.2. Propuestas

- Los procesos de concesiones y privatizaciones deberían considerar la promoción de investigaciones referidas a la optimización de los procesos y mejora de la relación ciudad puerto desde las fases de estudio hasta la ejecución misma.
- El puerto del Callao debería vincularse a un esquema intermodal nacional e internacional que apoye a la competitividad del comercio interior y exterior.
- Coadyuvar a una gestión más efectiva en la intervención del Estado, coordinando y articulando los procesos con los distintos organismos estatales con el objetivo de desarrollar un concepto holístico en la implementación de los programas y proyectos portuarios.
- Desarrollar un plan integrado (ciudad puerto) de conectividad que intensifique la intermodalidad interna y externa para fortalecer la eficiencia de los diferentes procesos de la cadena logística portuaria.
- Promover el desarrollo del transporte ferroviario a nivel nacional y la creación de terminales interiores de carga (puertos secos) como una medida de optimizar los traslados de mercancías a las áreas de influencia del puerto (hinterland).
- Intensificar el uso de los sistemas e inversiones en tecnologías de información para automatizar la gestión y los procesos en la explotación de la infraestructura y servicios, lo que va a ayudar a reducir los costos y sobrecostos portuarios y elevar los niveles de eficiencia y competitividad.
- Fortalecer el marco jurídico legal del sistema portuario nacional, debidamente articulado a nivel Estado, específicamente en lo relacionado al desarrollo de planes de expansión territorial, conectividad ciudad puerto entre las diversas autoridades competentes de los gobiernos nacional, regional y local.
- Promover la libre competencia del mercado a través de un marco regulatorio adecuado que incentive la máxima participación de proveedores de servicios portuarios orientados a la carga, nave y pasaje.
- Priorizar la creación de una Zona de Actividad Logística, ZAL, en el puerto del Callao para realizar actividades de agregación de valor e incorporación de áreas aledañas de dominio público como zonas de desarrollo portuario.

- Elevar la competitividad de los servicios portuarios y de transporte marítimo, modernizando y descentralizando la infraestructura portuaria con mayor transparencia y organizando adecuadamente a la comunidad portuaria a efectos de convertirla en un clúster portuario, vale decir, orientado a objetivos e intereses comunes en beneficio del propio sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]Deshmukh, Dividends initiation and asymmetric information: A hazard model The Financial Review 38, 2003.
- [2]Luis J. Domínguez Roca, Contenedores y Turistas: Reflexiones sobre la relación entre Ciudad y Puerto a inicios del Siglo XXI, Revista Geografía, Espacio y Sociedad - ISSN: 1885 – 7183 – VOL. 1, n° 1, 18-1-2006.
- [3]Luis J. Domínguez Roca, Contenedores y Turistas: Reflexiones sobre la relación entre Ciudad y Puerto a inicios del Siglo XXI, 2006
- [4]Grindlay, A. " Puerto y Ciudad en Andalucía Oriental.", Universidad de Granada, 2002.
- [5]Carme Bellet & Joan Ganau, Ciudad y Universidad, Ciudades Universitarias y Campus Urbanos, VIII Semana de Estudios Urbanos, Editorial Milenio, 2000.
- [6]Congreso de la Republica. Ley del Sistema Portuario Nacional. Perú, 2003.
- [7]Congreso de la Republica. Decreto Legislativo que modifica La Ley del Sistema Portuario Nacional. Perú, 2008.
- [8]World Economic Forum, Committed to Improving the State of the world, 2015- 2016.
- [9]The Global Competitiveness Report 2014 – 2015.
- [10]Enelis H.Palma Carrasquilla, Transporte Intermodal de Mercancías. Análisis y Modelos, Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingenieros, Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas, Máster Oficial en Organización Industrial y Gestión de Empresas, Curso 2008/2009.
- [11]Puertos del Estado, Guía para el Desarrollo de Zonas de Actividades Logísticas Portuarias, 1ª Edición, 1ª Impresión, 2002.
- [12]Real Academia Española, Diccionario de La Lengua Española.// <http://www.rae.es/>
- [13]Carles Rúa Costa, "Los puertos en el Transporte Marítimo", Institut d'Organització i Control de Sistemes Industrials, 2006.
- [14]Luis Alejandro Fléster Bocanegra, "Revista Educación en Ingeniería", Modelo del Mercado de Acceso banda ancha al servicio de Internet Residencial en Colombia: Una aproximación desde la Dinámica de Sistemas, Pag.85, 2009.

- [15] Juan Enrique Huerta Wong, “Introducción a los Modelos de Ecuaciones Estructurales con AMOS: Aplicaciones con la EMOVI, Ciudadanía que debate y construye, Centro de Estudios Espinosa Yglesias, 2014.
- [16] Ley del Sistema Portuario Nacional N° 27943.
- [17] Plan Nacional de Desarrollo Portuario, Propuesta de Modificación, 2012.
- [18] Fundación Valencia Port, Manual de Capacidad Portuaria, Aplicación a Terminales de Contenedores, 2012.
- [19] Superintendencia de Puertos y Transporte, Proyecto La Logística Portuaria, Yolima Paredes Morato, 2010.
- [20] Forrester, Jay W. The Beginning of System Dynamics. Banquet Talk at the international meeting of the System Dynamics Society . Stuttgart, 1989, Alemania.
- [21] Aracil, J ; Gordillo, F., “Dinamica de Sistemas” .Alianza Editorial, 2005.
- [22] José Luis Quintero, Introducción a la Dinámica de Sistemas, Parte 2, Postgrado de Investigación de Operaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, 2012.
- [23] Benito Arias, “Desarrollo de un ejemplo de Análisis Factorial Confirmatorio con LISREL, AMOS y SAS”, Seminario de Actualización en Investigación sobre Discapacidad SAID, 2008, Universidad de Valladolid.
- [24] Ignacio Soret Los Santos, “Logística y Marketing para la Distribución Comercial”, 3era Edición, Madrid 2006, Pag.19.
- [25] APN, Revista de La Autoridad Portuaria Nacional, “Competitividad Portuaria respalda Crecimiento Económico Nacional”, 2013.
- [26] Estrada Llaquet, J. L., Mejora de la competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de mando integral, Tesis de doctorado. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2007.
- [27] Consejo de Transporte de Lima y Callao. (2007). Transporte de Carga en Área Metropolitana de Lima y Callao. Perú.
- [28] Víctor Alejandro Chang Rojas, Medición de Productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: Un Enfoque No Paramétrico.
- [29] Trujillo, L., & Nombela, G. Privatization and regulation of the seaport industry. España, España: Governance, Regulation, and Finance, Work Bank Institute, 2003.
- [30] Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Revista CEPAL – N° 101, Agosto 2010.

- [31]Doerr, O., & Sánchez, R. J. (Agosto de 2006). Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura Serie N° 112 . Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- [32]Universidad Politécnica de Valencia – IIRSA, Evaluación de Los Principales Puertos de América del Sur, Análisis Institucional, técnico y económico, Junio 2003.
- [33]Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Guía de Orientación al Usuario del Transporte Acuático, Volúmen I, Primera Edición, Septiembre 2009.
- [34]Doerr, O., & Sánchez, R. J. (Agosto de 2006). Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura Serie N° 112 . Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- [35]Doerr, O. (Diciembre de 2011). Políticas portuarias. CEPAL - Recursos naturales e infraestructura Serie N° 159 . Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- [36]Apoyo Consultoria, Estudio sobre la Medición del Grado de Competencia Intraportuaria en el Terminal Portuario del Callao, Segundo Entregable, Preparado para: OSITRAN, Abril 2015.
- [37]Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, Informe V, Calificaciones para la mejora de la Productividad, el Crecimiento del Empleo y el Desarrollo, Conferencia Internacional del Trabajo, 97ª reunión, 2008.
- [38]Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Plan de Desarrollo de los Servicios de Logística de Transporte, Parte A – Diagnóstico Final, Capítulo 8 - Anexos , Julio 2011
- [39]Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral Comisión Interamericana de Puertos, Informe De Actividades Del Comité Técnico Consultivo (CTC) Sobre Logística, Innovacion y Competitividad, Propuesta: Plan Piloto Sobre Estadísticas e Indicadores Portuarios, Octava Reunión de la Comisión Interamericana de Puertos, Septiembre 2013.
- [40]Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Decreto Supremo N° 009 – 2004.
- [41]Consejo de Transporte de Lima y Callao. (2007). Transporte de Carga en Área Metropolitana de Lima y Callao. Perú.
- [42]Convenio para Facilitar el Tráfico Marítimo Internacional (FAL 65)
- [43]D.S 014-2005 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Reglamento de Recepción y Despacho de Naves en los Puertos de la República del Perú (REDENAVES).

<http://www.afin.org.pe/buscador?searchword=sector%20portuario&searc>

ANEXOS

TABLAS

MODELO 1:

VARIABLE: IMPORTACIÓN

Tabla 1: Transporte de carga de Importación (TM), 2002-14.

Año	Carga de importación (TM)
2002	6,673,592
2003	7,920,920
2004	7,171,036
2005	7,531,084
2006	8,356,958
2007	9,625,761
2008	10,930,524
2009	9,346,188
2010	12,341,228
2011	13,883,542
2012	16,257,039
2013	17,110,471
2014	17,502,956

Elaboración propia

VARIABLE: EXPORTACIÓN

Tabla 2: Transporte de carga de Exportación (TM), 2002 -14.

Año	Carga de exportación (TM)
2002	4,199,498
2003	4,638,789
2004	4,604,018
2005	4,761,100
2006	4,864,354
2007	5,411,891
2008	6,677,129
2009	6,303,212
2010	6,552,160
2011	8,019,437
2012	8,936,853
2013	8,710,842
2014	9,815,489

Elaboración propia

VARIABLE: INFRAESTRUCTURA

Tabla 3: Tasa de espera (waiting rate) de la Nave, 2002-14.

Año	Tasa de espera de la nave (Hr.)
2002	65:06
2003	58:15
2004	41:05
2005	37:20
2006	36:10
2007	34:10
2008	35:10
2009	30:25
2010	29:24
2011	21:09
2012	17:09
2013	20:14
2014	15:02

Elaboración propia

Tabla 4: Tasa de Ocupación de muelle, 2002-14.

Año	Tasa de ocupación IDEAL <= 70%						
	Muelle 1	Muelle 2	Muelle 3	Muelle 4	Muelle 5	Muelle 7	Muelle 11
2002	33.2%	38.8%	29.5%	31.3%	34.5%	38.0%	30.9%
2003	32.9%	44.6%	29.0%	25.2%	38.8%	46.2%	31.3%
2004	38.7%	46.1%	32.7%	37.3%	47.9%	16.5%	25.2%
2005	22.5%	42.8%	32.3%	49.7%	50.2%	15.2%	37.3%
2006	35.9%	38.1%	41.9%	43.8%	64.1%	24.0%	49.7%
2007	34.8%	38.6%	34.7%	44.8%	57.8%	25.0%	43.8%
2008	53.5%	78.9%	81.3%	47.9%	70.4%	27.2%	61.4%
2009	49.7%	81.9%	69.7%	50.2%	73.4%	30.3%	59.1%
2010	65.3%	68.1%	59.1%	64.1%	69.5%	35.1%	61.6%
2011	56.2%	58.7%	67.1%	57.8%	66.0%	36.0%	65.1%
2012	63.6%	46.4%	62.6%	64.9%	62.3%	39.5%	67.9%
2013	66.8%	34.7%	61.3%	68.7%	58.6%	42.3%	59.1%
2014	70.0%	23.1%	60.0%	72.4%	54.9%	45.1%	

Elaboración propia

Tabla 5: Capacidad de infraestructura portuaria, 2002-14.

Año	Transferencia de carga en TM
2002	12,112,582
2003	13,544,071
2004	12,973,163
2005	13,740,673
2006	14,727,698
2007	16,399,141
2008	19,049,522
2009	17,380,434
2010	21,145,425
2011	25,978,266
2012	29,666,637
2013	29,786,806
2014	31,831,198

Elaboración propia

Tabla 6: Calidad de la infraestructura portuaria, 2002-14.

Año	Ranking	Score
2002	106	2.35
2003	104	2.46
2004	102	2.47
2005	99	2.58
2006	91	2.69
2007	86	2.57
2008	110	2.83
2009	97	2.91
2010	88	3.47
2011	88	3.62
2012	89	3.51
2013	91	3.50
2014	88	3.54

Fuente: Encuesta de opinión de ejecutivos del Foro Económico Mundial

Elaboración propia

Nota: Score 1= muy precaria y 7= buen desarrollo y eficiencia conforme a estándares internacionales

VARIABLE: RECURSOS HUMANOS Y EQUIPAMIENTO

Tabla 7: Tiempo neto de operación de las grúas, 2002-14.

Año	Tiempo neto (Hr.)
2002	45
2003	40
2004	42
2005	39
2006	38
2007	42
2008	41
2009	34
2010	33
2011	31
2012	29
2013	30
2014	28

Elaboración propia

Tabla 8: Tiempo bruto de operación de las grúas, 2002-14.

Año	Tiempo Bruto
2002	47
2003	42
2004	44
2005	41
2006	39
2007	44
2008	43
2009	36
2010	35
2011	33
2012	31
2013	31
2014	30

Elaboración propia

Tabla 9: Productividad de grúas, 2002-14.

Año	Productividad de grúas
2002	15
2003	16
2004	17
2005	18
2006	19
2007	20
2008	20
2009	21
2010	22
2011	23
2012	24
2013	25
2014	26

Elaboración propia

Tabla 10: Rendimiento neto de grúa, 2002-14.

Año	Rendimiento neto de grúa
2002	16
2003	17
2004	18
2005	19
2006	20
2007	21
2008	22
2009	23
2010	23
2011	24
2012	25
2013	26
2014	27

Elaboración propia

Tabla 11: Transferencia anual por grúa. 2002-14.

Año	Transferencia anual por grúa
2002	847
2003	873
2004	899
2005	924
2006	950
2007	870
2008	702
2009	905
2010	1,004
2011	1,283
2012	1,219
2013	1,629
2014	1,655

Elaboración propia

Tabla 12: Toneladas por grúa - hora, 2002-14.

Año	Toneladas por grúa-hora
2002	850
2003	876
2004	902
2005	927
2006	953
2007	873
2008	705
2009	908
2010	1,007
2011	1,286
2012	1,222
2013	1,632
2014	1,658

Elaboración propia

Tabla 13: Rendimiento de fajas, 2002-14.

Año	Rendimiento de fajas
2002	300
2003	300
2004	300
2005	300
2006	300
2007	300
2008	300
2009	300
2010	300
2011	300
2012	300
2013	300
2014	300

Elaboración propia

Tabla 14: Toneladas por trabajador-hora, 2002-14.

Año	Toneladas por trabajador portuario
2002	450
2003	450
2004	450
2005	450
2006	450
2007	450
2008	450
2009	450
2010	450
2011	450
2012	450
2013	450
2014	450

Elaboración propia

Tabla 15: Número de trabajadores, 2002-14.

Año	Número de trabajadores
2002	568
2003	596
2004	626
2005	658
2006	690
2007	725
2008	761
2009	799
2010	839
2011	881
2012	925
2013	964
2014	1,307

Elaboración propia

VARIABLE: PRODUCTIVIDAD

Tabla 16: Transferencia de carga por nave, 2002-14.

Año	Naves	Carga	Transferencia por nave
2002	998	1,011,645	1,014
2003	1,065	1,005,495	944
2004	1,150	1,111,645	967
2005	1,235	1,117,795	905
2006	1,320	1,123,945	851
2007	1,345	1,130,095	840
2008	1,383	1,203,315	870
2009	1,553	1,089,838	702
2010	1,488	1,346,186	905
2011	1,610	1,616,165	1,004
2012	1,417	1,817,663	1,283
2013	1,522	1,856,020	1,219
2014	1,223	1,992,473	1,629

Elaboración propia

Tabla 17: Tiempo de operación de la nave, 2011-15.

Año	Tiempo permanencia de nave en puerto	Tiempo de espera para atraque	Tiempo para el inicio de operaciones	Tiempo de operación	Tiempo para el desatraque
2011	41:07	14:42	1:44	22:49	1:51
2012	44:33	17:09	1:21	23:57	2:04
2013	44:26	20:14	1:14	20:51	2:05
2014	37:46	15:02	1:22	19:10	2:10
2015	35:02	12:15	1:14	19:38	1:53

Elaboración propia

Tabla 18: Indicadores de niveles de productividad, 2002-14.

Año	Contenedores grúas pórtico (Productiv. grúa>=25 cont / hr)	Contenedores - Grúas naves (Productiv. Por hora y grúa>= 10 cont / hr)	Fraccionada (Productiv. Carga fraccionada = 100 TM / hr)	Sólida - Granel General (Productiv. = 400 TM / hr)	Sólida - Fertilizantes (Productiv. = 300 TM / hr)	Rodante (Productiv. =80 TM / hr)
2002	15.3	10.1	42.7	289.5	-	54.3
2003	22.0	9.5	39.5	265.4	-	73.9
2004	25.0	9.7	55.4	254.6	-	121.4
2005	24.8	15.1	77.5	208.3	-	113.1
2006	28.1	11.7	56.5	300.8	-	97.9
2007	27.1	10.0	64.3	327.8	-	92.5
2008	26.6	9.4	126.4	380.3	-	117.0
2009	24.6	11.0	110.1	312.7	-	117.0
2010	28.2	9.9	143.2	350.0	-	110.3
2011	29.0	10.0	109.3	325.0	222.4	116.3
2012	26.0	12.4	172.6	337.4	395.2	158.3
2013	27.6	12.2	173.3	361.6	260.0	186.9
2014	28.4	12.2	173.8	296.0	189.0	140.0

Elaboración propia

VARIABLE: DEMANDA DE SERVICIOS PRESTADOS

Tabla 19: Servicios portuarios básicos, 2007-14.

Servicios Portuarios	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total						715	800	993
Agencia	128	138	148	154	158	201	234	384
Estiba / Desestiba	43	53	63	69	73	92	126	130
Combustible	15	25	35	41	45	33	44	44
Almacenamiento	2	12	22	28	32	7	6	5
Amarre / Desamarre	11	21	31	37	41	28	28	33
Avituallamiento	45	55	65	71	75	117	123	134
Buceo	11	21	31	37	41	36	36	34
Practicaje	12	22	32	38	42	41	37	37
Recojo de Residuos	26	36	46	52	56	61	64	77
Remolcaje	16	26	36	42	46	42	42	47
Transp. de personas	23	33	43	49	53	57	60	68

Elaboración propia

VARIABLE: TRANSPORTE TERRESTRE

Tabla 20: Almacenes Extra portuarios, 2002-14.

Año	Nº de almacenes	Ingreso FOB
2002	32	37,874
2003	38	38,186
2004	40	73,593
2005	45	87,875
2006	50	41,657
2007	52	67,473
2008	59	62,946
2009	60	61,388
2010	61	30,768
2011	63	55,192
2012	66	45,496
2013	67	40,032
2014	69	46,496

Elaboración propia

MODELO 2:

VARIABLES: IMPORTACIÓN / EXPORTACIÓN

Tabla 21: Flujo de Carga (TM), 2002-14.

Año	Carga de importación (TM)	Carga de exportación (TM)
2002	6,673,592	4,199,498
2003	7,920,920	4,638,789
2004	7,171,036	4,604,018
2005	7,531,084	4,761,100
2006	8,356,958	4,864,354
2007	9,625,761	5,411,891
2008	10,930,524	6,677,129
2009	9,346,188	6,303,212
2010	12,341,228	6,552,160
2011	13,883,542	8,019,437
2012	16,257,039	8,936,853
2013	17,110,471	8,710,842
2014	17,502,956	9,815,489

Elaboración propia

VARIABLE: GESTIÓN DE DOCUMENTOS FAL

Tabla 21: Gestión de documentos FAL, 2002-14.

Año	APN	DIRESA	DICAPI	DIGEMIN
2002	97.8%	2.7%	22.4%	0.0%
2003	96.4%	24.2%	22.8%	0.0%
2004	96.5%	46.0%	25.6%	0.0%
2005	94.2%	69.3%	24.8%	0.0%
2006	97.7%	72.7%	23.5%	0.0%
2007	96.4%	75.0%	31.3%	0.0%
2008	97.9%	78.7%	32.9%	0.0%
2009	98.0%	82.7%	34.6%	0.0%
2010	98.3%	86.8%	36.3%	0.0%
2011	98.8%	91.2%	38.1%	0.0%
2012	99.5%	95.7%	40.0%	0.0%
2013	99.7%	100.5%	42.0%	0.0%
2014	99.8%	105.5%	44.1%	0.0%

Elaboración propia

VARIABLE: CONTROL DE INGRESO Y SALIDA

Tabla 22: Arribo y Zarpe de naves.

Año	Arribo	Zarpe
2003	2,556	2,560
2004	2,668	2,672
2005	2,950	2,955
2006	3,109	3,111
2007	3,189	3,189
2008	3,206	3,209
2009	3,351	3,353
2010	3,672	3,674
2011	3,835	3,837
2012	3,705	3,708
2013	3,770	3,773
2014	3,787	3,788

Elaboración propia

VARIABLE: TIEMPOS DE SUMINISTRO DE TRANSPORTE

Tabla 23: Tiempo del camión para el retiro de mercancía.

Año	Nº camiones	Tiempo del retiro de mercancía
2002	9,132	1:43
2003	9,696	1:47
2004	9,713	1:32
2005	10,138	1:30
2006	11,798	1:29
2007	11,520	1:30
2008	12,865	1:29
2009	20,885	1:38
2010	21,880	1:30
2011	22,642	2:01
2012	23,437	1:27
2013	21,320	1:28
2014	23,096	1:26

Elaboración propia

COMPETITIVIDAD PORTUARIA

Tabla 24: Evolución del Índice de competitividad global.

País	2010	2011	2012	2013	2014
EEUU	4	5	7	5	3
Chile	30	31	33	34	33
Panamá	53	49	40	40	48
Brasil	58	53	48	56	57
México	66	58	53	55	61
Colombia	68	68	69	69	66
Perú	73	67	61	61	65
Argentina	87	85	94	104	104
Ecuador	105	101	86	71	71
Bolivia	108	103	104	98	105
Venezuela	122	124	126	134	131

Fuente: The Global Competitiveness Report 2010-2014
Elaboración propia

Tabla 25: Evolución del Perú en los 12 pilares de competitividad global.

Pilares	2014-2015		2013-2014	
	Posición	Valor	Posición	Valor
Instituciones	118	3.3	109	3.4
Infraestructura	88	3.5	91	3.5
Entorno macroeconómico	21	5.9	20	5.9
Salud y educación primaria	94	5.4	95	5.4
Educación y capacitación	83	4.1	86	4
Eficiencia del mercado de bienes	53	4.5	52	4.4
Eficiencia del mercado laboral	51	4.3	48	4.5
Desarrollo del mercado financiero	40	4.5	40	4.5
Preparación tecnológica	92	3.3	86	3.4
Tamaño de mercado	43	4.5	43	4.5
Sofisticación empresarial	72	3.9	74	3.9
Innovación	117	2.8	122	2.8

Fuente: The Global Competitiveness Report 2010-2014
Elaboración propia

INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

Tabla 26: Evolución de la calidad de infraestructura portuaria.

Calidad de infraestructura	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chile	4.8	4.9	5.4	5.5	5.2	5.2	5.2	5.0
Ecuador	2.8	2.9	3.3	3.7	3.8	3.9	4.2	4.2
Colombia	2.7	2.9	3.2	3.5	3.4	3.2	3.5	3.7
Perú	2.4	2.3	2.7	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7

Fuente: World Economic Forum
Elaboración propia