



Ministerio de
Obras Públicas

Gobierno de Chile



Agua



Aeropuertos



Arquitectura



Obras Hidráulicas



Obras Portuarias



Vialidad

DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

ESTUDIO

Levantamiento territorial de bahías con aptitud de desarrollo portuario en las regiones de Atacama y Coquimbo y levantamiento de instrumentos para reserva de terrenos para corredores logísticos

ZONA NORTE Y CENTRO



Junio, 2017



2017

INFORME EJECUTIVO - METODOLOGÍA
“LEVANTAMIENTO TERRITORIAL DE BAHÍAS
CON APTITUD DE DESARROLLO PORTUARIO
EN LAS REGIONES III y IV Y LEVANTAMIENTO
DE INSTRUMENTOS PARA RESERVA DE
TERRENOS PARA CORREDORES
LOGÍSTICOS”

CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2 | OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 | OBJETIVO GENERAL | 3 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 4 |
| 3 | REVISIÓN DE ANTECEDENTES..... | 4 |
| 3.1 | REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO “ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ÁREAS COSTERAS RESERVADAS PARA USOS PORTUARIOS (SECTRA, 1998)..... | 5 |
| 4 | EVALUACIÓN METODOLÓGICA Y PROPUESTA DEFINITIVA..... | 6 |
| 4.1 | IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS..... | 6 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES PARA MEJORAMIENTO | 8 |
| 4.3 | PROPUESTA METODOLÓGICA DEFINITIVA | 14 |
| 5 | RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES..... | 23 |
| 5.1 | ACTIVIDADES ECONÓMICAS CON TRANSFERENCIAS PORTUARIAS REPRESENTATIVAS DEL ÁREA DE ESTUDIO | 23 |
| 5.2 | RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES DE LA ZONA DE INFLUENCIA AMPLIADA DE LA RED | 23 |
| 5.3 | INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN LOCALES Y COMISIONES REGIONALES DE USO DE BORDE COSTERO..... | 24 |
| 5.4 | COMISIÓN REGIONAL DE USOS DE BORDE COSTERO Y OTORGAMIENTO DE CONCESIONES MARÍTIMAS..... | 24 |
| 6 | RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES DE TRANSPORTE | 25 |
| 6.1 | RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE USO DE LA RED | 25 |
| 6.2 | INSTALACIONES PORTUARIAS..... | 25 |
| 7 | DEFINICIONES BÁSICAS PARA LAS PROYECCIONES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES Y DE FLUJOS..... | 26 |
| 8 | PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES Y PROYECCIÓN DE FLUJOS | 27 |
| 8.1 | PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES..... | 27 |
| 8.1.1 | <i>Estimación de crecimiento.....</i> | <i>27</i> |
| 9 | PROPUESTA DE RESERVA DE ÁREAS..... | 28 |
| 9.1 | APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA..... | 28 |
| 9.1.1 | <i>Estimación de brechas</i> | <i>28</i> |
| 9.1.1.1 | Aspectos generales..... | 28 |
| 9.1.1.2 | Oferta Óptima..... | 28 |
| 9.1.2 | <i>Identificación de áreas con aptitud portuaria</i> | <i>28</i> |
| 9.1.3 | <i>Evaluación multicriterio.....</i> | <i>29</i> |
| 10 | CONCLUSIONES..... | 29 |
| 10.1 | METODOLOGÍA..... | 29 |
| 10.2 | RESULTADOS PRODUCTO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA | 30 |

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Ejecutivo del Estudio “Levantamiento Territorial de Bahías con Aptitud de Desarrollo Portuario en las Regiones III y IV y Levantamiento de Instrumentos para Reserva de Terrenos para Corredores Logísticos”, licitado públicamente por la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas y adjudicado en noviembre de 2016 a la empresa QPROJECT S.A.

De acuerdo a antecedentes aportados por la División de Desarrollo Logístico de la Subsecretaría de Transportes¹, existen síntomas de que Chile no cuenta con la infraestructura necesaria para enfrentar la demanda generada por las actividades de comercio exterior y cabotaje que se podrían alcanzar los próximos 30 años. Esto es particularmente importante de analizar, ya que surge la necesidad de dotar el territorio con la construcción de nuevas infraestructuras para puertos y soporte logístico, proyectos de largo plazo. Por lo tanto, se hace imprescindible una planificación de este tipo de proyectos, partiendo por la reserva de áreas para disponer de ellas en el momento que sean necesarias.

En este contexto, SECTRA (1998) desarrolló una metodología para el análisis y selección de áreas para bordes costeros para uso portuario², donde además se desarrolló una aplicación en Transcad. Mediante esta aplicación, se realiza la visualización geográfica de las alternativas seleccionadas con el despliegue de sus variables. Sin embargo, ya han pasado 18 años desde que fue desarrollado y, por lo tanto, se hace necesario una revisión y actualización de esta metodología.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Actualizar la metodología para la identificación y reserva de zonas con aptitud portuaria, complementándola con una visión más amplia de diseño y reserva de espacio para el desarrollo de corredores e instalaciones logísticas.

Esta metodología actualizada deberá ser aplicada a las regiones de Atacama y Coquimbo, estableciendo los corredores logísticos y áreas portuarias más aptas para instalar la infraestructura

¹ División de Desarrollo Logístico, MTT (2013), Plan nacional de desarrollo portuario

² SECTRA (1998), Análisis y definición de áreas costeras reservadas para uso portuario, INGECONOMICA

necesaria para satisfacer las cargas futuras, considerando para ello los proyectos de desarrollo regional en los ámbitos productivo, minero turístico, de servicios logísticos y otros.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar desde el punto de vista conceptual y metodológico la metodología SECTRA de 1998 e identificar los aspectos a mejorar.
- Revisar y consolidar los avances desde 1998 a la fecha en lo referente al marco general e instrumentos específicos que se relacionen al Ordenamiento y Gestión del Borde Costero.
- Actualizar la Metodología de Análisis y Definición de Áreas Costeras Reservadas e incorporar a la misma un adecuado tratamiento de las variables territoriales, formulando una metodología que articule la selección de áreas de aptitud portuaria con el análisis de los ejes logísticos que confluyen hacia dicha localización.
- Aplicar y validar la metodología mediante su aplicación al análisis de áreas costeras de aptitud portuaria en las regiones de Atacama y Coquimbo. Para ellas, llevar a cabo un detallado diagnóstico del sistema logístico portuario, considerando en el análisis los principales orígenes y destinos de las cargas así como la logística de los productos más importantes; para finalmente recomendar cursos de acción respecto a la reserva de áreas marítimas y terrestres para la localización de la infraestructura y operaciones logísticas necesarias para el futuro.
- Consolidar la información territorial de las zonas en estudio en un Sistema de Información Geográfico en plataforma ArcGIS, enfatizando la relación entre los componentes de los corredores logísticos y los elementos del Sistema de Actividades de ambas regiones; incluyendo especialmente aquellas variables geocodizables que se utilizan en la metodología para identificar zonas de aptitud portuaria.
- Identificar Concesiones Marítimas otorgadas o en trámite.

3 REVISIÓN DE ANTECEDENTES

En esta sección se comienza con la tarea de recolección y revisión de los principales estudios, documentos e informes que tengan relación con el presente estudio basado principalmente en tres

aspectos: Sistema de Transporte, Sistema de Actividades y otros estudios existentes en ambas Regiones. A continuación se presenta una tabla resumen con la información relevante recopilada.

Tabla N° 1. Resumen de Información Recopilada

| <i>Antecedente</i> | <i>Fuente</i> | <i>Contenido</i> | <i>Información relevante</i> |
|--|---|---|---|
| <i>Análisis y definición de áreas costeras reservadas para usos portuarios (1998)</i> | <i>INGECONOMICA Consultores en Ingeniería Económica por encargo de SECTRA</i> | <i>El estudio corresponde al desarrollo de una metodología para determinar las áreas costeras que presentan aptitud para la habilitación de zonas portuarias.</i> | <i>Es el estudio más relevante como comparación metodológica</i> |
| <i>Análisis y Estimación de la Demanda de Carga Interurbana (2010)</i> | <i>CIS Consultores por encargo de SECTRA</i> | <i>El estudio se encarga de realizar la estimación de la demanda actual por transporte de carga, como también la actualización y estimación de los modelos de demanda por transporte de carga que permiten proyectar estos flujos en el mediano y largo plazo.</i> | <i>Se utiliza la metodología de valorización de costos de transporte, además de comparación para la demanda generada.</i> |
| <i>Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras (2011)</i> | <i>Worley Parsons, por encargo de DOP</i> | <i>La guía tiene por objetivo el desarrollar un estándar nacional que sirva de soporte para el diseño, construcción, operación y conservación de proyectos marítimo-portuarios públicos y privados.</i> | <i>Resulta útil en la generación de la configuración portuaria.</i> |
| <i>Determinación de funciones de congestión portuaria (1995)</i> | <i>Bontes, A. & Gibson, J.</i> | <i>Este es un artículo científico presentado en el Séptimo Congreso de SOCHITRAN de Ingeniería de Transporte. Esto se realiza dado que para el MTT era necesario establecer una expresión analítica que permitiera predecir el nivel de congestión de un puerto ante distintos grados de ocupación de sus frentes de atraque.</i> | <i>Resulta útil para la metodología de estimación de brechas.</i> |

Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2016)

3.1 Revisión y diagnóstico del estudio “Análisis y definición de áreas costeras reservadas para usos portuarios (SECTRA, 1998)”

Un aspecto relevante de los objetivos del presente estudio, consiste en analizar la metodología SECTRA de 1998 e identificar los aspectos a mejorar. A continuación se resume el resultado de dicho análisis.

El estudio mencionado desarrolla una metodología para determinar las áreas costeras que presentan aptitud para la habilitación de zonas portuarias. Ahora, para determinar las áreas la metodología utiliza criterios de diferente índole, los cuales son desagregados a su vez en variables específicas que permiten caracterizarlos.

La metodología global de elección de áreas con aptitud portuaria desarrollada por SECTRA (1998) identifica inicialmente las áreas costeras de estudio, basándose en aquellos lugares que presenten aptitud portuaria constructiva, operativa y ambiental, pero la decisión final de jerarquización está basada en los costos de inversión.

Respecto a esta metodología global, el actual equipo consultor considera que si bien el estudio de SECTRA (1998) recoge aquellos aspectos relevantes para la toma de decisiones asociados a un desarrollo portuario, no es una metodología muy flexible y que podría no dimensionar completamente los problemas presentados en las áreas de estudio. Por ejemplo, se puede tener los recursos para construir en dos lugares que entreguen similares beneficios, pero donde las condiciones ambientales de uno puedan tener mayores riesgos al construir un puerto que otro, aun cuando en ambas se pueda construir. Por lo tanto, no existe una forma de discriminar entre lugares respecto a estos ámbitos, que también pueden influir al permitir un desarrollo portuario. Una de las formas más comunes de enfrentar este tipo de dificultades en la toma de decisiones es utilizar una Evaluación Multicriterio. Esta Evaluación Multicriterio consiste en la jerarquización de resultados basado en la ponderación por importancia de las variables que influyen en la toma de decisiones y es considerado para el desarrollo del presente estudio.

4 EVALUACIÓN METODOLÓGICA Y PROPUESTA DEFINITIVA

4.1 Identificación de los factores críticos

El modelo contempla una serie de requerimientos para su correcto funcionamiento:

- 1° Se debe incorporar la demanda proyectada de los distintos centros productivos, identificando los puertos que utiliza para su embarque/desembarque, y tipo de transporte utilizado.
- 2° Por otra parte es necesario conocer la configuración de los puertos actuales, tanto públicos como privados, identificando su localización, tipología (granel, multipropósito, carga general), número de sitios, etc.

- 3° Con estos antecedentes se podrá determinar las brechas y los costos de transporte.
- 4° Para efecto de la identificación de las bahías es necesario disponer de una serie de antecedentes para completar las capas que se superponen en el ArcGIS, estos son:
- a) Condiciones Naturales:
- Abrigo Natural
 - Distancia con desembocadura de ríos
 - Tamaño
 - Profundidad
 - Oleaje
 - Longitud
- b) Compatibilidad con el entorno (Territorio):
- Parque Nacional
 - Reserva Nacional
 - Monumento Natural
 - Bien Nacional Protegido
 - Santuario de la Naturaleza
 - Zonas Típicas o Pintorescas
 - Monumento Histórico
 - Zonas de Interés Turístico
 - Parques Marinos
 - Reservas Marinas
 - Sitios Ramsar
 - Acuíferos
 - Área Marina Costera Protegida
 - Zonificación Borde Costero
 - PRM
 - PRI
 - PRC
 - AMERB
 - Concesiones Marítimas
 - Concesiones Onerosas y Gratuitas
 - Propiedad Fiscal
 - Concesiones Mineras de Explotación
 - Cercanía a Centros Urbanos
- c) Compatibilidad con el entorno (Medio Ambiente):
- Áreas Turísticas Prioritarias

- Sitios Arqueológicos
- Sitios Prioritarios
- Áreas de restricción y Prohibición DGA
- Sendero de Chile
- Zonas latentes y zonas saturadas
- Áreas de Reserva para el Desarrollo de Energía Renovables No Convencionales
- Zona de Interés Científico para Efectos Mineros
- Áreas de Desarrollo Indígenas
- Áreas Protegidas Privadas

4.2 Recomendaciones para mejoramiento

Recomendaciones modelo de estimación de brechas

La ocupación (μ), se define como el cociente entre el total de horas en que, durante cierto período, efectivamente se utilizó el conjunto de sitios para el atraque de naves y el total de horas que éstos estuvieron disponibles (INECON, 1994). En particular, ésta se encuentra definida por la siguiente expresión:

Ecuación N° 1. Ocupación de un puerto

$$\mu = \frac{St * Nt}{per * 24 * n}$$

Dónde:

- St: Tiempo de servicio promedio por nave, medido en horas por nave en el periodo t.
- N: Número de naves que llegan al puerto en el período t.
- per: Período (# días).
- n: Número de sitios.

Para la obtención del punto μ^* (ocupación óptima), se debe tener en consideración que la condición de equilibrio óptimo se alcanza cuando el interés del capital invertido en un sitio adicional iguala al costo de espera adicional en el sistema sin ese sitio adicional (INECON, 1994). Por lo tanto, el equilibrio señalado se encuentra definido por la siguiente expresión:

Ecuación N° 2. Variación de la espera promedio de una nave en puerto

$$\Delta T_w * N^* * C_v = r * C_o$$

Donde,

- T_w : Variación en la espera promedio de una nave del puerto que provoca la construcción de un sitio adicional.
- N^* : Número óptimo de naves que llevan al equilibrio, generalmente expresadas en naves por año.
- C_v : Valor horario promedio de las naves que utilizan el puerto, generalmente en US\$ / hora.
- r : Tasa de costo de capital para activos invertidos en la actividad portuaria.
- C_o : Costo invertido de un sitio adicional en el puerto.

Para la obtención de la variación en el tiempo de espera, se analizaron dos alternativas:

- Utilizar las curvas Erlang que se consideraron en el estudio de SECTRA (1998), y que relacionan el tiempo de estadía / tiempo de servicio con la ocupación del puerto y el número de sitios. Nótese que la relación entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio (W / S) es igual a: (tiempo de estadía para una ocupación requerida – tiempo de estadía para una ocupación de 0%) / tiempo de servicio.
- Utilizar el modelo de Bontes y Gibson (1995), que hicieron modificaciones a la expresión desarrollada por el estudio de la P. Universidad Católica (1988), obteniendo lo siguiente:

Ecuación N° 3. Relación entre tiempos de espera y servicio

$$\frac{W}{S} = A * \exp \left(B_o * \left(1 - \frac{f}{n} \right) * \mu + d * n \right)$$

Dónde:

- W y S corresponden a los tiempos de espera y servicio que se observaron en el sistema durante un período determinado, expresados en horas.
- n : número de sitios
- μ : Ocupación.
- A, B_o, f, d : parámetros a calibrar.

Los valores de los parámetros calibrados en el estudio de Bontes y Gibson (1995) fueron los siguientes:

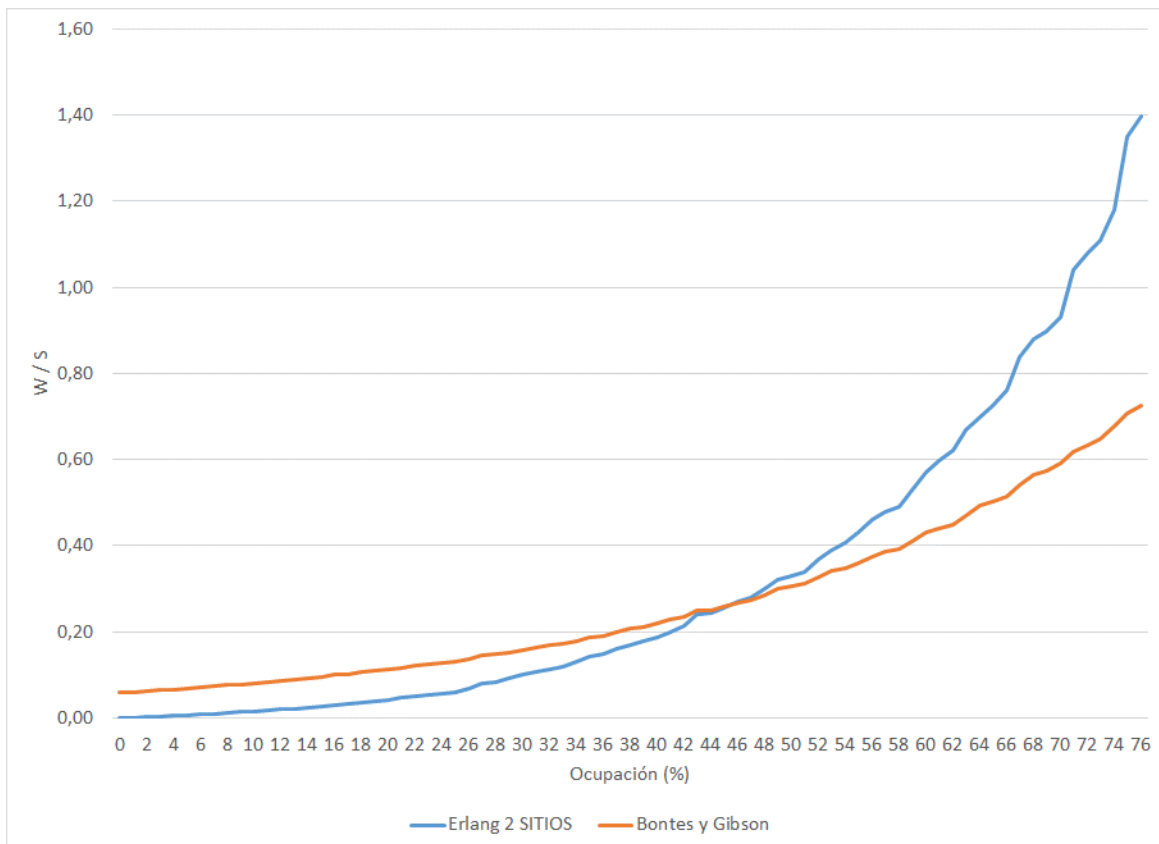
Tabla N° 2. Parámetros Modelo de Bontes y Gibson

| Parámetro | Valor |
|-----------|-----------|
| A | 0,068932 |
| Bo | 0,030800 |
| F | -0,084613 |
| d | -0,154620 |

Fuente: Bontes y Gibson (1995)

La siguiente figura muestra la comparación de ambas metodologías, particularmente para el caso de dos sitios, donde se presenta el cociente entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio (W/S) en función de la ocupación. Para el caso de las curvas Erlang, se utilizó interpolación lineal para obtener un mayor número de puntos de la curva.

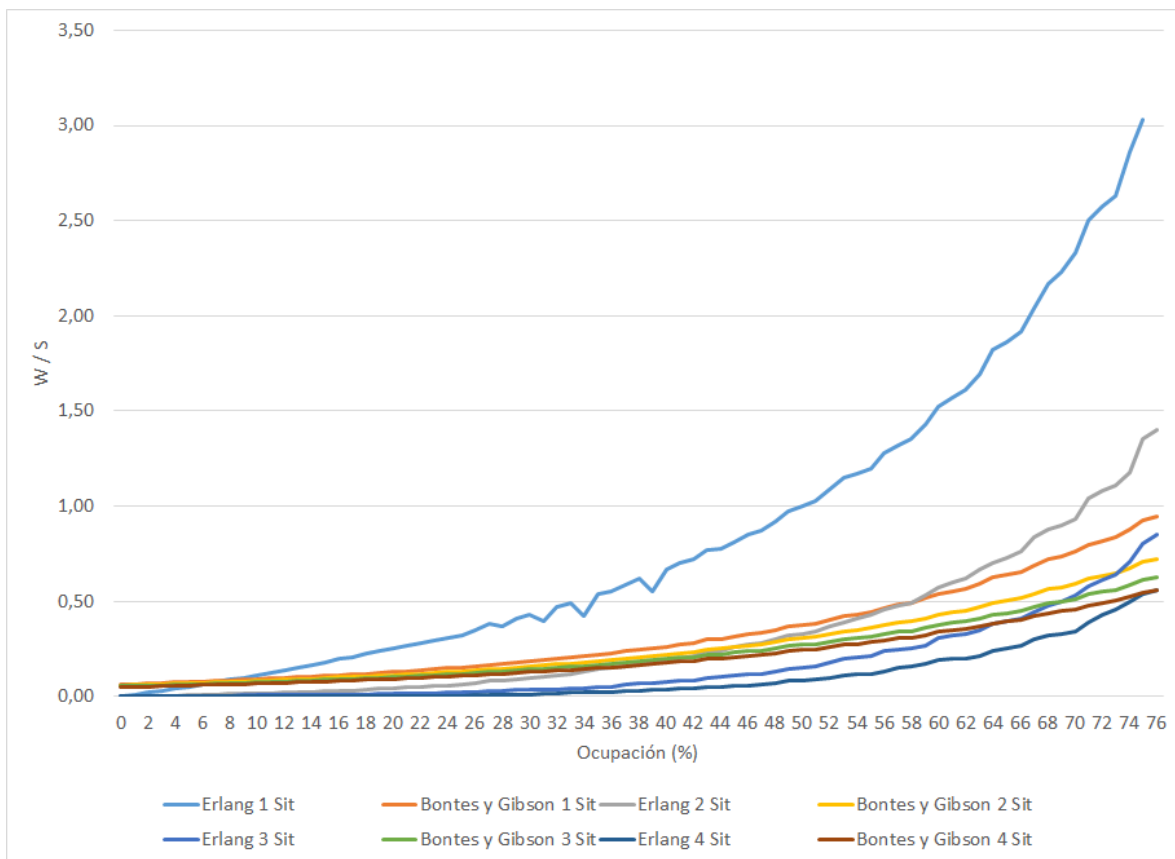
Gráfico N° 1. Comparación Resultados Curvas Erlang v/s Bontes y Gibson (1995), W / S con 2 Sitios



Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2017)

Cabe hacer notar que en los tramos de baja ocupación, el comportamiento esperable es que la relación W/S debiera ser cercana a cero, considerando que el tiempo de espera debiera ser alrededor de cero. Asimismo, en la medida que la ocupación se aproxime a la capacidad del puerto, la curva debiera ir incrementándose en forma exponencial. Nótese que la curva de Erlang (azul) se acerca bastante más a ese comportamiento, con valores W/S muy cerca de cero y con incrementos exponenciales a partir de una ocupación de aproximadamente 60%. Este último valor también es razonable, toda vez que el grado de saturación práctico debiera moverse dentro del rango de 55% - 70% (fuente: Fundación Valenciaport). La siguiente figura muestra la misma información anterior, pero para 1, 2, 3 y 4 sitios.

Gráfico N° 2. Comparación Resultados Curvas Erlang v/s Bontes y Gibson (1995), W / S con 1, 2, 3 y 4 Sitios



Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2017)

En atención a lo señalado, se escogieron las curvas de Erlang, para determinar el tiempo de espera portuario, siendo consistente con el estudio de SECTRA (1998).

Recomendaciones a ponderación de la evaluación multicriterio

Para efectos de mejorar la metodología presentada en el Informe N°1, luego de recopilar antecedentes y desarrollar el modelo se han considerado algunos ajustes, los cuales se enumeran a continuación:

Para efectuar la evaluación multicriterio se tuvo que ajustar algunas variables contempladas en el Informe N°1, puesto que la información necesaria para incorporarlas en el modelo no se encuentra disponible de manera homogénea o no está disponible para su uso. Este es el caso de la Circulación Costera general (corrientes), la variación de mareas, oleaje.

Por otra parte, la información de Geomorfología (Activación de procesos de inestabilidad; Erosión; Playas, Dunas, Campos Dunarios) y de Riesgos Naturales (Inundación por Tsunami, Inundación Fluvial, Remoción en Masa), se ha considerado excluirla para disminuir el número de variables y su incidencia es bastante similar en el litoral de Chile.

Como contrapartida se han incorporado dos variables limitantes. La primera dice relación con requerimientos de inversión asociados al abrigo que se debe entregar al puerto en las bahías seleccionadas. Para ello, se ha incorporado como parte de los costos de construcción la variable que identifica la necesidad de construir una obra de abrigo, lo cual implica una mayor inversión, y por consiguiente un menor puntaje en su evaluación.

Por otra parte se adiciona una variable limitante que identifica si la bahía se encuentra en la cercanía de un sector urbano. En este caso, se castiga aquellas zonas que se encuentren a una distancia menor a 1 kilómetro del límite de la zona urbana para evitar que los tráficos de carga deban cruzar por la trama urbana generando externalidades negativas a sus habitantes.

Para que el Analista pueda tomar una decisión sobre las Bahías con Aptitud Portuaria, se modificaron las categorías que el consultor propuso inicialmente en el Informe N°1 en un primer análisis como Excluyentes para los Usos de Suelo que no permiten equipamiento o infraestructura Portuaria según los Instrumentos de Planificación Territorial vigentes. Estos usos de suelo en general están asociados a Concesiones Acuícolas, Áreas Apropiadas para la Acuicultura, AMERB, Preservación Ambiental, Equipamiento e Infraestructura Turística, Recreacional, Áreas Verdes y Zonas Residenciales exclusivas que no permiten bodegajes, talleres, terminales, etc. Lo anterior se justifica ya que se debe tener en cuenta para la toma de decisión el total de Bahías que reúnen las Características o Condiciones Naturales para emplazar un Puerto, pero que en algunos casos están fuertemente afectadas a Limitantes y Condicionantes Territoriales definidas por la incompatibilidad de los usos de suelo de los IPT vigentes.

De esta manera, aquellas variables que pueden ser modificadas por un acto administrativo de los Órganos de la Administración Pública, se han caracterizado como Limitante, dejando su condición inicial de Excluyente. Esto permitirá que se incorporen un mayor número de Áreas con Aptitud Portuaria para ser analizadas en la evaluación multicriterio y no excluidas previamente. Estas variables son:

- Zonificación Borde Costero
- PRM
- PRI
- PRC

Los valores que podrán tomar estas variables son:

- 0: para aquellos casos en los cuales tenga características de excluyente dada la inviabilidad de modificar la normativa o Ley que lo regula.
- 1: Cuando modificación de la normativa o Ley requiera gestiones administrativas complejas pero que se puedan realizar.
- 10: en caso que se visualice que la modificación de la normativa o Ley sea de baja complejidad.

Recomendaciones modelo de estimación de costos

Otra de las consideraciones realizadas para mejorar la ejecución del modelo, consiste en comparar los costos de transporte actuales en su respectivo modo de transporte, versus los costos de transporte a través de camiones por la red vial hacia el AAP evaluado. La razón para realizar esta comparación, permite determinar si un exportador/importador cambiaría su terminal portuario en el caso que exista un puerto nuevo más cercano, y por consiguiente con menores costos de transporte. Esta mejora se realiza a diferencia de la metodología inicialmente planteada, en la cual a través de una optimización lineal asigna la carga a puertos existentes y el nuevo puerto, lo que podría entregar como resultado una distribución de carga que no ocurre, aun considerando las condiciones de mercado de la actualidad.

Otra de las ventajas que se obtiene del modelo de costos de transporte que se ha utilizado es que permite efectivamente comparar modos de transporte, tales como camiones, ferrocarriles y ductos.

Para llevar a cabo esta comparación se utilizan los valores de costo de transporte (\$/ton-km) a través de ferrocarril y ductos mencionados en el estudio de la Subsecretaría de Transporte (2011)³.

Tabla N° 3. Costos de Transporte por Ferrocarril y Ducto

| Modo Transporte | Macrozona | Costo de Transporte (\$/ton-km) |
|-----------------|------------|---------------------------------|
| Ferrocarril | Norte | 15,47 |
| | Centro Sur | 14,35 |
| Ducto | Norte | 12 |
| | Centro Sur | 1,6 |

Fuente: SUBTRANS (2011). Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Steer Davies Gleave.

4.3 Propuesta metodológica definitiva

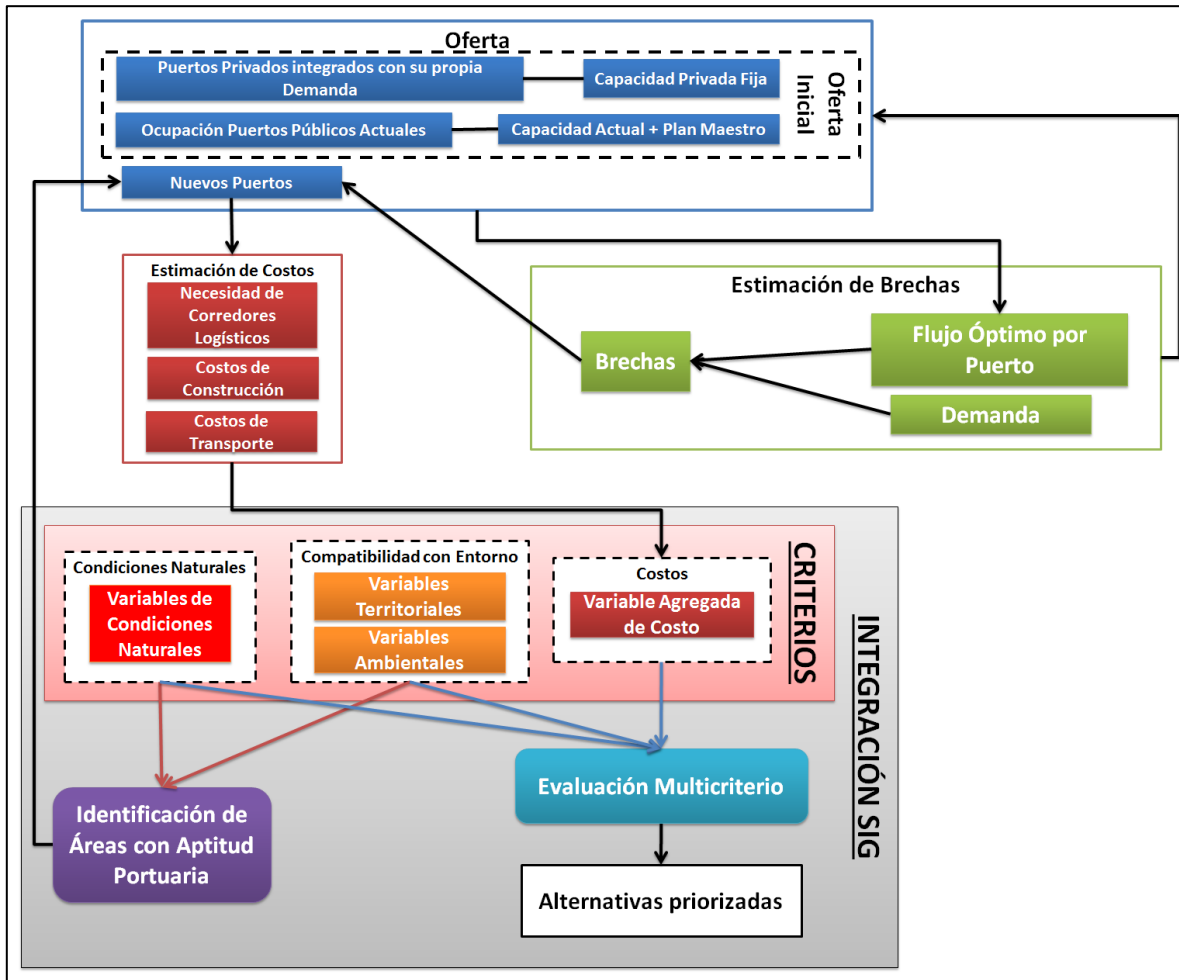
Dada la aplicación llevada a cabo, se han realizado algunos ajustes a la propuesta metodológica lo cual se describe a continuación.

Modelo de selección de áreas

En general, la propuesta metodológica definitiva no varía mucho desde su concepción en este estudio. Este modelo desarrollado es presentado en forma general en un esquema tal como se presenta a continuación.

³ SUBTRANS (2011). Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Steer Davies Gleave.

Figura N° 1. Modelo de Selección de Áreas con Aptitud Portuaria



Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2017)

De la figura se destaca que en primer lugar se analiza la demanda y la oferta inicial de la macrozona que se quiere estudiar. Luego, se proyecta la demanda y se compara con la estimación de flujo óptimo en término de toneladas (u oferta óptima) en cada uno de los puertos o terminales evaluados y se determinan brechas para cada una de ellas, en caso que existan. Los resultados de estas brechas son expresadas en términos de sitios necesitados para cubrirla.

Luego, es necesario establecer las nuevas áreas con aptitud portuaria (AAP) a evaluar. Para llevar a cabo este ejercicio, se toma en consideración en ArcGIS todos aquellos lugares que no son excluyentes del análisis por motivos de condiciones naturales y compatibilidad con el entorno. Las variables excluyentes y limitantes son presentadas en la tabla que aparece a continuación.

Tabla N° 4. Ponderación Evaluación Multicriterio

| Criterios | Ponderación del Criterio | Categoría | Variables | Tipo | Restricción Excluyente | Escala SIG | Ponderación de la Variable | Ponderador AAP |
|--|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|--|----------------------------|----------------|
| Condiciones Naturales | 25,00% | Bahía | Abrigo Natural | Excluyente | | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Distancia con desembocadura de ríos | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 50,00% | 12,50% |
| | | | Tamaño | Excluyente | 6,73 km ² | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Profundidad | Excluyente | Mínimo 17,74 | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | Área de Estudio | Longitud | Excluyente; Limitante | 866 m | 0:Excluido 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 50,00% | 12,50% |
| Compatibilidad con el Entorno (Territorio) | 30,00% | Áreas bajo Protección Oficial | Parque Nacional | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Reserva Nacional | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Monumento Natural | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Bien Nacional Protegido | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Santuario de la Naturaleza | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |

| Crterios | Ponderación del Criterio | Categoría | Variables | Tipo | Restricción Excluyente | Escala SIG | Ponderación de la Variable | Ponderador AAP |
|----------|--------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------|---|--|----------------------------|----------------|
| | | | Zonas Típicas o Pintorescas | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Monumento Histórico | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Zonas de Interés Turístico | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Parques Marinos | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Reservas Marinas | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Sitios Ramsar | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Acuíferos | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud Portuaria | N/A | N/A |
| | | | Área Marina Costera Protegida | Excluyente | ¿Existe? -> (Si/No) | 0:Excluido 10:Maxima Aptitud | N/A | N/A |
| | | IPT | Zonificación Borde Costero | Excluyente; Limitante | ¿Zona No Edificable y/o Área de Riesgo? -> (Si/No) | 0:Excluido 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 13,65% | 4,10% |
| | | | PRI | Excluyente; Limitante | ¿Zona No Edificable y/o Área de Riesgo? -> (Si/No)No) | 0:Excluido 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 13,65% | 4,10% |
| | | | PRC | Excluyente; Limitante | ¿Zona No Edificable y/o Área de Riesgo? -> (Si/No)) | 0:Excluido 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 18,20% | 5,46% |

| Crterios | Ponderación del Criterio | Categoría | Variables | Tipo | Restricción Excluyente | Escala SIG | Ponderación de la Variable | Ponderador AAP |
|---|--------------------------|--------------------------------|--|-----------|------------------------|--|----------------------------|----------------|
| | | Concesiones de Uso y Ocupación | Cercanía a Centro Urbano | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| | | | AMERB | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| | | | Concesiones Marítimas | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| | | | Concesiones Onerosas y Gratuitas | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| | | | Propiedad Fiscal | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| | | | Concesiones Mineras de Explotación | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 9,10% | 2,73% |
| Compatibilidad con el Entorno (Medio Ambiente) | 15,00% | Áreas de Interés Ambiental | Áreas Turísticas Prioritarias | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Sitios Arqueológicos | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Sitios Prioritarios | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Áreas de restricción y Prohibición DGA | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Sendero de Chile | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Zonas latentes y zonas | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |

| Criterios | Ponderación del Criterio | Categoría | Variables | Tipo | Restricción Excluyente | Escala SIG | Ponderación de la Variable | Ponderador AAP |
|-----------|--------------------------|-----------|---|-----------|------------------------|--|----------------------------|----------------|
| | | | saturadas | | | 10:Maxima Aptitud Portuaria | | |
| | | | Áreas de Reserva para el Desarrollo de Energía Renovables No Convencionales | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Zona de Interés Científico para Efectos Mineros | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Áreas de Desarrollo Indígenas | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| | | | Área Protegidas Privadas | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 10,00% | 1,50% |
| Costos | 30,00% | Costos | Costo de construcción (Puerto, Vial, Molo de Abrigo) | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 30% | 9% |
| | | | Costo de transporte | Limitante | | 1:Menor Aptitud Portuaria 10:Maxima Aptitud Portuaria | 70% | 21% |

Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2017)

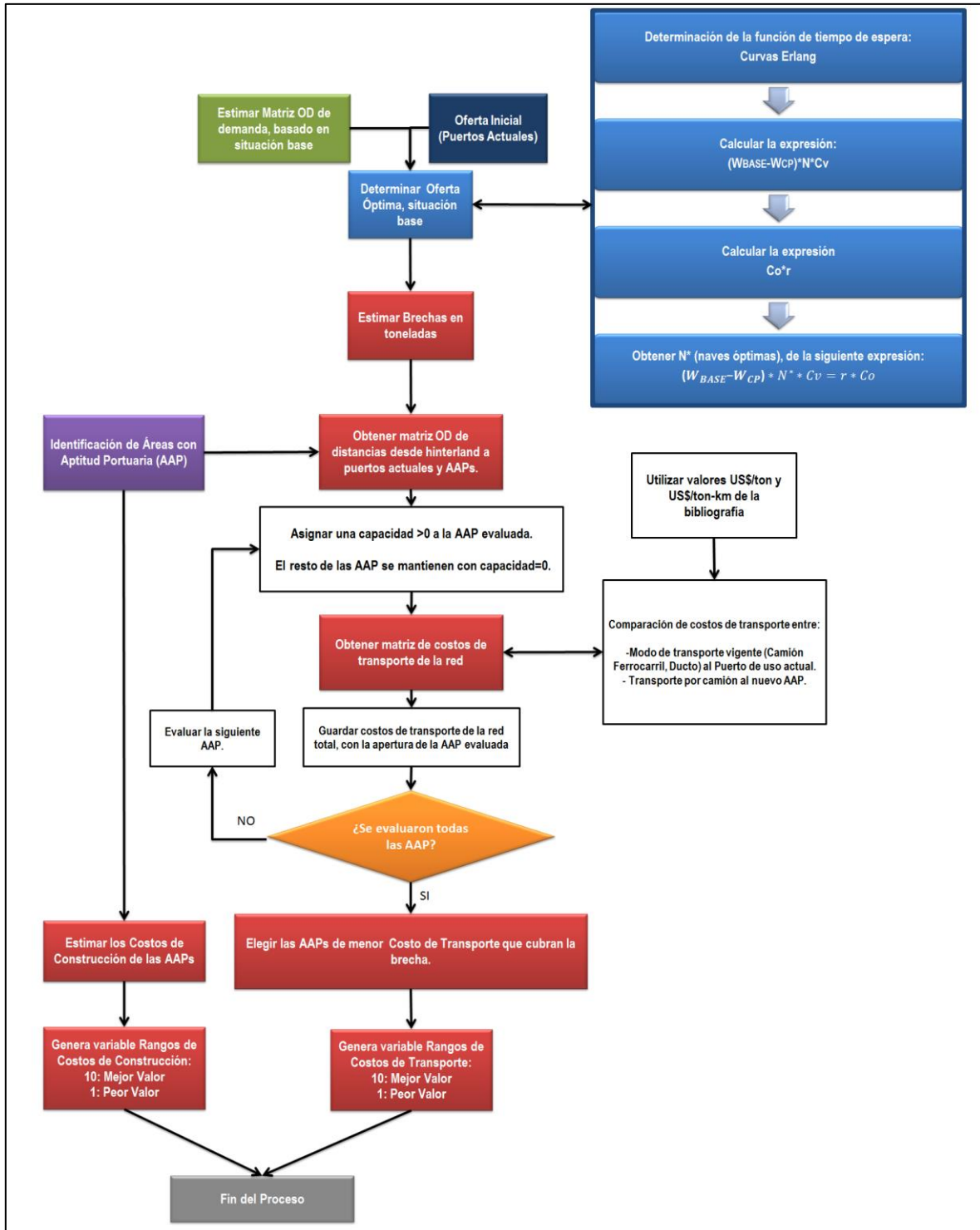
Cabe destacar que al evaluar las diferentes AAP con sus variables excluyentes, adicionalmente se evalúan sus variables limitantes de condiciones físicas y compatibilidad con el entorno. Estas variables limitantes, son aquellos valores que finalmente serán utilizados para la evaluación multicriterio. Todos ellos, deben estar jerarquizados en una escala de 1 a 10.

Finalmente, es necesario evaluar los costos de transporte y construcción, además de revisar la factibilidad de necesidad de corredores logísticos.

La necesidad de corredores logísticos se lleva a cabo en tres diferentes etapas. La primera de ellas es evaluar los centros productivos extranjeros que podrían embarcar por puertos nacionales en vez de aquellos fuera de Chile. Luego, se evalúan los diferentes pasos fronterizos, utilizando para ello las distancias desde esos centros a los diferentes puertos nacionales y estableciendo cuál de ellos resultan en las rutas con menor distancia. En caso de determinar que pueden ser utilizados, son incorporados dentro de la demanda por el paso fronterizo definido. Finalmente, una vez seleccionadas las nuevas áreas con aptitud portuaria (AAP) a evaluar, se compara si los centros productivos generadores de carga preferirían los nuevos complejos portuarios por sobre los puertos que utilizan en la actualidad.

Los costos de transporte y necesidad de corredores logísticos son evaluados tomando en consideración cada uno de los centros productivos que se relacionan con los puertos o terminales del área de estudio. La manera de llevar a cabo este ejercicio, se realiza revisando los costos de transporte de los centros productivos por los medios y rutas actuales contra el escenario que se desarrolle un nuevo complejo portuario y que se prefiera su uso por disminución de costos de transporte. A continuación se presenta un esquema con la metodología planteada con mayor nivel de detalle.

Figura N° 2. Metodología General de Estimación de Costos



Fuente: Elaboración del Consultor Qproject S.A. (2017)

La figura anterior muestra la estimación de costos como una metodología secuencial de información. Se inicia el proceso con la estimación de brechas, el cual está basado en curvas Erlang para la determinación de los tiempos de espera y obtener la cantidad de naves óptimas que se espera en cada uno de los puertos o terminales. Estos se traducen en cantidad de sitios necesarios para cubrir la brecha.

Ahora, el proceso de estimación continúa independiente de si existen o no brechas a cubrir, dado que la metodología que le sigue no es afectada por este indicador. Esto quiere decir, que en el caso de que un puerto no sea necesario, en el caso de que aun así sea creado, este puede de todas formas tener un impacto en el flujo de transporte de algunos centros productivos. Este supuesto, a juicio del equipo consultor, es concordante con la realidad.

La evaluación de las diferentes AAP, se desarrolla de tal forma de analizar qué es lo que pasaría en los costos de transporte del sistema total si una de ellas es creada. Se revisan los costos del sistema total para los escenarios con cada una de las AAP. La forma de valorizar las diferentes rutas, es a través de los costos (\$/ton-km o \$/ton) dependiendo del tipo de carga y modo de transporte utilizados en la actualidad por los centros productivos. Estos valores se comparan contra la alternativa de enviar a través de camiones a una nueva AAP. Si se establece que es menos costoso seguir realizando los envíos de la forma actual para un centro productivo en particular, el sistema establece que el costo no varía desde el escenario inicial, en cambio sí lo hace si la alternativa a través de camión es ventajosa. Esta operación se realiza para cada par Origen-Destino, y la suma de todas las alternativas entrega la nueva valorización del sistema total.

Los costos de transporte del sistema total, por lo tanto, son jerarquizados en rangos de 1 a 10 entre el máximo y mínimo valor de cada una de las AAP. Estos son los valores finales que ingresan dentro de la evaluación multicriterio.

En el caso de las inversiones, el sistema toma en consideración tres diferentes alternativas de construcción para cada una de las AAP. La primera de ellas es el caso de la estimación de construcción portuaria inicial, la que toma en consideración el tipo de puerto que se desea construir para estimar los costos. Por otro lado, se valoriza de forma aparte la necesidad de molo de abrigo, la cual se tiene que llevar a cabo con la experiencia del Analista, pero para lo cual existen valorizaciones. Finalmente, el último costo que se considera es la necesidad de conexión terrestre entre el acceso al puerto y el sistema vial actual. Para este último costo se toma en consideración, si existe una necesidad de un camino nuevo, una pavimentación y ampliación a doble calzada.

Los costos de construcción son finalmente sumados y jerarquizados en rangos de 1 a 10 entre el máximo y el mínimo valor de cada una de las AAP. Estos son los valores finales que ingresan dentro de la evaluación multicriterio.

Finalmente, tomando en consideración todas las variables limitantes, se utiliza su ponderación para determinar cuáles son aquellas AAP mejor evaluadas, generando un ranking con colores a través de ArcGIS.

Dado que se tiene la brecha en cantidad de sitios, ésta se utiliza para la jerarquización de ArcGIS para asignar aquellos nuevos puertos que se debiesen construir.

5 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES

La recopilación de antecedentes del sistema de actividades permite disponer de información para comprender la situación actual de las zonas de estudio, además de sentar las bases para las proyecciones.

5.1 Actividades económicas con transferencias portuarias representativas del área de estudio

A partir de la información de Aduanas, se genera el desglose de aquellos productos relevantes por cada uno de los puertos del área de estudio. Así, es posible determinar aquellos sectores económicos que conformen más del 80% del total de la exportación y usualmente están en cuatro categorías.

De estos sectores económicos, se hace necesario a su vez investigar los principales productos que conforman sus exportaciones.

5.2 Recolección y análisis de antecedentes del sistema de actividades de la zona de influencia ampliada de la red

Determinación del hinterland internacional

Para la determinación del hinterland internacional se toma en consideración aquellas capitales provinciales o centros de producción importantes extranjeros. Para estos lugares es necesario calcular los costos de transporte a un puerto chileno dentro del área de análisis, puertos chilenos que compitan por la misma carga y puertos extranjeros.

Luego, es necesario determinar el hinterland internacional que se abordará, en base a los costos de transportes marítimos y terrestres, para las cargas con origen en los países ubicados en los corredores internacionales y destino de los principales puertos del Asia Pacífico.

Para los costos de transporte terrestres, se utilizan las distancias terrestres utilizando los diferentes pasos fronterizos habilitados para ello y se encuentran aquellos de menor costo hacia Chile. Luego, se determinan los costos terrestres asociadas a estas distancias.

Del mismo modo, es necesario determinar los costos marítimos desde los diferentes puertos en competencia por la carga, utilizando para ellos como referencia puertos del Asia-Pacífico, ya que se considera que son los puertos donde Chile tiene ventajas comparativas.

La suma de los costos terrestres y costos marítimos, determinan los costos de transporte a calcular. Luego a través de un análisis todo-o-nada se determina aquellos sectores extranjeros que tienen posibilidades de transferir carga a través de los puertos chilenos bajo análisis.

Exportaciones del extranjero

Para establecer las exportaciones hacia el extranjero, se recurre a analizar la cantidad de carga exportada que puede dirigirse hacia el Asia-Pacífico, utilizando para ellos información de estadísticas de exportaciones extranjeras o proyectos que estén en construcción.

5.3 Instrumentos de planificación locales y Comisiones Regionales de Uso de Borde Costero

A continuación se listan algunos de los instrumentos de planificación territorial para determinar las restricciones en el borde costero.

- Estrategia Regional de Desarrollo Regional
- Plan Regional de Desarrollo Urbano
- Comisión Regional del Uso del Borde Costero (CRUBC) y Zonificación de los Usos del borde costero
- Plan Regulador Intercomunal Costero
- Plan Regulador Comunal

5.4 Comisión Regional de usos de Borde Costero y Otorgamiento de Concesiones Marítimas

Por otra parte, también es necesario disponer de información de las condiciones de uso del borde costero y el otorgamiento de las concesiones marítimas, dado que condicionan el uso del territorio para el desarrollo de infraestructura portuaria.

6 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES DE TRANSPORTE

6.1 Recopilación de información de uso de la red

Para lograr comprender la magnitud de la carga que se moviliza por el área de estudio, es necesario realizar una caracterización de la red vial, como por ejemplo puede ser la descripción de la red vial del PRIGH, la que además incorpora proyectos a realizar en el horizonte de tiempo del análisis.

Para obtener la caracterización de la red de transporte, también se debe agregar las líneas férreas que transportan carga a los diferentes puertos.

6.2 Instalaciones portuarias

Oferta Portuaria

Dentro del área de estudio, es necesario localizar los terminales portuarios, tanto de uso público como privado, y caracterizarlos de acuerdo a:

- Nombre del terminal portuario
- Frente de atraque
- Sitios de atraque
- Calado máximo
- Eslora máxima
- Manga máxima
- Desplazamiento a carga máxima

La capacidad de la oferta considera para los terminales de uso público la información de sus Planes Maestros, mientras que para aquellos de uso privado se utiliza como información la capacidad actual, dado la dificultad de conseguir mayor información.

Tiempo de servicio de naves

Es necesario recopilar información del tiempo de servicio de las naves, la cual puede venir entregada por las Empresas Portuarias Estatales, el Sistema de Empresas SEP. En aquellos casos donde no se disponga de información fidedigna, es posible homologar los tiempos de servicio, velocidades de transferencia y el tamaño de embarque de instalaciones similares.

Por otra parte, existe infraestructura portuaria privada que no puede ser homologada con terminales de uso público, como pueden ser los terminales de uso exclusivo para graneles. En este sentido, se debe recurrir a la información disponible por Directemar.

Nuevos proyectos portuarios

Otro insumo que debe ser considerado, son aquellos proyectos portuarios que estén dentro del Sistema de Evaluación Ambiental (SEA). Sin embargo, es necesario aplicar criterio para su selección, ya que pueden ser proyectos aprobados pero no construidos, proyectos privados dentro de su logística interna sin carga mencionada en SEA, entre otras consideraciones.

Por lo tanto, es necesario plantear escenarios conservadores que presionen sobre los servicios navieros, implicando a su vez mayor demanda y menor oferta en el horizonte de análisis.

7 DEFINICIONES BÁSICAS PARA LAS PROYECCIONES DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES Y DE FLUJOS

Las definiciones básicas para la realización de las proyecciones del Sistema de Actividades y del Sistema de Transporte del estudio son:

Años de corte temporal: Los años a ser considerados para el análisis serán 2020, 2030 y 2050

Períodos de modelación: El modelo propuesto requiere un análisis anual, dado su carácter de estudio de perfil.

Red de modelación: El modelo considerará aquellas secciones de la red estructurante que estén pavimentadas en el instante inicial y aquellos proyectos que se encuentran planificados a ejecutar en los Planes Regionales de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico (PRIGH), incorporando estos últimos en los respectivos cortes temporales.

Zonificación: Para realizar la modelación, se opta por una zonificación tal que se pueda representar los sectores productivos más importantes identificados. Esta zonificación identifica los generadores/attractores de carga, ya sea en términos de centros productivos, comunas y provincias extranjeras.

Definición de la situación base de la infraestructura logística

Se hace una revisión al documento “Chile 2020. Obras públicas para el Desarrollo” (DIRPLAN, 2010) y se complementa con su desagregación en los proyectos establecidos en el Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico (DIRPLAN, 2012).

8 PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES Y PROYECCIÓN DE FLUJOS

8.1 Proyección del sistema de actividades

Para establecer el crecimiento de los diferentes sectores productivos se recurre a fuentes tales como el Banco Central de Chile, los Gobiernos Regionales, COCHILCO, ODEPA, entre otros.

Para realizar las proyecciones se toma en consideración una proyección del PIB nacional y regional basado en la información del Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

En el caso del sector minero, se utiliza la información directa que se obtiene de inversiones de COCHILCO hasta el año 2030. A partir del año 2030, se proyecta para el hierro la tendencia del crecimiento de consumo, mientras que para el cobre se utiliza el crecimiento histórico de inversión.

En el caso de los insumos industriales, tales como el carbón, aceites de petróleo y ácido sulfúrico, se toma en consideración información de política energética de Chile e la información del sistema de evaluación ambiental (SEA), y las proyecciones de COCHILCO, respectivamente.

En términos del sector frutícola de la Región, ésta se caracteriza utilizando información de sus exportaciones y producción, principalmente utilizando los catastros frutícolas de ODEPA.

Respecto a la carga transnacional, se proyecta la carga utilizando como referencia las proyecciones de crecimiento para sus economías, además de proyectos de importante magnitud en cartera.

8.1.1 Estimación de crecimiento

Un aspecto relevante es estimar el crecimiento de los productos que demandarán la oferta de transporte a través de la vía marítima. Los pasos a seguir se detallan a continuación.

1. En caso de tener proyecciones de una institución confiable sobre un producto específico, utilizar esta proyección. Si no existe, ir al paso 2.
2. Encontrar una relación estadística con el PIB nacional o regional. Si no existe una relación estadísticamente confiable, ir al paso 3.
3. Utilizar el crecimiento porcentual de los últimos 10 años.

La información debe ser adquirida de forma tal que pueda ser analizada en una matriz de origen destino desagregado por producto, origen, destino, tipo de carga y su transporte, a través de los

años del horizonte de tiempo de análisis. Luego, para el modelo se consideran los valores para los años de los cortes temporales definidos.

9 PROPUESTA DE RESERVA DE ÁREAS

9.1 Aplicación de la metodología

9.1.1 Estimación de brechas

9.1.1.1 Aspectos generales

De manera de obtener las brechas entre demanda y oferta óptima, se pueden utilizar los siguientes parámetros de cálculo:

- Costo tiempo de estadía carga general⁴: US\$450 por hora – nave.
- Requerimiento longitud de costa por sitio⁵: 1 km / sitio.
- Tasa social de descuento: 6% anual.
- Vida útil de la infraestructura: 30 años.

9.1.1.2 Oferta Óptima

Utilizando el modelo a través del programa Excel desarrollado para este propósito, se pueden determinar las ofertas óptimas de cada uno de los terminales, en las que la suma de ellas determina la brecha total necesitada en toneladas.

Finalmente, la estimación de déficit portuario se puede construir en base a un escenario esperado y realizando una sensibilización de sus parámetros.

9.1.2 Identificación de áreas con aptitud portuaria

Del análisis de aplicación de los Criterios de Condiciones Naturales se identifican las Áreas con Aptitud Portuaria (AAP) donde se pueden emplazar puertos debido a sus favorables condiciones naturales de la costa, definidos estos como Abrigo Natural, Tamaño, Profundidad Mínima y Longitud. Estas áreas serán priorizadas en el análisis multicriterio para determinar las que tengan mejor aptitud portuaria.

⁴ Boletín de Transporte Marítimo Naciones Unidas (1994).

⁵ Sectra (1998). Dato validado por personal técnico presente en este estudio.

9.1.3 Evaluación multicriterio

Los resultados de la Evaluación Multicriterio utilizando ArcGIS permitieron clasificar las AAP según las condiciones territoriales donde se emplazan, existiendo las siguientes categorías:

Áreas con Aptitud Portuaria sin Limitantes Territoriales: En esta categoría se encuentran las AAP que tienen los valores medios, altos y muy altos de Aptitud Portuaria, según los resultados de la evaluación multicriterio, con poca o nula afectación de limitantes territoriales asociadas a usos de suelo según los IPT.

Los mapas resultantes grafican las diferentes categorías en las AAP seleccionadas. Estos se clasificaron en rangos donde los colores más oscuros se asocian a los menores valores de aptitud Portuaria como el Naranja y los más claros como el Verde a los polígonos con mayor Aptitud Portuaria.

Áreas con Aptitud Portuaria Alta pero con Limitantes Territoriales: En esta categoría se encuentran las AAP que tienen los valores medios, altos y muy altos de Aptitud Portuaria. Aun así, se diferencian del resto de las AAP puesto que están afectadas fuertemente por usos de suelo que limitan el desarrollo portuario. Cabe destacar, que en el caso que se quiera dar prioridad a estas zonas en un futuro se necesitara gestionar un cambio en los usos de suelo definidos por los IPT.

Áreas con Aptitud Portuaria Baja y con Limitantes Territoriales: En esta categoría se encuentran las AAP que tienen los valores más bajos de Aptitud Portuaria y que también están afectadas fuertemente por usos de suelo que limitan el desarrollo portuario. La diferencia con la categoría anterior es la baja Aptitud Portuaria que entrega la evaluación multicriterio.

10 CONCLUSIONES

A continuación se dan a conocer las principales conclusiones del desarrollo del estudio.

10.1 Metodología

Para aplicar la metodología es necesario disponer de antecedentes que permitan llenar las bases de datos del modelo propuesto. Producto del desarrollo del estudio se selecciona aquella información que los servicios públicos disponen, las cuales permiten completar las capas en ArcGIS. No obstante lo anterior, el Analista deberá recabar y proyectar la demanda de los principales centros productivos identificando los puertos utilizados para embarque/desembarque, y tipo de transporte utilizado.

Por otra parte es necesario conocer la configuración de los puertos actuales, tanto públicos como privados, identificando su localización, tipología (granel, multipropósito, carga general), número de sitios, etc. En el caso de los terminales de uso público se utiliza la información de capacidad presente y futura, entregada por los Planes Maestro Portuarios, mientras que para los terminales de uso privado se utiliza la información de capacidad actual. El criterio es plantear escenarios conservadores que presionen sobre los servicios navieros, implicando a su vez mayor demanda y menor oferta en el horizonte de análisis.

El modelo propuesto permite determinar las brechas entre la demanda óptima y la oferta, ante lo cual surge el requerimiento de ejecutar obras. No obstante lo anterior, en caso que no se genere la brecha de déficit, el modelo a través de un análisis multicriterio permite determinar la mejor Área con Aptitud Portuaria, lo cual apoya al regulador tomar decisiones en el ámbito de la Planificación Estratégica.

El modelo es sensible a las siguientes variables: demanda, costo de estadía, tasa de crecimiento del rendimiento e inversión de construcción para lo cual se recomienda realizar análisis de sensibilidad.

Un aspecto relevante y diferenciador respecto a la metodología es la incorporación en la matriz multicriterio las variables de costos de transporte y costos de inversión.

10.2 Resultados producto de la aplicación de la metodología

Finalmente, a través del uso de la metodología se determinan las Áreas con Aptitud Portuaria que tendría mayores beneficios según la evaluación multicriterio.

Con el objeto de reservar estas áreas es recomendable que a través de los organismos de administración del estado se realicen algunas acciones tales como:

- Proponer una Modificación en los Instrumentos de Planificación Territorial necesarios para establecer el uso de suelo para recintos portuarios, partiendo por la Comisión Regional de Borde Costero para poder otorgar el uso de Área Reservada para el Estado. Gestionando esta categoría presente en la Zonificación del Borde Costero los Otros Instrumentos Normativos deberán integrarse al uso de suelo antes mencionado.
- Gestionar con Bienes Nacionales una Concesión Gratuita, para los terrenos que fueran de dominio Fiscal.

Asimismo, se recomienda adicionalmente que los recursos se destinen a potenciar la actividad en aquellos puertos ya existentes mejorando la gestión en la operación y ampliar la zona de reserva, de tal manera que le permita expandirse en el mediano-largo plazo.