

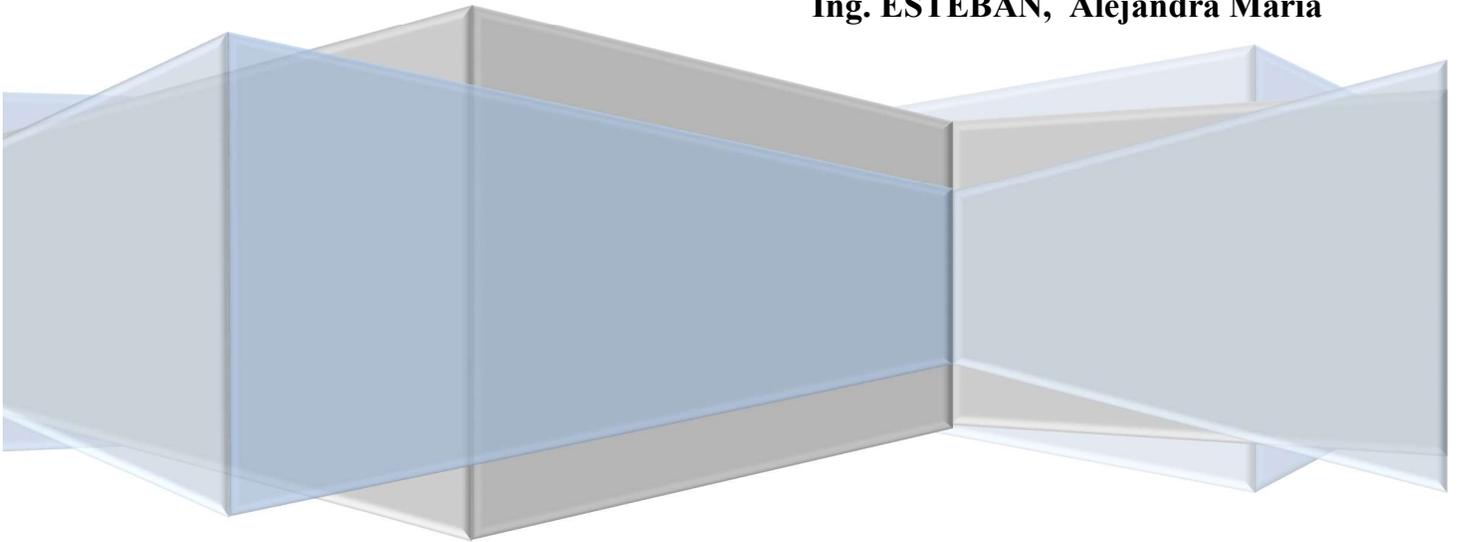
**TRABAJO FINAL DE CARRERA DE ESPECIALISTA
EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA
INNOVACIÓN**

**Evaluación de la competitividad de la terminal
pesquera del puerto de la ciudad de Mar del
Plata.**

**Diseño de un indicador para medir la competitividad global de
terminales pesqueras, utilizando la metodología de Análisis de
la Envolvente de Datos (DEA).**

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. ESTEBAN, Alejandra María





RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

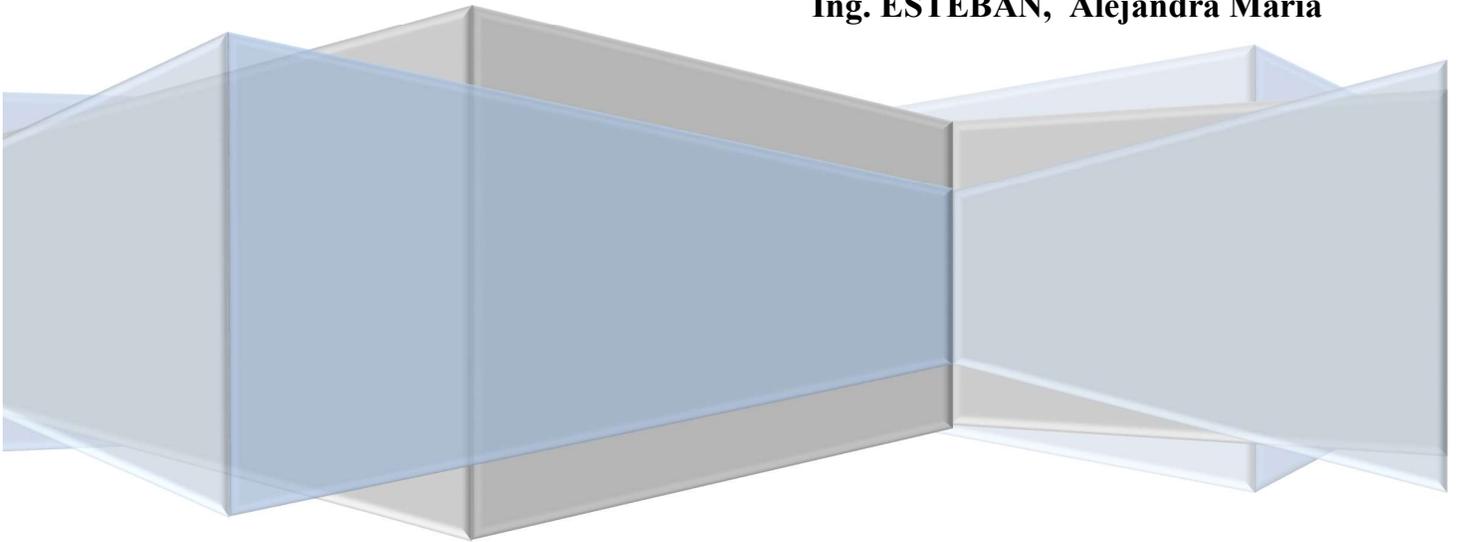
**TRABAJO FINAL DE CARRERA DE ESPECIALISTA
EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA
INNOVACIÓN**

**Evaluación de la competitividad de la terminal
pesquera del puerto de la ciudad de Mar del
Plata.**

**Diseño de un indicador para medir la competitividad global de
terminales pesqueras, utilizando la metodología de Análisis de
la Envolvente de Datos (DEA).**

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. ESTEBAN, Alejandra María



Evaluación de la competitividad de la terminal pesquera del puerto de la ciudad de Mar del Plata

Diseño de un indicador para medir la competitividad
global de terminales pesqueras, utilizando la
metodología de Análisis de la Envolvente de Datos
(DEA).

Autor.
Ing. Alejandra María Esteban

Tutor
Dr. Lic. Fernando Graña
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Mar del Plata

Co-Tutor
Mg. Ing. Claudia Zárate
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

Mesa Evaluadora
Mg. Ing. Aurora Zugarramurdi
Mg. Ing. Jorge Petrillo

Índice

RESUMEN.	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Competitividad.	5
2.2. Desarrollo Regional.	7
2.3. Logística.	10
2.4. Los puertos.	12
2.4.1 Estructura física de los puertos	13
2.4.2. Servicios portuarios.....	14
2.4.3. Clasificación de los puertos	16
2.4.4. Factores de competitividad.....	20
2.5. Terminales pesqueras.....	21
2.5.1. Artes de pesca	22
2.5.2. Flota pesquera: clasificación de buques	23
2.6. Indicadores de Productividad.	25
2.7. Análisis de la Envolvente de Datos.	30
2.7.1. Conceptos de productividad y eficiencia.....	30
2.7.2. Evaluación y medición de la productividad y eficiencia.....	35
2.7.3. Modelos de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA)	40
2.7.4. Otros modelos	49
2.8. Cambios en la productividad total de los factores (PTF): Índice de Malmquist.....	50
3. DESARROLLO.....	54
3.1. Importancia del Puerto de Mar del Plata.....	55
3.2. Evolución de la Política Portuaria en Argentina	58
3.3. Evolución de la Actividad Pesquera en Argentina	60
3.4. Historia del Puerto de Mar del Plata.....	65
3.5. Características del Puerto de Mar del Plata.....	67
3.6. Servicios portuarios brindados en el Puerto de Mar del Plata.....	78
3.7. Situación de los buques portacontenedores en el Puerto de Mar del Plata	80
3.8. Obras proyectadas Puerto de Mar del Plata	83
3.8. Descripción otros puertos pesqueros	84
3.8.1. Puerto de Puerto Madryn.....	84
3.8.2. Puerto de Puerto Deseado.....	86
3.8.3. Puerto de Ushuaia	88
3.8.4. Puerto Caleta Paula	89

3.8.5. Puerto de Rawson	90
3.8.6. Puerto de Comodoro Rivadavia.....	92
3.8.7. Puerto de San Antonio Este	94
3.8.8. Puerto de General Lavalle	95
3.9. Modelo Propuesto.....	96
3.9.1. Selección de las Variables	98
3.9.2. Análisis de los Modelos	99
3.9.3. Validación de los Modelos	100
4. CONCLUSIONES.....	106
5. REFERENCIAS	109
ANEXO I – SALIDAS DE SOLVER DE LOS MODELOS DEA	114
1. Modelo CCR ₁₂	114
2. Modelo BCC ₁₂	116
3. Modelo CCR ₁₄	118
4. Modelo BCC ₁₄	120
5. Modelo CCR _{14/12}	122
6. Modelo CCR _{12/14}	124

Índice de Figuras

Figura 1: Principales Servicios Portuarios.....	16
Figura 2: Tiempos de la nave en puerto	29
Figura 3: Función de Producción	35
Figura 4: Medidas de Eficiencia Técnica: orientación a la entrada	38
Figura 5: Eficiencia Técnica, Eficiencia Asignativa y Eficiencia Global	39
Figura 6: Diferencia entre la frontera CCR y BCC.....	46
Figura 7: Rendimientos a escala	48
Figura 8: Desembarques de los Puertos Pesqueros Argentinos 2014	56
Figura 9: Promedio de Desembarques de los Puertos Pesqueros Argentinos 2010-2014.....	57
Figura 10: Vista aérea del puerto de Mar del Plata	69
Figura 11: Zona Norte	70
Figura 12: Zona Sur.....	71
Figura 13: Terminal N° 1	72
Figura 14: Dársena de pescadores	72
Figura 15: Espigón N° 10.....	72
Figura 16: Terminal N° 2. Espigón N° 2.....	74
Figura 17: Terminal N° 3. Espigón N° 3.....	75
Figura 18: Terminal N° 4. Espigón N° 7.....	76
Figura 19: Terminal N° 5. Posta de Inflamables	76
Figura 20: Espigón N° 4	77
Figura 21: Espigón N° 5	77
Figura 22: Proyecto de ampliación espigón N° 3.....	83
Figura 23: Proyecto de construcción espigón N° 8 y N° 9.....	84

Índice de Tablas

Tabla 1: Desembarques en toneladas de los Puertos Pesqueros Argentinos 2010-2014.....	55
Tabla 2: Promedio de desembarques de pescado. Período 2010-2014	58
Tabla 3: Resumen de las medidas más importantes.....	75
Tabla 4: Descripción de la flota	78
Tabla 5: Uso de Remolque Obligatorio.....	79
Tabla 6: Metros lineales de muelle operativo	101
Tabla 7: Mano de obra medida en toneladas por hora hombre.....	101
Tabla 8: Toneladas anuales de pescado desembarcado.....	101
Tabla 9: Medidas de eficiencia calculadas a partir de modelos DEA CCR y BCC.....	103
Tabla 10: Eficiencias técnicas (ET) y de escala (EE).....	104
Tabla 11: Índice de Malmquist y su descomposición	105

Índice de Ecuaciones

(1)	26
(2)	26
(3)	35
(4)	36
(5)	36
(6)	37
(7)	37
(8)	37
(9)	37
(10)	37
(11)	37
(12)	37
(13)	39
(14)	40
(15)	40
(16)	42
(17)	42
(18)	42
(19)	42
(20)	42
(21)	42
(22)	42
(23)	43
(24)	43
(25)	43
(26)	44
(27)	44
(28)	45
(29)	45
(30)	45
(31)	45
(32)	45
(33)	47
(34)	47
(35)	47
(36)	47
(37)	49
(38)	49
(39)	49
(40)	49
(41)	50
(42)	51
(43)	51
(44)	51
(45)	51
(46)	52
(47)	52
(48)	97

(49)	104
(50)	104

Tabla de Siglas

CEE: cambio en eficiencia de escala

CETP: cambio en eficiencia técnica pura

CI: competitividad industrial

CT: cambio tecnológico o desplazamiento de la frontera

DEA: *Data Envelopment Analysis*, análisis de la envolvente de datos

DMU o UDT: unidad de decisión o unidad bajo estudio.

EA: eficiencia asignativa

EE: eficiencia de escala

EG: eficiencia global

ET: eficiencia técnica

IM: Índice de Malmquist

PTF: productividad total de los factores

SFA: *stochastic frontier analysis*, análisis de la frontera estocástica

UNCTAD: *United Nations Conference on Trade and Development*

Glosario de términos

Acrópedo: bloque de hormigón en masa.

Andana: orden de cosas (embarcaciones, en el caso de estudio) puestas en líneas

Autonomía: tiempo y distancia máxima de alejamiento del puerto de zarpada

Bitá: poste en el barco que sirve para sujetarlo al muelle.

Bolardo: pieza de hierro que se coloca en los puertos para enrollar y atar las amarras de los barcos.

Bootstrap: método de remuestreo de datos que permite resolver problemas relacionados con la estimación de intervalos de confianza o la prueba de significación estadística.

Caladero: sitio donde se desarrolla la actividad pesquera. En Argentina los caladeros más productivos se extienden a partir de la costa a lo largo de la plataforma continental, y llegan a los 200 m de profundidad. Generalmente están favorecidos por corrientes y temperaturas apropiadas, además poseen abundante vida vegetal.

Dársena: parte más resguardada de un puerto usada para tareas de carga, reparación o desguace de los barcos.

Demersal: especies de peces que viven en el fondo del mar y efectúan desplazamientos a aguas de menor profundidad.

Disponibilidad: propiedad que indica que cualquier transformación particular de x en y pertenece a $L(y)$, cualquier otra transformación que sea menos eficiente, también pertenece a $L(y)$, es decir es una transformación posible.

Duque de Alba: estructura aislada que sirve para dar apoyo lateral y amarre a los buques La construcción de los duques de Alba suele hacerse con base de pilotes con una losa en cabeza.

Espigón: rompeolas o escollera es una estructura no lineal construida con bloques de roca de dimensiones considerables, o con elementos prefabricados de hormigón. Macizo saliente que se construye a la orilla de un río o mar para proteger la orilla o desviar la corriente.

Factores productivos: cualquier bien o servicio utilizado por la empresa para producir (trabajo, maquinaria, edificios, materiales, energía, útiles de oficina, entre otros), es decir, cualquier entidad que interviene en el proceso de producción.

Foreland: es el área de influencia de un puerto donde se dirige la mercadería generada por su *hinterland*. Es decir es la zona destino de las mercaderías embarcadas en un puerto u origen de las desembarcadas en el mismo.

Frontera CCR: DEA-CCR o DEA-CRS (Constant Returns of Scale). Metodología utilizada para obtener una envolvente de datos que incluye todas las unidades eficientes, las unidades

ineficientes quedan por debajo de la misma, considera solamente rendimientos constantes a escala.

Frontera BCC: DEA-BCC o DEA-VRS (variable returns of scale). Modelo que permite trabajar tanto con rendimientos constantes, crecientes o decrecientes y posibilita el cálculo de la eficiencia técnica sin que esta se solape con la eficiencia de escala.

Hinterland: área de influencia de un puerto, es la zona de origen de las mercancías embarcadas y destino de las desembarcadas.

Modelo dual: todo modelo de programación lineal original, llamado primal, tiene un dual asociado, el que puede ser empleado para obtener la solución, dado que ambos comparten las condiciones de optimalidad. Para el modelo dual se define una variable dual por cada restricción y una restricción dual por cada variable primal.

Muelle: obra construida en la orilla del mar, de un lago o río navegable para facilitar el embarque y desembarque y, a veces, para abrigo de las embarcaciones.

Panel de datos: conjunto de observaciones que combinan una dimensión temporal con otra transversal, esta última incluye múltiples fenómenos en un momento determinado.

Pelágicos: especies de peces que viven en aguas de superficie o alejadas de la inmediata vecindad del fondo.

Puerto *feeder*: es un puerto de alimentación, que envía o recibe cargas de puertos *hub* y de esa manera participa en forma complementaria e indirecta en los flujos comerciales.

Rada: área cerrada con una apertura al mar, más estrecha que una bahía o un golfo.

Regala: pieza longitudinal que cubre las cabezas de los reveses de las ligazones y forma la parte superior de la borda.

Ría: accidente geomorfológico, valle fluvial invadido por el mar a causa del hundimiento de las tierras costeras o por una elevación del nivel del mar.

Surimi: pasta de pescado, fuente de proteínas, adicionada con aditivos como almidón, clara de huevo, aceite vegetal, sorbitol, proteína de soja y otros condimentos.

Tablestacado: estructuras de contención de suelos y defensa de costas, son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible. Formada por elementos prefabricados.

Terminal Portuaria: es la unidad operativa de un puerto habilitada para proporcionar intercambio modal y servicios portuarios; incluye la infraestructura, las áreas de depósito transitorio y las vías internas de transporte.

Verduguillo: listón estrecho en forma de mediacaña.

RESUMEN.

Los puertos modernos, en general, han dejado de tener una situación preferencial respecto a sus zonas de influencia, debido a las cadenas integradas de transporte. En este sentido, la evaluación de la competitividad a través de la productividad y eficiencia resulta relevante. Mar del Plata posee un importante puerto multipropósito, destacándose principalmente como terminal pesquera. El método de análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA) es una herramienta de evaluación económica cuantitativa válida para estudiar el desempeño comparativo de la productividad de los puertos, a partir de la construcción de una frontera empírica de eficiencia. Esta metodología posee la ventaja de facilitar un tratamiento multidimensional, tanto desde el espacio de los insumos como del de los productos. En este trabajo, se diseña una metodología a partir de la definición de modelos DEA con variables no discretionales, orientados a la entrada, para medir la competitividad global de las terminales pesqueras, especialmente se focaliza el estudio en el puerto de Mar del Plata. Además, se calcula el índice de Malmquist, a partir de los modelos DEA planteados utilizando panel de datos, para obtener la evolución de la productividad total de los factores. Los resultados permiten validar la herramienta a partir de la combinación de datos reales y simulados, se corrobora que funciona correctamente. La misma, posibilita la discriminación de unidades eficientes e ineficientes, eficiencias técnicas, eficiencias de escala, mejoras y deterioros en el sistema productivo.

Palabras Claves: Competitividad global, productividad, DEA, Terminal pesquera, Puerto de Mar del Plata.

1. INTRODUCCIÓN

La revolución tecnológica, la globalización y la desregulación de ciertos mercados, son algunos de los principales factores que explican la importancia que ha adquirido la competitividad como preocupación empresaria y de los gobiernos.

Tradicionalmente, la competitividad de una región, se explicaba a través del paradigma de las ventajas comparativas, donde se hacía especial hincapié en la abundancia de sus recursos naturales, factores de producción y/o variables macroeconómicas.

El concepto de competitividad ha evolucionado inevitablemente con el tiempo, debido a la necesidad de incluir los elementos impulsores y de crecimiento, estáticos y dinámicos. Una de las principales causas que explica el potencial del crecimiento de una economía y permite lograr un desarrollo sostenido que incide en el bienestar de la población, es la productividad con la cual se producen sus bienes y servicios. Ésta, constituye un nexo entre la competitividad de una región y la capacidad de sus industrias para competir en los mercados (Önsel *et al.*, 2008). La productividad relaciona la transformación de los insumos de entrada (recursos naturales, humanos y técnicos o tecnológicos, como las herramientas y maquinaria) obteniendo a modo de salida, productos que pueden ser tangibles o intangibles, bienes o servicios. La productividad depende de la calidad, de las características de los productos y de la eficiencia con la cual se producen (Porter, 2002).

Los puertos contribuyen al desarrollo de los países o regiones, debido no solamente a su actividad fundamental en el tráfico exterior, sino porque también actúan como promotores del crecimiento de las áreas donde están emplazados. Sumado a ello, tienden cada vez más a integrarse en las cadenas logísticas de producción, transporte y distribución, además de convertirse en verdaderos centros de valor añadido, principalmente, a la carga, naves y pasajeros (Rúa Costa, 2006). En las últimas décadas se ha producido una tendencia a la

especialización de las operaciones, que permite brindar la infraestructura y servicios adecuados, donde los distintos agentes que intervienen pueden coordinar sus acciones.

Los puertos modernos han dejado, en general, de tener una situación de monopolio respecto al transporte de sus zonas de influencia o *hinterlands*, debido al desarrollo de cadenas integradas de transporte, razón por la cual se han reducido el tamaño de los *hinterlands*, y en ciertas ocasiones resulta preferible utilizar puertos lejanos. En este contexto, arroja gran importancia la evaluación de la competitividad de los puertos regionales a través de su productividad y eficiencia. Para mantener una posición competitiva, es necesario conocer los factores que determinan su eficiencia y además establecer comparaciones continuas con otros puertos.

Los indicadores, físicos, económico-financieros o de productividad, si bien brindan información para el monitoreo continuo y permiten encontrar deficiencias en la cadena logística, poseen la desventaja de ser parciales, por lo cual sólo muestran relaciones de un solo producto e insumo. Los puertos poseen la característica de ser multiproducto y/o multiservicio, por lo tanto, para evaluar la productividad total de los factores (PTF) es necesaria una metodología de análisis sistémica, que permita facilitar un tratamiento multidimensional (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Para la medición de la eficiencia de las unidades de decisión o gestión es relevante tener un marco de referencia teórico, es decir, alguna función de frontera que delimite el espacio de situaciones posibles.

La metodología de Análisis de la Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis – DEA) es una técnica de programación matemática: A partir de la cual, se obtiene una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica. Para ello, se utilizan los datos disponibles de una muestra de unidades decisionales de transformación (Decision Making Units – DMUs en la terminología habitual). En este análisis, se calcula la

eficiencia relativa para cada DMU, comparando sus entradas y salidas respecto a las demás DMUs, de manera que incluye todas las unidades eficientes dentro de la frontera con sus combinaciones lineales, y las unidades ineficientes quedan fuera de la misma.

Mar del Plata, cuenta con un puerto de ultramar el cual se constituye en una terminal multipropósito. En él se desarrollan actividades de distinta naturaleza, tales como operaciones relacionadas con la actividad pesquera, operaciones de exportación e importación, servicios derivados de la industria naval y del turismo, siendo la pesquera una de las más importantes.

En este trabajo se diseña una metodología, apropiada, para medir la competitividad global de las terminales pesqueras, comparables con la terminal del puerto de Mar del Plata, utilizando el método de análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA). Posteriormente se propone el cálculo del cambio de la productividad total de los factores mediante el índice de Malmquist.

Luego de la introducción, el documento está compuesto por la Sección 2 correspondiente al Marco Teórico, donde se desarrollan los conceptos de competitividad, desarrollo regional y logística que le dan marco al presente trabajo. Posteriormente, se describen las características de un puerto y haciendo hincapié en las terminales pesqueras, objeto de estudio del presente trabajo. Finalmente, se fundamenta y se explica la metodología a utilizar. Para ello, se hace una introducción a los indicadores de productividad, se definen los conceptos de productividad y eficiencia, se explican los distintos tipos de eficiencia y sus orientaciones. Se expone cómo se puede medir y evaluar la eficiencia de unidades de decisión o gestión. Se desarrollan los distintos modelos de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) y sus extensiones. Se define el índice de Malmquist, para medir los cambios de productividad total de los factores.

En la Sección 3, correspondiente al Desarrollo, se identifican y describen los principales puertos pesqueros de la Argentina y entre ellos se destaca el puerto de Mar del

Plata como el más importante, debido al volumen que se desembarca a través del mismo. Se hace una reseña a las políticas portuarias y pesqueras. Se define el modelo a utilizar, para medir la competitividad de las terminales pesqueras y los cambios de la productividad total de los factores, utilizando la metodología DEA. Se valida el modelo con datos reales y simulados, utilizando el complemento Solver de Excel. En el Anexo I se muestran las distintas salidas de Solver.

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se describen los conceptos de competitividad, desarrollo regional, logística y su relación con los puertos. Además, se explican las características técnicas económicas más relevantes para evaluar los puertos y la importancia de la medición de los indicadores de productividad a efectos de cuantificar la competitividad de los mismos. Posteriormente, se describe la metodología de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) para de medir la competitividad a través de la productividad y el Índice de Malmquist para evaluar los cambios de productividad en el tiempo.

2.1. Competitividad.

En el mundo globalizado de hoy, el mercado no se limita a una ubicación geográfica particular, por ello, la competitividad industrial (CI) se ha convertido en un objetivo fundamental de los países y regiones. Por lo tanto, es importante contar con un marco para el análisis de la posición competitiva. La capacidad de las firmas para sobrevivir y tener una ventaja competitiva en los mercados globales depende, entre otras cosas, de la eficiencia de las instituciones públicas de su país, de la excelencia de las infraestructuras educativas, de la salud y de la comunicación, así como de la estabilidad política y económica de la nación. Pero, un entorno macroeconómico excepcional por sí solo, no puede garantizar un alto nivel de competitividad, a menos que las firmas creen valiosos bienes y servicios con un proporcionalmente alto nivel de productividad. Por lo tanto, las características micro y macroeconómicas de una economía en conjunto, determinan su nivel de productividad y competitividad (Önsel *et al.*, 2008).

Aunque muchos consideran que la competitividad como sinónimo de productividad, estos dos términos están muy relacionados pero son diferentes. La productividad se refiere a

la capacidad interna de una organización, mientras que la competitividad se refiere a la posición relativa de una organización frente a sus competidores (Oral *et al.*, 1999).

La CI es un concepto muy importante y muy discutido, sobre el cual existen distintas posturas, además de hacer referencia a la CI de acuerdo a su nivel de agregación. Se debe hacer una distinción de competitividad a nivel empresarial, sectorial o nacional. Cada uno de estos grupos presenta distintos tratamientos. Algunas definiciones se centran en la competitividad de las empresas, las que se refieren principalmente a la capacidad de los industriales de diseñar, producir y vender bienes cuyos atributos resultan más atractivos que productos similares de sus competidores. Otras definiciones tienen en cuenta la capacidad de una economía en operar en el comercio internacional. Por último, otro grupo de enunciados consideran el bienestar económico del país o región (McFetridge, 1995).

Resultan fundamentales como ventajas competitivas de una empresa factores propios y específicos, como la utilización de una tecnología más avanzada, un mejor aprovechamiento de las economías de escala, una mejor capacitación de la mano de obra, una gestión más eficiente o una estrategia competitiva más acertada. Se trata de un concepto de competitividad dinámico, focalizado en la tecnología. Donde la mirada está puesta en alcanzar la productividad del país líder, utilizando de la mejor manera los recursos para alcanzar el salto tecnológico (Aiginger, 1998).

Las empresas obtienen ventajas competitivas cuando innovan, ya sea incluyendo tanto nuevas tecnologías o nuevas formas de hacer las cosas. La innovación puede estar dada por un nuevo diseño de producto, un nuevo proceso de producción, un nuevo enfoque de marketing o en una nueva forma de otorgar capacitación. La innovación puede ser radical o incremental, pero generalmente, las más seguras son las que resultan de una acumulación de pequeños descubrimientos, más que de un único hallazgo tecnológico relevante (Porter, 2002).

Por otro lado, el gobierno, a través de la política macroeconómica y de la política industrial o de comercio exterior, puede jugar un rol fundamental en el fortalecimiento o debilitamiento de la CI. Además, otro elemento de suma importancia que incide sobre la competitividad de las empresas de una economía, es la estructura productiva y el contexto sectorial en el que éstas desarrollan sus actividades. El enfoque tradicional de competitividad, centraba la especialización en las ventajas comparativas esencialmente estáticas. Este paradigma ha cambiado, actualmente se considera la construcción de ventajas comparativas dinámicas en función de las oportunidades y posibilidades tecnológicas.

Finalmente, englobando todos los conceptos anteriormente expuestos, se define la CI como el grado en el cual se puede, en condiciones libres y justas de mercado, producir bienes y servicios que cumplan con las normas de los mercados y al mismo tiempo se permita la expansión de los ingresos reales de los ciudadanos, mejorando así su calidad de vida. Esto incluye el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país, región o sector (Porter, 2002).

2.2. Desarrollo Regional.

Desde hace unos años, la noción de desarrollo local ha comenzado a ser relevante. Muchas veces, este concepto es utilizado para referirse a procesos diversos, surgidos a partir de la interacción entre actores locales, que van desde las políticas municipales, provinciales o nacionales, tanto de carácter social, laboral como productivas, que afectan al territorio.

El desarrollo de una sociedad fue visto tradicionalmente como un conjunto de atributos adquiridos de “arriba-abajo”, así como el crecimiento del PBI per cápita, la industrialización de la estructura económica, la democratización y modernización de la sociedad, tanto a partir de recursos de ayuda exógenos al territorio nacional, o exógenos a las regiones. Este concepto está cambiando y ello representa un gran desafío. Se define la noción

de desarrollo como algo generado, propio del territorio, dadas sus capacidades internas, como capital físico, conocimientos y recursos, entre otros. De esta forma, toma especial importancia el concepto de desarrollo endógeno, definiendo al territorio como un lugar de identidad, de pertenencia, donde la cultura y rasgos locales propios, se han ido forjando con el tiempo y esto le brinda características particulares y exclusivas, que ofrecen factores estratégicos y oportunidades a explotar (Madoery, 2003).

La nueva concepción del desarrollo local puede definirse de la forma siguiente: “*El desarrollo local es un complejo proceso de concertación entre los agentes—sectores y fuerzas— que interactúan dentro de los límites de un territorio determinado con el propósito de impulsar un proyecto común que combine la generación de crecimiento económico, equidad, cambio social y cultural, sustentabilidad ecológica, enfoque de género, calidad y equilibrio espacial y territorial con el fin de elevar la calidad de vida y el bienestar de cada familia y ciudadano que viven en ese territorio o localidad*” (Enríquez, 1997), citado por (Llorens *et al.*, 2002).

La globalización reforma los aspectos productivos, tecnológicos, políticos y socio-culturales, transformando los espacios vigentes, provocando cambios territoriales generalizados, debido a esta realidad surgen nuevos ámbitos de importancia.

De cara a propiciar el desarrollo local, es necesario trabajar en varios aspectos dentro del territorio, primero se debe posicionar el mismo estratégicamente, segundo es importante tomar lo local como elemento de transformación socio-político-económica y tercero es necesario aprovechar el potencial endógeno de los territorios. Sumado a ello, es fundamental destacar la introducción de innovaciones que abren nuevos horizontes.

Los factores que están reestructurando la base productiva de los territorios, son (Llorens *et al.*, 2002).

- La tendencia hacia estructuras de producción más eficientes.

- La introducción de la microelectrónica y las tecnologías de la información, las cuales permiten la vinculación de las diferentes fases de los procesos económicos.
- Los cambios en los métodos de gestión.
- La relevancia de la calidad y la diferenciación de productos, como estrategia de competitividad.
- La renovación constante de productos y procesos productivos, que ocasionan el acortamiento de los ciclos de vida.
- La identificación de la segmentación de la demanda y de diferentes nichos de mercado.

Los puertos se han transformado en importantes centros de desarrollo regional, económico y social, constituyendo nodos de conexión esenciales entre el transporte marítimo y el terrestre. El funcionamiento eficiente de cualquiera de las actividades que se desarrollan en su entorno, es fundamental para que los materiales y productos que utilizan el transporte marítimo, lleguen a destino con el mínimo costo y en el menor plazo de tiempo. La búsqueda de una mayor competitividad tiene normalmente como consecuencia la generación de una eficiencia mayor. En la industria portuaria, esta búsqueda ha tomado la forma de reformas estructurales en cuanto al modelo de gestión y propiedad. La medición del desempeño, a través de distintas metodologías, en un ámbito portuario permite que los distintos agentes que interactúan mejoren su comportamiento y gestión (Arieu, 2014).

El desarrollo sostenible de un puerto considera su desempeño desde cuatro perspectivas diferentes y complementarias: la económica, referida a la necesidad de rentabilidad sin descuidar los niveles de desarrollo y bienestar; la social, para atender los impactos externos e internos que se puedan producir conservando la protección social, el acceso a la educación y cultura; la ambiental, tendiente a cuidar el impacto que pudiera ejercer la operación del puerto sobre el ambiente, conservando los recursos, la capacidad y la

calidad del ecosistema; la institucional, para asegurar que el funcionamiento, asignación de roles y los cambios de organización en la actividad portuaria sean oportunos, eficientes y efectivos, que permitan la adaptación a los cambios sin mayores problemas financieros, organizativos y administrativos, tanto a mediano como largo plazo (Doerr, 2011).

2.3. Logística.

El transporte y la logística juegan un rol esencial en la competitividad de las economías globalizadas. El crecimiento de la logística está asociado a la búsqueda de una ventaja competitiva por parte de las organizaciones. La optimización de los flujos tanto tangibles como intangibles, a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización, permite un mejor posicionamiento en el mercado (Ballou, 2004).

El concepto de la logística tradicional ha sufrido una significativa evolución a través del tiempo. Originalmente se empleaba a nivel militar, con un significado operativo, táctico y estratégico. Posteriormente, se fue incorporando en el ámbito empresarial, como un nexo fundamental entre la producción y los mercados, y paulatinamente fue añadiendo las operaciones.

Actualmente, se considera a la logística como la parte de la cadena de suministros que planifica, implementa y controla el flujo hacia delante y hacia atrás, y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al destino o consumo, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los consumidores (Ballou, 2004).

Además, dado el creciente avance tecnológico se ha evolucionado en la noción del concepto de logística. Se ha ampliado el rango de influencia del mismo a la gestión de toda la cadena. Dicho concepto no solo abarca los suministros, el transporte y la distribución de mercancías, sino también la disponibilidad, la planificación y organización de la carga en toda

la cadena de valor. Sumado a ello, incluye la producción y todos los servicios que dicha cadena requiera, a esta visión integral se la conoce como “logística avanzada” (Cipoletta Tomassian *et al.*, 2010).

La logística avanzada, definida como la sincronización de las actividades de todas las organizaciones que participan en la cadena logística y de transporte y la retroalimentación de la información, da lugar al surgimiento de sistemas logísticos complejos, como las plataformas logísticas. Una plataforma logística es una zona especializada, que cuenta con la infraestructura y servicios que permiten brindar valor agregado a la carga y operar con esquemas multimodales de transporte, definidos en función de las distintas variables involucradas como carga, tiempo, distancia, geografía, entre otras. El propósito de los distintos modos de transporte es aprovechar las ventajas de cada uno de ellos en beneficio de la competitividad de la carga. Además, su utilización otorga cierta reducción de las externalidades ambientales y sociales, como congestión y accidentabilidad vial (Cipoletta Tomassian *et al.* 2010).

Es importante distinguir los diferentes tipos de plataformas logísticas que se pueden presentar, dada su complejidad operativa e integridad operacional (Leal y Pérez Salas, 2009).

Ellos son:

- Centros de distribución unimodal: son básicamente almacenes que están destinados al stock y flujo de mercadería al cliente final, en ellos puede participar una o más empresas, están orientados al transporte terrestre por carreteras y no existe algún grado de integración de operaciones.
- Zonas logísticas: tienen un mayor grado de integración de las operaciones, en ellas se realizan maniobras de consolidación, localización y redireccionamiento de inventarios. Son centros de concentración de tráfico y de ruptura de carga, para enlazarla con otros

puntos, utilizando distintos modos de transporte. Entre estos centros se encuentran los sectores de carga aérea y zonas de actividades logísticas portuarias.

- Plataformas multimodales: son nodos logísticos que conectan distintos modos de transporte en forma transparente para los usuarios, la función principal es prestar servicios que añadan valor a la carga. Generalmente, esta infraestructura está relacionada a la existencia de un puerto, para aprovechar economías de escala, en las rutas nacionales e internacionales.

2.4. Los puertos.

La Unión Europea define un puerto como “*una zona de tierra y agua dotada de unas obras y equipos 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, que constituyen todas las obras de abrigo y atraque, la superestructura para dar cabida a la carga, el equipamiento fijo y móvil indispensable para la operatoria, las instalaciones marítimas de acceso y los servicios terrestres de comunicación y distribución (Rúa Costa, 2006).

Tradicionalmente, los puertos eran lugares de resguardo de las embarcaciones, donde se realizaban operaciones de carga y descarga de mercancías, y embarque y desembarque de pasajeros. Posteriormente, sus funciones se han ido ampliando respecto de las mercancías, abarcando la manipulación; depósito; almacenaje; inspección y control. Además, de la consolidación y desconsolidación de cargas, los puertos, brindan servicios de apoyo a los buques; como también los servicios que agregan valor y los de gestión de la información intercambiada entre los diferentes agentes que intervienen en las distintas actividades.

La definición de UNCTAD (2004) (*United Nations Conference on Trade and Development*) deja explícitamente el carácter multifuncional de los puertos: “*Los puertos son*

interfases entre los distintos modos de transporte y son típicamente centros de transporte combinado. En suma, son áreas multifuncionales, comerciales e industriales, donde las mercaderías 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, sino también buenas comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada.”

Los puertos contribuyen al desarrollo de los países y regiones, por su papel esencial en el tráfico exterior y sumado a ello, actúan como promotores del crecimiento de la zona donde están emplazados.

Retomando el concepto de logística avanzada, la actividad estratégica de los puertos debe exceder su función de interfase entre el medio marítimo y terrestre, donde solamente brinda servicios al buque y a la carga. Los puertos, tienden cada vez más a integrarse a la cadena logística de producción, transporte y distribución, para convertirse en indiscutibles centros de valor agregado, conformando un entorno productivo y logístico relevante (Rúa Costa 2006).

2.4.1 Estructura física de los puertos

En un puerto se pueden distinguir cuatro tipos de obras (Rúa Costa, 2006):

- Obras exteriores o de abrigo, son las responsables de proporcionar una superficie calma y abrigada de aguas para que permanezcan los buques. Entre ellas están los diques de escollera o rompeolas, formados por acumulación de rocas que funcionan absorción, donde las olas rompen y los intersticios que quedan absorben la energía liberada. Otro tipo de obra son los diques verticales, que actúan por reflexión, para

ello, el dique tiene que estar emplazado a suficiente profundidad para que las olas no rompan sobre el mismo, sino solamente sean reflejadas.

- Obras interiores de atraque, son las que permiten el amarre de los buques para que estos puedan realizar sus operaciones de carga y descarga. Para ello se encuentran los muelles, que son parámetros verticales con un calado que admita que los buques atraquen y están adosados a una explanada horizontal, para el desarrollo de las actividades. Además, se puede contar con espigones, similares a los anteriores, pero no poseen la explanada horizontal. Los pantalanes, son estructuras más pequeñas que sólo permiten el atraque y el transporte del producto a través de tuberías; cintas transportadoras o pasarelas. Por último, están los duques de alba que son estructuras aisladas unidas entre ellas y a la costa por pasarelas.
- Las infraestructuras de acceso, desde el frente marítimo son, los canales de navegación, los cuales deben ser adecuados para permitir la entrada de los buques. Además, están las ayudas a la navegación, entre ellas se encuentran los faros y las balizas. Por otro lado, el frente terrestre, está formado por las carreteras y vías férreas las que permiten la interconexión del puerto con su zona de influencia.
- Las obras e instalaciones complementarias, ellas forman lo que se conoce como superestructura del puerto, la cual abarca los almacenes; silos; depósitos; tinglados; edificios de servicios; las grúas y otros equipos de carga y descarga.

2.4.2. Servicios portuarios

En un puerto se desarrollan múltiples servicios, desde que el buque se aproxima a un puerto hasta que lo abandona. Dichos servicios, se pueden clasificar en servicios a la nave y servicios a la carga, como se puede apreciar en la figura 1 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

- Los servicios a la nave, son los encargados de ayudar al buque desde que se aproxima a un puerto hasta que atraca en él y al proceso inverso. Los mismos son:
 - Practicaje: consiste en guiar al buque desde la entrada a un puerto hasta que amarra o fondea y en el proceso inverso cuando se retira del mismo.
 - Remolcaje: es la ayuda náutica al movimiento del buque cuando éste se encuentra próximo al puerto, radica en halar, empujar o auxiliar al buque con una pequeña embarcación, que posee una gran potencia; para facilitar la entrada en las inmediaciones del puerto.
 - Amarre y desamarre: es la asistencia en los amarraderos o postes para asegurar y soltar la nave del muelle, respectivamente.
 - Agenciamiento marítimo: incluye la coordinación de las operaciones portuarias del buque desde su llegada a las inmediaciones de un puerto, hasta que se retira del mismo.
 - Uso del amarradero: el buque utiliza los amarraderos mientras permanece atracado en el puerto.
- Servicios a la carga o de manipulación de mercaderías, son los que se brindan para el desembarque de la carga, su almacenamiento y/o su traslado, dichos servicios son:
 - Uso del muelle: es la utilización de la infraestructura del puerto que realiza la carga.
 - Estiba y desestiba: la estiba es la técnica de colocar la carga a bordo para ser transportada, con un máximo de seguridad para el buque y su tripulación, ocupando el mínimo espacio posible, evitando averías en la misma. La desestiba corresponde al procedimiento inverso.
 - Manipuleo: reside en la operación de apilamiento y/o arrumaje de la carga.

- Almacenamiento o depósitos: consiste en el servicio de almacenamiento momentáneo dentro del área portuaria, cuyo objetivo es posibilitar el intercambio modal, inspecciones y/o transbordos.
- Transporte horizontal: se refiere al traslado desde el almacén en la zona portuaria hacia afuera del mismo, pudiendo ir a otro almacén extraportuario o hacia el mercado externo.

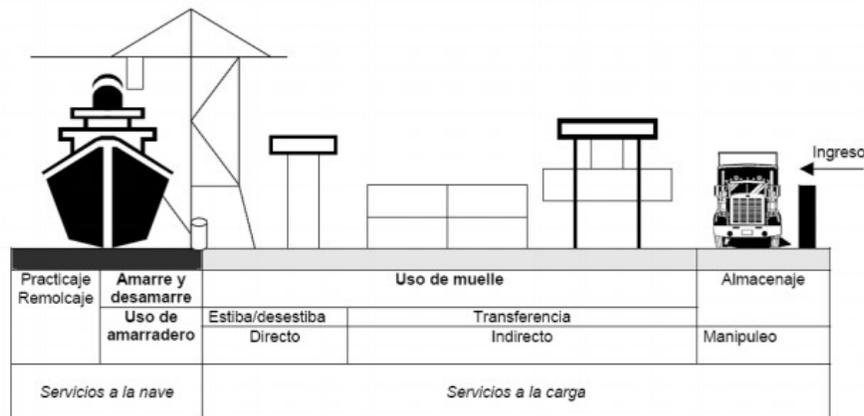


Figura 1: Principales Servicios Portuarios
Fuente: Chang Rojas y Carbajal Navarro (2011)

2.4.3. Clasificación de los puertos

De acuerdo a la revisión realizada por Rúa Costa (2006), los puertos potencian el crecimiento económico de su zona de influencia, por ello ejercen una función pública y social. Por lo tanto, el estado no debe dejar en manos de privados ciertas funciones como: la disponibilidad de zonas de maniobra para los buques; las obras de abrigo y dragado; el reparto del espacio portuario a distintos operadores; la coordinación de los distintos agentes y la garantía del cumplimiento de la legislación vigente.

La titularidad de un puerto puede ser pública o privada, en el caso de ser pública a su vez puede depender del gobierno central; regional o local.

La autoridad portuaria, es la responsable de brindar las pautas gubernamentales y es la encargada de administrar, gestionar y controlar el espacio portuario. Dicha responsabilidad es ejercida por el titular o por un organismo público o privado.

Respecto al tipo de administración, el estado define cómo debe ser la política de gestión del puerto y su mayor o menor grado de intervención, de acuerdo a ello los puertos se clasifican en:

- *Landlord port* o puerto propietario: consiste en un puerto donde a través de concesiones se cede el espacio físico a operadores privados. La autoridad portuaria actúa como órgano regulador y es quien toma las decisiones respecto a la disposición de infraestructura y espacio.
- *Tool port* o puerto instrumento: es un puerto donde la autoridad portuaria participa activamente, gestionando y financiando la infraestructura y la superestructura. Los operadores privados se encargan sólo de la explotación, con los medios proporcionados por la autoridad.
- *Operating port* o puerto explotador: en este caso la autoridad portuaria se encarga de todos los servicios requeridos para el funcionamiento; infraestructura; superestructura y explotación.

Físicamente, los puertos se pueden clasificar de acuerdo a su origen: natural o artificial y a su ubicación: mar, ría, fluvial, lago. El *World Port Index*¹, considera ocho tipos de puertos, según esta clasificación:

- Tipo A: costero natural
- Tipo B: costero con rompeolas
- Tipo C: costero con esclusas

¹ El *World Port Index* (PUB 150) contiene una lista tabular de miles de puertos de todo el mundo, la descripción de su ubicación, características, instalaciones conocidas, y los servicios disponibles. La selección de estos lugares se basa en criterios establecidos por la *National Geospatial - Intelligence Agency*.

- Tipo D: fluvial natural
- Tipo E: fluvial con dársenas
- Tipo F: fluvial con esclusas
- Tipo G: en canal o lago
- Tipo H: en mar abierto o cargaderos libres.

Desde el punto de vista funcional, los puertos se pueden clasificar en: pesqueros; de refugio; industriales; de pasajeros; comerciales; militares; deportivos; entre otros. Además, los puertos comerciales pueden ser sub clasificados según el tipo de mercancía que operan, en: petrolíferos; graneleros o cerealeros; cementeros, entre otros (Rúa Costa, 2006).

Considerando las características del flujo de cargas pueden identificarse los siguientes tipos de puertos (Schwartz y Escalante, 2012):

- Puerto *gateway*: lleva este nombre un puerto que manipula grandes volúmenes de trasbordo, pero también poseen un hinterland económicamente relevante, por lo tanto generan importantes tamaños de carga. Son puertos con conexiones terrestres estratégicas y están ubicados próximos a zonas industriales y de consumo.
- Puerto *hub*: consiste en un puerto de trasbordo de mercadería entre buques, donde se realizan operaciones de concentración y distribución de la carga. Son puertos situados estratégicamente a lo largo de grandes rutas de navegación.
- Puerto *hub y spoke*: es un puerto del tipo *hub* que funciona en gran medida con puertos *feeder*² y no tiene o sólo ofrece en muy pequeña escala servicios del tipo *gateway*.
- Puerto mixto: según los tráficos que atiende actúa ya sea como *gateway* o *feeder*.

² Puerto *feeder*: es un puerto de alimentación, que envía o recibe cargas de puertos *hub* y de esa manera participa en forma complementaria e indirecta en los flujos comerciales.

- Puerto seco o terminal³ interior: es una terminal internacional, ubicada en el interior de un país, ubicada fuera de la zona costera y conectada con la red ferroviaria a uno o varios puertos origen y/o destino, es un centro de concentración de tráfico.

Respecto al tipo de carga, si bien en principio se puede hablar de cinco clases: a granel sólido; a granel líquido; carga contenedorizada; carga fraccionada y carga rodante; se clasifica, en forma más general, en carga general y carga a granel (Rúa Costa, 2006).

- La carga general, puede encontrarse embalada o no, siendo su característica principal que se moviliza como una unidad. A su vez, se puede hablar de carga fraccionada, la cual puede presentarse en: paquetes; sacos; cajas; cajones; entre otros; y carga general unificada, la que puede exhibirse en contenedores (contenedorizada) o como carga rodante, que permite moverse por sí misma (en este caso se incluyen los automóviles; tractores; entre otros).
- La carga a granel, abarca al granel sólido como cereales; minerales y carbón, y la carga a granel líquida por ejemplo petróleo y sus derivados.

De acuerdo al grado de organización y al grado de desarrollo de los servicios que prestan, la UNCTAD clasifica los puertos en cuatro generaciones:

- La primera generación, está conformada por los puertos que poseen menor desarrollo en sus servicios. Los cuales ofrecen servicios de carga; descarga y almacenamiento de la mercadería, existe poca especialización de las terminales y escasa integración de las actividades. Solamente, se tiene en cuenta dos modos de transporte, el terrestre y el marítimo.
- La segunda generación, presenta puertos con una mayor integración de las actividades, con la administración y con el entorno. Aparecen servicios de valor añadido a la carga,

³ Terminal Portuaria: es la unidad operativa de un puerto habilitada para proporcionar intercambio modal y servicios portuarios; incluye la infraestructura, las áreas de depósito transitorio y las vías internas de transporte.

servicios industriales y comerciales para los buques y la mercancía, también comienza a aparecer la especialización por el tipo de tráfico.

- La tercera generación, está integrada por puertos con alta especialización, además aparece la unitización o contenerización de las cargas. La integración de las actividades es mucho mayor y se empiezan a organizar las zonas de actividades logísticas y los puertos secos. Sumado a ello, poseen sistemas desarrollados de información y comerciales. Constituyen plataformas comerciales para el comercio exterior y centros de transporte intermodal.
- La cuarta generación, está constituida por los puertos en red de transporte multimodal, los cuales poseen una gestión y estrategias en común, además de, compartir los sistemas de información.

2.4.4. Factores de competitividad

Debido a los diferentes actores que participan en un puerto, existen múltiples criterios para evaluar la competitividad del mismo. Un puerto debe contar básicamente con (Rúa Costa, 2006):

- Buena ubicación geográfica respecto a su proximidad a los mercados, a la zona industrial, al centro de consumo o ser un nodo de conexión importante.
- Amplio espacio que le permita realizar cómodamente las operaciones necesarias.
- Infraestructura apropiada, con buenos accesos terrestres y marítimos, y que posea conexiones favorables que permitan además el transporte multimodal.
- Bajos costos, siendo los más importantes los correspondientes a los servicios portuarios relacionados con la manipulación de la carga, los cánones o tasas portuarias y los fletes marítimos.

- Adecuada seguridad portuaria, con planes de protección y emergencia. Debe brindar medidas para evitar accidentes, incidentes o ataques terroristas, que puedan poner en riesgo a las personas o a las instalaciones.
- Procedimientos de control y supervisión ágiles, buenos sistemas de información, que brinden transparencia a la gestión portuaria y favorezcan la integración con la cadena logística.
- Obras e instalaciones complementarias modernas.
- Gestión del medioambiente certificada, en lo que concierne al transporte marítimo y a su desarrollo como centro de servicios e industrial.

Debido a la globalización, los puertos sufren una competencia tridimensional, es decir, entre puertos, dentro de cada puerto y respecto del modo de transporte. Esto ha conducido a una especialización de las terminales en determinado tipo de tráfico.

Los puertos modernos han dejado de tener una situación preferencial respecto a su *hinterland* y *foreland*. El impacto de la globalización, la desregulación y la privatización y la integración tanto vertical como horizontal, han permitido el quebrantamiento de las fronteras. Los puertos, independientemente de su ubicación pueden competir respecto a las cargas con sus homólogos. Es por ello, que resulta fundamental evaluar la productividad y eficiencia (UNCTAD, 2004). En un ambiente altamente competitivo, los puertos, deben ser flexibles y están obligados a desarrollar una estructura que permita dar respuestas rápidas a los cambios de la oferta y demanda, (Paixão y Marlow, 2001).

2.5. Terminales pesqueras

Las terminales pesqueras, son unidades cuya función principal es dar servicio a los buques de pesca, a su carga, y a las empresas que operan con ellos. En función de las especies

que se capturan, varían las características de los tipos de embarcaciones, los recursos utilizados en su manipulación, y la estructura de la terminal.

2.5.1. Artes de pesca

Se denominan artes de pesca a los equipos empleados para la captura de peces. Entre los más comunes se encuentran las redes de arrastre; los cercos; las palangres; las poteras y los tangones (Hobert *et al.*, 2009).

El arte de pesca más usual es la red de arrastre. Existen buques pesqueros que utilizan la red de arrastre convencional. Algunos levantan la red por el costado del barco y otros los que lo hacen por la popa. En los llamados cercos, la red es arrojada al agua en forma perpendicular a la superficie, el buque gira en círculo para que la red tome forma de cilindro y luego de cono invertido, para encerrar a los peces que posteriormente serán izados a bordo.

El palangre, es un espinel largo o línea madre de la que cuelgan, mediante cordeles de fibra sintética, brazoladas de anzuelos con su respectiva carnada.

Las poteras, constituyen un sistema de pesca selectivo utilizado para la captura del calamar. Se arrojan al mar líneas con plomadas de señuelos o falsas carnadas (poteras), colocando en las bandas del buque poderosas lámparas para atraer cardumen. Los buques están equipados con máquinas de pesca que van tirando líneas y se completan con un sistema de anclaje del buque.

Los tangones, se utilizan para la captura de langostino, consisten en parantes que se abren a cada lado del barco, a 90° de la borda y de ellos se extienden hacia atrás las redes, una por cada lado.

El sonar se ha convertido en un instrumento auxiliar muy eficaz para localizar y determinar el tamaño del cardumen y la especie a la que pertenecen. Para detectar peces de superficie, suelen utilizarse además, aviones y helicópteros.

Las modernas flotas pesqueras están compuestas por grandes buques con enorme poder de captura, cuentan con la posibilidad de realizar el llamado super congelado a bordo, a temperaturas que alcanzan los 50° bajo cero. Dichos barcos pueden pescar en caladeros muy alejados de la costa durante varios meses (Hobert *et al.*, 2009).

2.5.2. Flota pesquera: clasificación de buques

El sector pesquero, se compone de subsectores diferenciados de acuerdo al tipo de flota que opera sobre el recurso: Un subsector, está compuesto por las flotas de buques fresqueros; las cuales están formadas por fresqueros de altura; costeros grandes y costeros chicos. El otro subsector, comprende los buques congeladores (Hobert *et al.*, 2009).

Según la Prefectura Naval Argentina, la flota pesquera se clasifica en tres grandes estratos, de acuerdo al tamaño y autonomía⁴: buques pesqueros de altura; buques costeros (cercaños o lejanos) y buques de rada o ría.

Los buques se identifican a través de distintos colores, de acuerdo a su clasificación (Hobert *et al.*, 2009):

- Buques de altura: el casco es de color rojo y la superestructura de blanco.
- Buques costeros lejanos: el casco y la superestructura es de color amarillo, el verdugillo⁵ y la regala⁶ de rojo, y a ambos costados una franja vertical de color negra.
- Buques costeros cercaños: el casco y la superestructura es de color amarillo y en ambas bandas hay una franja vertical roja.
- Buques de rada o ría: el casco y la superestructura es de color amarillo, el verdugillo y la regala de rojo, y en ambas bandas hay una franja vertical blanca.

⁴ Autonomía: tiempo y distancia máxima de alejamiento del puerto de zarpada

⁵ Verdugillo: listón estrecho en forma de mediacaña.

⁶ Regala: pieza longitudinal que cubre las cabezas de los reverses de las ligazones y forma la parte superior de la borda.

Las embarcaciones de rada o ría, tienen una eslora de hasta 18 m, equipamiento mínimo de detección y navegación, capacidad de bodega de 4 a 14 tn, sin equipamiento para refrigeración en bodega; llevan hasta 10 tripulantes y operan con limitada autonomía. Sus capturas son de especies variadas, utilizan múltiples aparejos de pesca de acuerdo con la época y la especie explotada. La mayoría son muy antiguas y no están actualizadas tecnológicamente.

Los buques costeros, son embarcaciones con esloras entre 18 y 27 m, cuentan con equipos de navegación y detección, poseen una capacidad de bodega de 18 a 40 tn, o hasta 80 tn de acuerdo a la zona de operación, además poseen refrigeración en bodega, operan con una tripulación de hasta 10 personas y realizan viajes de pesca de hasta 8 días. Utilizan artes de arrastre y cerco según la especie de captura.

La flota costera, se subdivide en costeros chicos o cercanos con una eslora hasta 18 m y costeros grandes entre 18 y 28 m de eslora. A veces, esta clasificación varía según el objetivo de análisis, zona de operación y tipo de recurso. La captura de esta flota se destina a las plantas de procesamiento de tierra.

La flota de altura, se divide en buques fresqueros y congeladores, ello depende del procesamiento del pescado a bordo. Los fresqueros, desembarcan el pescado fresco, mantenido en hielo, para ser procesado en una planta industrial.

Los buques congeladores, enfrían el pescado a bordo a temperaturas inferiores a los 20°C bajo cero. Permanecen varios días pescando en alta mar, procesan y congelan su producción a bordo sin necesidad de volver a tierra. Poseen una capacidad de pesca superior a los fresqueros.

Los buques procesadores congeladores, tienen diferentes líneas para procesamiento, además poseen capacidad de congelamiento en túneles y placas. Se clasifican básicamente según el arte de pesca utilizado, en:

- redes de arrastre de fondo;
- pelágicas o semipelágicas;
- poteras para calamar;
- palangre, arte selectiva utilizada para ciertas especies como merluza negra y merluza austral;
- tangón para pesca de langostino;
- rastra para vieiras;
- surimeros, se diferencian por la tecnología de producción incorporada, poseen una planta para elaborar surimi⁷.

2.6. Indicadores de Productividad.

La medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica y es considerada una herramienta útil para los distintos actores que intervienen. No sólo se utiliza para una planificación de las operaciones, sino también a la hora de establecer estrategias a largo plazo, tanto a nivel local, regional, nacional y/o internacional, tendientes a realizar una proyección de los próximos planes de comercio y transporte, analizando la competitividad del sistema. La medición del desempeño permite orientar el rumbo de una actividad en la dirección esperada (Estache *et al.*, 2004).

Los conceptos de productividad y eficiencia, si bien se utilizan en forma indistinta no significan lo mismo. Por productividad, se entiende a la capacidad de transformar y combinar recursos o insumos de entrada en productos o servicios de salida. Se define como el cociente entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos o insumos (Carbone *et al.*, 2012).

⁷ Surimi: pasta de pescado, fuente de proteínas, adicionada con aditivos como almidón, clara de huevo, aceite vegetal, sorbitol, proteína de soja y otros condimentos.

En los casos donde se posee una sola entrada y salida se habla de productividad, ecuación 1; cuando existen múltiples entradas y salidas se emplea la productividad total de los factores (PTF), ecuación 2.

$$\text{Productividad un solo insumo un solo producto} = \frac{\text{producción creada}}{\text{recurso consumido}} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (1)$$
$$\text{Productividad varios insumos varios productos (PTF)} = \frac{\text{suma ponderada de outputs}}{\text{suma ponderada de inputs}} \quad (2)$$

En realidad, la productividad de una entidad aislada no tiene relevancia, a menos que se realice una comparación con una unidad de referencia, obteniendo una medida de eficiencia. Por lo tanto la eficiencia es una medida de productividad relativa. Una empresa puede ser técnicamente eficiente, pero a pesar de ello puede ser capaz de aumentar su productividad explotando economías de escala.

Toda ineficiencia en la cadena logística debe ser identificada, para posteriormente ser corregida a partir de redefinir sus procesos y operaciones. Luego, se requerirá de una evaluación y comparación para verificar si se han alcanzado las metas perseguidas. En este proceso jugarán un rol significativo la correcta utilización y definición de indicadores de productividad (Doerr y Sanchez, 2006).

Para diseñar indicadores de producción se debe establecer previamente, los objetivos que se persiguen y quién los establece. El puerto, es analizado como un sistema multiproductivo, la meta principal, como la de toda organización, debe ser minimizar el uso de recursos de entrada y maximizar los volúmenes producción y/o servicios (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011). No existe un consenso sobre la definición de indicadores de producción que evalúen la actividad portuaria. En lo que respecta a las variables de entrada, se trabaja sobre capital y trabajo, y como variables de salida, se utilizan las relacionadas con el tráfico de carga. Existen distintas aproximaciones (Doerr y Sanchez, 2006):

- La primera aproximación, considera la categoría de corto y largo plazo. En el corto plazo, se incluyen las áreas operativas, como la carga, los servicios en el acceso, las

operaciones intermodales y las manipulaciones en los almacenes o patios: El largo plazo, engloba la transferencia total o por unidad de superficie y el tiempo de permanencia de la mercadería en depósito.

- La segunda aproximación, se refiere a la accesibilidad portuaria; productividad neta y bruta de muelles; productividad neta y bruta de las cuadrillas; y equipos utilizados.
- La tercera aproximación, contempla la productividad de los estibadores; la disponibilidad de los muelles y disponibilidad de estibadores.
- La cuarta aproximación, se basa en los servicios a las naves; en el área de depósito y en el transporte terrestre.

La productividad portuaria, debe considerar la medición de la operación en los muelles; depósitos; transporte terrestre; las conexiones y accesos terrestres; y la evaluación si se están aprovechando correctamente los activos. Actualmente, se tiene en cuenta la medición respecto a las interfases con el transporte terrestre y con la nave.

Los indicadores de productividad se pueden agrupar en (Carbone *et al.*, 2012):

- Indicadores operacionales: incluyen las toneladas transferidas por hora o día que la nave está en el puerto; las toneladas transferidas por hora de operación de la nave; las toneladas operadas por unidad de trabajo por hora; o las toneladas por hora de trabajo - hombre. El tiempo de la nave en puerto se considera desde su llegada hasta el momento de salida. La unidad de trabajo puede ser una cuadrilla o grúa, algunos puertos trabajan con cuadrillas separadas en el muelle y abordó, mientras que otros trabajan con cuadrillas integradas. Debido a que el indicador depende del tamaño de la unidad de trabajo, resulta más conveniente expresarlo por hombre. Además, se puede considerar la tasa de espera, como indicador de la congestión, siendo el cociente entre el tiempo de espera por sitio de atraque y el tiempo de servicio en el mismo. En el caso de comercio internacional, una medición muy importante es el tiempo que la carga

- está detenida en el puerto, calculado como el número de días que una tonelada de carga permanece en el mismo.
- Indicadores de productividad de los activos: como los activos principales de un puerto son los muelles, resulta importante medir la productividad en términos de la carga operada por muelle. Dentro de estos indicadores, se considera la carga total transferida, medida en toneladas por muelle; la carga total transferida medida en toneladas por metro lineal de muelle; la tasa de utilización del muelle, calculada como el porcentaje del tiempo real de trabajo en el muelle respecto del tiempo que está disponible. Debido a que la productividad del muelle se ve influenciada por el tipo de carga manipulada, a veces resulta conveniente expresar los indicadores por tipo de mercadería. Otro activo importante, es el área de depósito, un indicador del uso del espacio de depósito, es la transferencia anual dividida por el área de depósito. Además, influyen sobre la capacidad del depósito, los tiempos de permanencia de la mercadería, generalmente almacenada en contenedores; y los sistemas de manipulación y acopio, sumados a la densidad de apilamiento.
 - Indicadores financieros: se refieren a la relación entre los ingresos, gastos o margen de la operación respecto al tamaño o volumen de la nave medido como toneladas de registro bruto (TRG) o neto (TRN) de la misma y el tonelaje total de carga manejada en el puerto.
 - Indicadores de movimientos de grúa: considera todos los movimientos de carga, descarga, re-estiba y en bodega, de contenedores.
 - Indicadores de tiempos (Doerr y Sanchez, 2006):
 - Tiempos de nave: el tiempo de operación se define como el tiempo transcurrido entre el primer trabajador que sube a la nave y el último que sale de la misma. Los tiempos de la nave, se pueden discriminar según el figura 2.

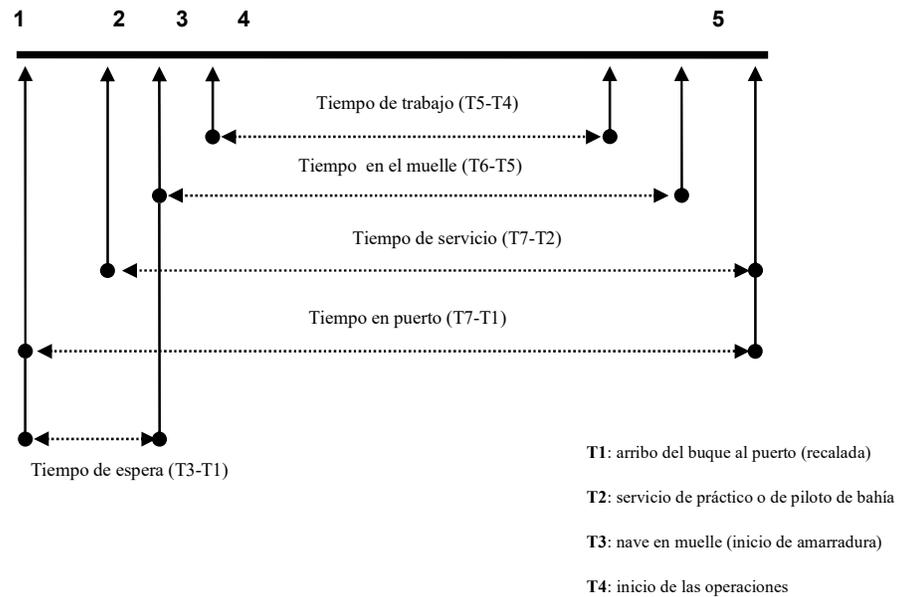


Figura 2: Tiempos de la nave en puerto

Fuente. O. Doerr *et al.* (2006)

- Tiempos de las grúas: se evalúa el tiempo bruto y neto, correspondiendo a las horas totales asignadas a las grúas, si se supone que están disponibles para trabajar y a las horas totales menos los tiempos de atraso operacional y no-operacional, respectivamente. Dentro de los tiempos de atraso, se consideran: días festivos; paros industriales; reparaciones de las cargas; causas de la nave o agente; interrupciones en la operación; paradas por carga especial; esperas de la carga; fallas en la cubierta de la nave; factores climáticos; entre otros.
- Productividad: se define como la cantidad de carga transferida por unidad de tiempo, se calcula respecto a la nave o a la grúa. Se consideran tasas brutas y netas. En general, es preferible trabajar con tasas brutas porque son independientes de la definición y medición de los tiempos de atrasos, por lo que, resultan más confiables. La productividad de una terminal se ve influenciada por varios factores como: la congestión; la disponibilidad de equipos; volumen de

carga que se transfiere; características de la nave; forma de operación de la nave; disposición y configuración de la terminal; tipo de recursos de capital empleados; conectividad; tecnologías de información empleadas; entre otros.

- Tiempo en la terminal de camiones: es el tiempo de espera de los camiones o tiempo medio de espera, es un buen indicador para medir la cogestión, ya que los procesos más importantes a examinar en el transporte, ocurren en la interfaz intermodal.

2.7. Análisis de la Envolvente de Datos.

En este punto primero se definen los conceptos de productividad y eficiencia, para luego hablar de su evaluación y medición. Posteriormente, se describen los modelos clásicos de Análisis de la Envolvente de Datos y finalmente se desarrollan algunas extensiones de los mismos.

2.7.1. Conceptos de productividad y eficiencia

El análisis de la eficiencia y la productividad es un campo de creciente importancia tanto en la actividad económica como en sectores de infraestructura y servicios. Permite poder comparar el desempeño de las unidades productivas o también llamadas unidades decisionales de transformación (UDT o en inglés *decision making unit*, DMU) (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Como ya se explicó en el punto anterior el concepto de eficiencia está directamente relacionado con la medida de productividad, pero no significan lo mismo, siendo la eficiencia una comparación de la productividad con valores de referencia.

Desde el punto de vista económico, se habla de asignación eficiente de recursos utilizando el óptimo de Pareto. Es decir, cuando no existe otra asignación posible que mejore la situación de alguna unidad productiva sin perjudicar a otra. Por lo tanto, se trata de un

concepto relativo, el cual se basa en la comparación del desempeño de una unidad respecto de otras similares (Cordero Ferrera, 2006).

La noción de eficiencia no se basa en un concepto global, dado que existen diferentes definiciones y características de la misma, normalmente se habla de eficiencia técnica. Las medidas de eficiencia pueden ser evaluadas desde dos dimensiones, la primera hace referencia a evitar desaprovechamiento o a la minimización de los recursos, también llamada orientación a la entrada o input, para ello se propone optimizar los recursos para obtener un nivel dado de salida u output. En la otra dimensión, orientada a la salida u output, evalúa la maximización de la salida para un nivel dado de entrada (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Otro tipo de eficiencia, es la eficiencia de escala, la cual significa que la firma no está operando a escala óptima, si esta es muy pequeña va a presentar retornos a escala crecientes, por otro lado, si la firma es muy grande presentará retornos a escala decrecientes. En ambos casos, la eficiencia debe ser mejorada cambiando la escala de operación, ello significa que, mantendrá el mix de entrada pero cambiará el tamaño o capacidad de operación. La medida de eficiencia de escala indica en cuanto puede aumentar la productividad. En el caso de retornos a escala constante, cuando se está operando en la escala óptima, la eficiencia técnica orientada a la entrada coincide con la de salida (Coelli *et al.*, 2005).

Por otro lado, la eficiencia asignativa se refiere a la capacidad de combinar las entradas y salidas de la forma más adecuada teniendo en cuenta sus precios y productividades marginales. Este tipo de eficiencia, con orientación a la entrada, indica la mezcla de insumos que produce una cantidad dada de salida a un costo mínimo, teniendo en cuenta sus precios (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

La suma de la eficiencia técnica, la eficiencia de escala y la eficiencia asignativa constituyen la eficiencia global o económica.

En la revisión bibliográfica realizada por (Coelli *et al.*, 2005), se encuentra que las primeras consideraciones sobre eficiencia técnica corresponden a Koopmans (1951), quien define la eficiencia técnica como un vector compuesto por entradas y salidas, donde es tecnológicamente imposible incrementar alguna salida o reducir alguna entrada, sin reducir simultáneamente alguna otra salida o incrementar alguna otra entrada respectivamente.

Posteriormente, Debreu (1951) y Farrell (1957) desarrollan una medida radial, el coeficiente de utilización de recurso. El mismo define la máxima reducción equiproporcional posible de todas las entradas, que puede obtenerse para un nivel dado de salidas. Desde el punto de vista de las salidas, se define como la máxima expansión radial factible de todas las salidas para un nivel de tecnología y entradas dados. Este enfoque resulta menos restrictivo que el de Koopmans, debido a que todavía es posible reducir la cantidad utilizada de alguna entrada o incrementar alguna salida, de manera no proporcional, obteniendo las denominadas holguras, siendo las medidas de eficiencia diferentes según la definición empleada, citado por Coelli *et al.*(2005) y ten Raa (2008).

Farrel (1957), además de definir el concepto de eficiencia, desarrolla un mecanismo basado en cocientes que permite calcular índices de eficiencia para cada unidad evaluada, separando el componente técnico y el asignativo. Este proceso, consiste en establecer qué empresas pueden incluirse en la frontera a partir de las observaciones disponibles de las muestras estudiadas. Se proponen dos enfoques para la estimación de la frontera de producción. El primero de ellos, utiliza una tecnología no paramétrica a partir de programación lineal, este es el modelo de Análisis de la Envolvente de Datos o DEA. El segundo enfoque, estima la frontera en forma econométrica, para ello recurre a métodos similares pero más complejos que los de regresión. De esta forma, se obtiene una frontera estocástica, es la metodología conocida como Análisis de la Frontera Estocástica o SFA.

DEA, trata de una técnica de programación matemática que permite calcular el índice de eficiencia técnica relativa. Propone resolver un programa lineal para cada unidad productiva observada, optimiza cada observación individual con el propósito de construir una frontera determinada por las DMUs eficientes (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

El primer modelo desarrollado sobre esta técnica data de 1978, donde Charnes, Cooper y Rhodes, plantean una metodología a través de la cual la eficiencia evalúa una razón constante entre entradas y salidas. Dicha herramienta, considera que un aumento en las entradas origina el mismo aumento en las salidas, modelo de rendimientos constantes a escala, llamado DEA CCR. A través del mismo se calcula una eficiencia global, siendo esta la suma de la eficiencia de escala y la técnica pura. Este modelo puede estar orientado a la entrada o a la salida.

En 1984 Banker, Charnes y Cooper plantean una modificación al DEA original obteniendo la metodología DEA BCC o modelo de rendimientos variables a escala, a través del cual se calcula la eficiencia técnica pura, donde se considera que un aumento en las entradas puede provocar un aumento de las salidas, en menor; mayor o igual proporción. Como el modelo anterior toma una orientación a la entrada o a la salida, citado por Coelli *et al.* (2005).

SFA, es un método que consiste en incorporar dos perturbaciones a alguna función de comportamiento eficiente, dicha función puede ser de producción, costos o beneficios. Una de las perturbaciones es simétrica y representa el componente aleatorio, mientras que la otra está sesgada a los reales positivos y caracteriza a la ineficiencia. Para obtener los parámetros de la función se utilizan técnicas econométricas, como máxima verosimilitud. Se especifica una función de distribución para cada perturbación, luego se calcula la eficiencia de cada empresa a partir del valor estimado para la perturbación sesgada (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

El camino comenzado por Farrel (1957), respecto al método SFA, es continuado por Aigner y Chu (1968), posteriormente por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y van den Broeck, quienes independientemente proponen la misma función de frontera estocástica de producción, basada en la función de Cobb-Douglas, citados por Chang Rojas y Carbajal Navarro (2011).

La frontera que se obtiene por este método, tiene un carácter paramétrico, ya que postula una forma funcional específica que explica el comportamiento eficiente de las empresas. Dicha estimación proporciona índices de eficiencia con propiedades estadísticas, que posibilitan realizar pruebas de hipótesis sobre los resultados.

A diferencia del modelo anterior, a partir de la metodología DEA, se obtiene una frontera no paramétrica, por lo que no se propone una función. Solamente, a partir de un conjunto de empresas eficientes, utilizando combinaciones lineales se consigue una envolvente. Dicha curva, representa una empresa ideal construida a partir del desempeño del conjunto de firmas reales, productivamente más eficientes. La metodología DEA, como no necesita especificar una función para la frontera, posee la ventaja de ser más flexible y fácil de calcular, respecto de SFA. Pero, como proporciona una frontera determinística, donde toda la desviación la atribuye a la ineficiencia, tiene la desventaja de no poder realizar pruebas estadísticas sobre los resultados. Además, resulta sensible a presencia de valores atípicos u *outliers*, los que pueden influir sobre los valores encontrados.

En cambio, en la metodología SFA, la desviación se atribuye a la ineficiencia y al error aleatorio. Por otro lado, en el SFA, el cálculo de la eficiencia va a depender de la distribución estadística empleada, ello permite la posibilidad de realizar pruebas estadísticas (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

En términos generales, ambos métodos poseen sus méritos, y conducen a resultados similares. DEA, ha trascendido como el método más empleado, para el estudio de

competitividad en terminales portuarias, probablemente por la facilidad de cálculo que presenta (Coelli *et al.*, 2003).

2.7.2. Evaluación y medición de la productividad y eficiencia

La evaluación y medición de la eficiencia de las unidades de decisión y gestión, implica tener como marco de referencia teórico alguna función que delimite el espacio de situaciones posibles (Seijas Días, 2004). La primera función a considerar, es la función de producción, que se define como la cantidad de salida q que se puede obtener a partir cantidades determinadas de un conjunto de variables de entrada (x_1, x_2), ecuación 3, figura 3:

$$Q = f(x_1, x_2) \quad (3)$$

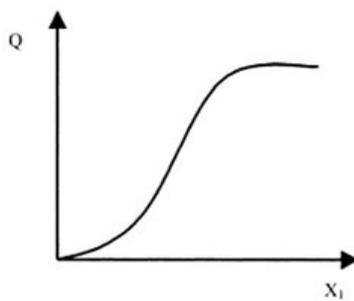


Figura 3: Función de Producción
Fuente: Seijas Días (2004)

Por consiguiente, la función de producción es una frontera que separa las combinaciones de salida-entradas posibles de las que no son factibles, dada una tecnología. Cuando se debe describir un proceso de múltiples salidas, no se habla de función de producción, sino de conjunto de posibilidades de producción; set de producción; conjunto de transformaciones o tecnología de producción. Este conjunto, está formado por todos los procesos productivos imaginables factibles, no sólo reales y observables en el sistema, sino además todos los que potencialmente podrían realizarse teniendo en cuenta el estado de la Ciencia y Tecnología y las condiciones en que este proceso se realiza (Cordero Ferrera, 2006).

Se define el set de producción o conjunto de transformaciones S , para describir una tecnología múltiple entrada múltiple salida (Coelli *et al.*, 2005), (Pérez Mackeprang y Alberto de Azcona, 2001).

Siendo \mathbf{x} e \mathbf{y} los vectores entrada $n \times 1$ y salida $m \times 1$ respectivamente ambos no negativos (\mathbb{R}_n^+ y \mathbb{R}_m^+), se define a través de la ecuación 4 el conjunto de transformaciones S :

$$S = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) : \mathbf{x} \text{ puede producir } \mathbf{y}\} \quad (4)$$

Cuando se trabaja con una orientación a la entrada, el conjunto de posibilidades de producción se simboliza por $L(\mathbf{y})$, ecuación 5:

$$L(\mathbf{y}) = \{\mathbf{x} : \mathbf{x} \text{ puede producir } \mathbf{y}\} = \{\mathbf{x} : (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in S\} \quad (5)$$

Este conjunto está formado por todos los vectores de entrada \mathbf{x} , que pueden producir el vector de salida \mathbf{y} . A pesar de que la tecnología es desconocida y no se puede observar, se deben cumplir los siguientes supuestos:

- $\mathbf{0} \notin L(\mathbf{y})$ si $\mathbf{y} > \mathbf{0}$, se debe garantizar que la producción de cualquier nivel de salida no nulo requiera el uso de una cantidad positiva de entadas.
- $L(\mathbf{y})$ cerrada para todo \mathbf{y} . Con este supuesto, se garantiza la existencia de un subconjunto de puntos eficientes.
- $L(\mathbf{y})$ convexa para todo \mathbf{y} . La convexidad, se refiere a que si dos combinaciones de factores productivos pueden obtener un vector de salida \mathbf{y} , entonces cualquier promedio ponderado de estos vectores de entrada obtendrá la misma salida.
- Las entradas cumplen la propiedad de disponibilidad⁸ o eficiencia débil si $\mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$ entonces $\lambda \geq 1$, $\lambda \mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$. Si se incrementa la cantidad de factores productivos empleados, la salida no puede disminuir.

⁸ Disponibilidad: propiedad que indica que cualquier transformación de \mathbf{x} en \mathbf{y} pertenece a $L(\mathbf{y})$, cualquier otra transformación que sea menos eficiente, también pertenece a $L(\mathbf{y})$.

- Las entradas cumplen la propiedad de disponibilidad o eficiencia fuerte si $\mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$ entonces $\mathbf{x}^* \geq \mathbf{x}$, $\mathbf{x}^* \in L(\mathbf{y})$

A partir de la definición del conjunto de posibilidades de producción o transformaciones posibles orientadas a la entrada se pueden definir otros conjuntos relacionados con él (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

- Isocuanta de $L(\mathbf{y})$, ecuación 6:

$$\text{Isoc } L(\mathbf{y}) = \{\mathbf{x} : \mathbf{x} \in L(\mathbf{y}), \lambda \mathbf{x} \notin L(\mathbf{y}), \lambda \in (0,1)\} \quad (6)$$

Frontera del conjunto de posibilidades de producción, subconjunto de procesos productivos que permiten producir al menos un vector de output.

- Subconjunto eficiente de $L(\mathbf{y})$, ecuación 7:

$$\text{Ef } L(\mathbf{y}) = \{\mathbf{x} : \mathbf{x} \in L(\mathbf{y}), \mathbf{x}' \notin L(\mathbf{y}), \mathbf{x}' \leq \mathbf{x}\} \quad (7)$$

Medida de eficiencia, se establece con respecto a un conjunto de la tecnología de referencia denominado subconjunto eficiente (incluye exclusivamente combinaciones eficientes). Se puede ver que se cumple la siguiente relación, ecuación 8:

$$\text{Ef } L(\mathbf{y}) \subseteq \text{Isoc } L(\mathbf{y}) \subseteq L(\mathbf{y}) \quad (8)$$

En forma similar se plantean las ecuaciones 9 a 11, para la orientación a la salida:

$$P(\mathbf{x}) = \{\mathbf{y} : \mathbf{x} \text{ puede producir } \mathbf{y}\} = \{\mathbf{y} : (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in S\} \quad (9)$$

$$\text{Isoc } P(\mathbf{x}) = \{\mathbf{y} : \mathbf{y} \in P(\mathbf{x}), \theta \mathbf{y} \notin P(\mathbf{x}), \theta \in (0, \infty)\} \quad (10)$$

$$\text{Ef } P(\mathbf{x}) = \{\mathbf{y} : \mathbf{y} \in P(\mathbf{x}), \mathbf{y}' \notin P(\mathbf{x}), \mathbf{y}' \geq \mathbf{y}\} \quad (11)$$

A partir de los conceptos anteriores se puede formalizar la medida de eficiencia de Debreu-Farrel, a través de la función de distancia orientada al input, ecuación 12:

$$di(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \min \{\lambda : \lambda \mathbf{y} \in L(\mathbf{y})\} \quad (12)$$

Donde, λ es un escalar que pertenece al intervalo $(0,1)$ y mide la distancia radial que separa al vector entrada, de la frontera de producción, ver figura 4.

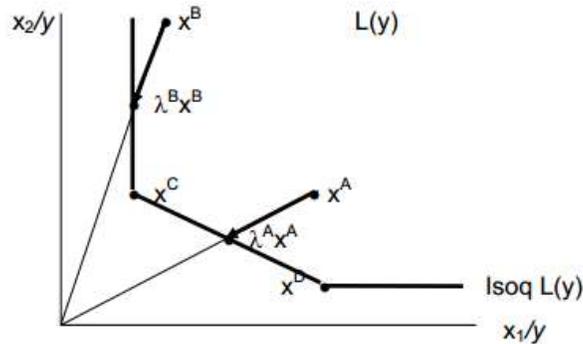


Figura 4: Medidas de Eficiencia Técnica: orientación a la entrada
Fuente: Cordero Ferrera (2006)

La medida de eficiencia desarrollada por Debreu y Farrell considera que todos las unidades productivas que se sitúan en la isocuanta $L(y)$ o $P(x)$, son eficientes. En contrapartida, la definición de Koopmans es mucho más estricta, ya que para que una unidad sea eficiente, necesita además de situarse sobre la isocuanta, pertenecer al subconjunto eficiente. En la figura 4, se puede apreciar que las unidades C y D son eficientes según ambas definiciones, en cambio A y B, resultan ineficientes, pero además, si se evalúan sus proyecciones sobre la frontera, la de A resulta eficiente para ambos criterios y la de B cumple solamente con la medida de Debreu-Farrel (Cordero Ferrera, 2006).

Farrel (1957), en su trabajo, primero plantea un caso sencillo de dos entradas y una única salida, para una función de producción conocida, representada por medio de una isocuanta, Posteriormente, como en la mayoría de los casos, las relaciones tecnológicas son desconocidas, Farrel considera la estimación de la isocuanta eficiente, a través de datos obtenidos de las unidades evaluadas, construyendo una curva empírica. Los supuestos establecidos para estimar la isocuanta son convexidad, rendimientos constantes a escala y que no posea pendiente negativa en ningún punto. Este último resulta fundamental para asegurar

que nunca exista una reducción en la cantidad de producto, frente al aumento de los factores productivos intervinientes. La propuesta de Farrell (1957), es analizada en la figura 5.

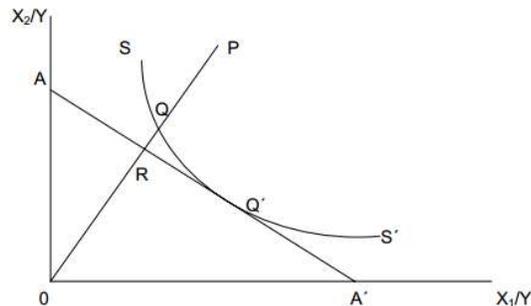


Figura 5: Eficiencia Técnica, Eficiencia Asignativa y Eficiencia Global
Fuente: Cordero Ferrera (2006).

Las cantidades mínimas de cada factor x_1 y x_2 , necesarias para producir una unidad de producto son representadas por la isocuanta unitaria SS' , la cual indica que los puntos que se sitúan por encima de ella resultan ineficientes, dado que consideran un uso excesivo de recurso. En este sentido, el punto P es técnicamente ineficiente y el punto Q eficiente. La ineficiencia de P se puede representar por el cociente OQ/OP y la eficiencia por $1 - OQ/OP$. Si se asume que los precios de las entradas son conocidos y están representados por la pendiente AA' , la cual contiene las combinaciones de las entradas que pueden ser adquiridas con un determinado costo. La unidad P , además, presenta una ineficiencia asignativa medida por $1 - OR/OQ$. La distancia RQ representa la reducción necesaria que debe producirse en los costos para alcanzar el punto donde son mínimos. En este caso, si bien los puntos Q y Q' resultan técnicamente eficientes, ya que están situados sobre la isocuanta, Q' también es eficiente en el sentido asignativo, pero Q no lo es (Cordero Ferrera, 2006).

Farrel (1957), presenta una medida de eficiencia global (EG), como el producto de la eficiencia técnica (ET) y la eficiencia asignativa (EA), ecuación 13:

$$EG (OR/OP) = ET (OQ/OP) * EA (OR/OQ) \quad (13)$$

2.7.3. Modelos de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA)

La metodología DEA utiliza el método de programación lineal para construir una frontera no paramétrica por tramos sobre los datos. El primer modelo, asume retornos constantes a escala, es presentado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), conocido en la literatura como CCR o CRS (*Constant Returns of Scale*), el objetivo de la metodología es obtener una envolvente de datos que incluya todas las unidades eficientes, de esta manera las unidades ineficientes, quedan por debajo de la misma. La envolvente, representa la frontera eficiente, por lo tanto, la distancia de las unidades ineficientes a la misma constituye una medida de la ineficiencia relativa. Dicha comparación, se realiza con unidades que operan en forma similar respecto a los factores productivos utilizados para obtener salidas similares.

La formulación estándar puede presentarse como un modelo fraccional, lineal o dual, cada uno, a su vez, orientado a la entrada o a la salida. Todos los modelos se basan en el mismo principio, la eficiencia de cada unidad, representa la capacidad que la misma posee de mejorar sus salidas o reducir el consumo de los factores intervinientes (Coelli *et al.*, 2005).

2.7.3.1 Modelo DEA-CCR forma fraccional, orientación al input

Este modelo busca encontrar el conjunto óptimo de multiplicadores u_j y v_i que maximicen el cociente de todas las salidas sobre todas entradas. Se obtiene la medida de la eficiencia técnica de cada DMU que es evaluada, representada por h_0 , ecuaciones 14 y 15 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

$$Max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{i0}} \quad (14)$$

Sujeto a (s.a.):

$$\frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ik}} \leq 1 \quad k = 1, \dots, N \quad (15)$$

$$u_j, v_i \geq 0 \text{ ó } \geq \varepsilon \text{ (infinitésimo o número muy pequeño)}$$

Siendo:

- h_0 la eficiencia técnica de la DMU analizada, se consideran k DMUs que utilizan las mismas entradas en diferentes cantidades para obtener las mismas salidas en distintas cantidades.
- x_{ik} cantidad de entrada i consumida por la k -ésima DMU
- x_{i0} cantidad de entrada i consumida por la DMU analizada
- u_j y v_j son los multiplicadores de las salidas y entradas respectivamente
- $i = 1, \dots, n$ (entradas), $j = 1, \dots, m$ (salidas), $k = 1, \dots, N$ (DMUs)

Si se analiza h_0 , se encuentra que cuanto más cercano a 1 sea, la DMU resulta más eficiente, en el límite $h_0 = 1$ indica que la DMU es eficiente en relación con las otras unidades intervinientes. Las DMUs, que con los mismos multiplicadores asignados a la unidad eficiente resulten ser eficientes, se denominan pares o compañeros (*peers*), las cuales forman la unidad de referencia (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

El objetivo perseguido es, pasar de una situación de múltiples entradas y salidas, a otra con una única entrada y salida. Ambas, son virtuales, se obtienen a través de la asignación de los multiplicadores más favorables a las distintas variables, para cada unidad evaluada. La eficiencia, para cada una de ellas está dada por el máximo cociente posible entre las salidas y entradas ponderadas, sujeto a las restricciones que reflejan la actividad del resto de las DMUs. Dichas restricciones, deben cumplir que el cociente entre la salida y entrada virtual, sea menor o igual a uno (Cordero Ferrera, 2006).

La resolución del modelo, para cada unidad, permite obtener los multiplicadores correspondientes, de manera de poder obtener el mayor índice de eficiencia para cada una de ellas.

2.7.3.2 Modelo DEA-CCR forma multiplicativa, orientación al input

El modelo anterior, se transforma para obtener un modelo lineal, más sencillo de resolver, a través de un cambio de variables: μ y δ , ecuaciones 16 a 19 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

$$\sum_{j=1}^m \delta_j x_{j0} = 1 \quad (16)$$

$$\mu_j = t u_j \quad (17)$$

$$\delta_i = t v_i \quad (18)$$

$$t = \frac{1}{\sum_{i=1}^n v_i x_{i0}} \quad (19)$$

El modelo multiplicativo queda expresado de la siguiente manera, ecuaciones 20 a

22:

$$\text{Max}_{\mu, \delta} w_0 = \sum_{j=1}^m \mu_j y_{j0} \quad (20)$$

s.a.:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i x_{i0} = 1 \text{ (restricción de normalización)} \quad (21)$$

$$\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n \delta_i x_{ik} \leq 0 \quad (22)$$

$$k = 1, \dots, N$$

$$\mu_j \delta_i \geq 0 \text{ ó } \varepsilon$$

Donde w_0 , representa el nivel de eficiencia relativa, cuando este es igual a 1, la DMU_0 es calificada como eficiente. Mientras $w_0 < 1$, representa que la firma es ineficiente y existe al menos una DMU que satisface la igualdad de la ecuación 21, $\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk} = \sum_{i=1}^n \delta_i x_{ik}$, para los mismos ponderadores. El conjunto de unidades, que logra cumplir dicha restricción (unidades eficientes), constituye el conjunto de referencia de la unidad evaluada.

2.7.3.3 Modelo DEA-CCR forma dual, orientación al input

En la práctica resulta más sencillo el cálculo, en la forma envolvente, también llamada dual⁹. A través del cual, se construye una aproximación lineal por tramos a la verdadera frontera, a partir de los datos de todas las unidades que forman la muestra. El modelo se muestra en las ecuaciones 23 a 25 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} z_0 = \theta \quad (23)$$

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk} \geq y_{j,0} \quad (24)$$

$$\theta x_{i,0} \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k} \quad (25)$$

$$j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, N$$

$$\lambda_k \geq 0$$

Siendo:

λ_k el ponderador de la k -ésima DMU

θ representa la medida de eficiencia técnica de la DMU₀

La preferencia por emplear el modelo dual, se debe a que por lo general, presenta menos restricciones que el modelo primal. El modelo primal presenta $N+1$ restricciones y el problema dual $n+m$ restricciones (Coelli *et al.*, 2005).

En el problema dual se plantea una restricción para cada producto respecto a todas las DMUs, más una restricción por cada insumo para todas las DMUs.

El modelo se debe resolver N veces, una por cada DMU, por lo tanto se obtiene un valor de θ para cada una de ellas.

Reescribiendo las restricciones de otra forma se obtienen las holguras o slacks de entradas y salidas respectivamente, ecuaciones 26 y 27:

⁹ Modelo dual: todo modelo de programación lineal original, llamado primal, tiene un dual asociado, el que puede ser empleado para obtener la solución, dado que ambos comparten las condiciones de optimalidad. Para el modelo dual se define una variable dual por cada restricción y una restricción dual por cada variable primal.

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk} - y_{j,0} \geq 0 \quad (26)$$

$$\theta x_{i,0} - \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k} \geq 0 \quad (27)$$

El modelo DEA, se interpreta como el problema donde para cada DMU se busca contraer radialmente al vector de entrada \mathbf{x}_0 , tanto como sea posible, permaneciendo dentro del conjunto de entrada factible. Esta contracción radial, produce el punto proyectado $\sum_{k=1}^N \lambda_k x_{ik}$, $\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk}$, sobre la frontera obtenida. El mismo, está formado por la combinación lineal de los puntos observados, las restricciones del modelo aseguran que este punto no quede fuera de la zona factible.

La tecnología de producción asociada con este modelo, está definida por $T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) : \mathbf{y} \leq \sum_{k=1}^N \lambda_k \mathbf{y}_{jk}, \mathbf{x} \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k \mathbf{x}_{i,k}\}$. Dicho conjunto, cumple con los supuestos expresados anteriormente, conjunto de producción cerrado, convexo y exhibe retornos a escala constantes.

La suposición CCR, es apropiada cuando todas las firmas están operando a escala óptima. Cuando la competencia es imperfecta, por regulaciones gubernamentales; o por restricciones imperfectas, la unidad no puede operar en la escala óptima. En este caso, el uso del modelo CCR, provoca medidas de eficiencia técnica que están confundidas por la eficiencia de escala.

Banker, Charnes y Cooper en 1984, generalizan el modelo anterior, para considerar la existencia de rendimientos variables a escala (Cooper *et al.*, 2011), usualmente se conoce como DEA-BCC o DEA-VRS (*variable returns of scale*). Dicho modelo permite trabajar tanto con rendimientos constantes; crecientes o decrecientes, y posibilita el cálculo de la eficiencia técnica, sin que esta se solape con la eficiencia de escala.

Los modelos CCR, anteriormente citados se modifican agregando la restricción de convexidad.

2.7.3.4 Modelo DEA-BCC forma fraccional, orientado a la entrada

Se utiliza el modelo DEA-CCR agregando un término constante r_0 al término de la salida, ecuaciones 28 a 29 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011):

$$\text{Max}_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{j0} + r_0}{\sum_{i=1}^n v_i x_{i0}} \quad (28)$$

s.a:

$$\frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} + r_0}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ik}} \leq 1 \quad k = 1, \dots, N \quad (29)$$

$u_j, v_i \geq 0$ ó $\geq \varepsilon$ (*infinitésimo o número muy pequeño*), y r_0 no restringida

2.7.3.5 Modelo DEA-BCC forma multiplicativa orientado a la entrada

Se parte del modelo CCR y se agrega la constante r_0 , este término representa el valor de intercepción en el eje de abscisas de la proyección de cada segmento que define la frontera, figura 6, ecuaciones 30 a 32 (Cooper *et al.*, 2011):

$$\text{Max}_{\mu,\delta} w_0 = \sum_{j=1}^m \mu_j y_{j0} + r_0 \quad (30)$$

s.a:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i x_{i0} = 1 \quad (31)$$

$$\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n \delta_i x_{ik} + r_0 \leq 0 \quad (32)$$

$$k = 1, \dots, N$$

$$\mu_j \delta_i \geq 0 \text{ ó } \varepsilon, r_0 \text{ no restringida}$$

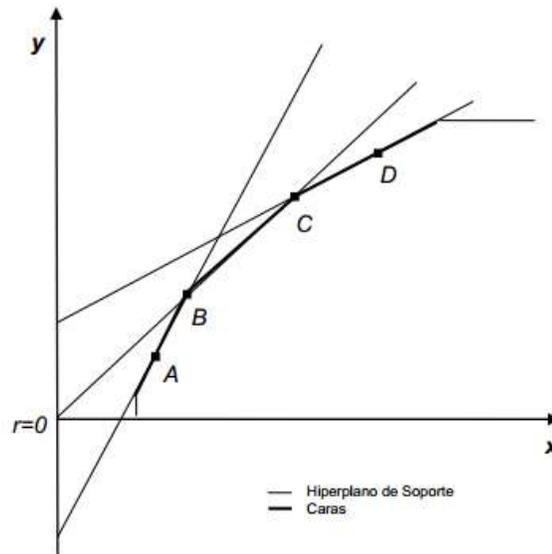


Figura 6: Diferencia entre la frontera CCR y BCC
Fuente: Chang Rojas, Carbajal Navarro (2011)

El valor que toma el término constante r_0 en la solución óptima, indica el tipo de rendimiento que la DMU evaluada, proyectada sobre la frontera eficiente (Cooper *et al.*, 2011). Por lo tanto si:

$r_0 > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes a escala.

$r_0 = 0$ para al menos una solución óptimas, prevalecen rendimientos constantes a escala.

$r_0 < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.

El objetivo del modelo DEA-BCC con orientación input, es encontrar un hiperplano que permaneciendo sobre o por encima de todas las DMUs, minimice la distancia horizontal desde el hiperplano a la DMU₀, (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

2.7.3.6 Modelo DEA-BCC forma dual orientado a la entrada

Este modelo agrega la restricción de convexidad al modelo CCR respectivo, dicha ecuación asegura que la DMU combinada es de tamaño similar a la DMU₀ (Cordero Ferrera, 2006).

La restricción de convexidad está asociada a la variable θ del modelo primal, ecuaciones 33 a 36:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} z_0 = \theta \quad (33)$$

s.a:

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk} \geq y_{j,0} \quad (34)$$

$$\theta x_{i,0} \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k} \quad (35)$$

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k = 1 \text{ restricción de convexidad} \quad (36)$$

$j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, N$

$$\lambda_k \geq 0$$

En los modelos DEA-CCR, el punto de proyección es una combinación lineal de las DMUs eficientes que permanecen sobre una cara de la envolvente eficiente. En los modelos DEA-BCC, dicho punto de proyección es una combinación lineal convexa.

En el modelo DEA-CCR, una DMU es comparada o referenciada contra otras firmas que pueden ser sustancialmente más grandes o más pequeñas.

La resolución del modelo DEA-CCR producirá valores óptimos de λ para la DMU₀, tal que si (Cooper *et al.*, 2011):

$\sum_{k=1}^N \lambda_k > 1$ prevalecen localmente rendimientos decrecientes a escala para la DMU₀

$\sum_{k=1}^N \lambda_k = 1$ prevalecen localmente rendimientos constantes a escala para la DMU₀

$\sum_{k=1}^N \lambda_k < 1$ prevalecen localmente rendimientos crecientes a escala para la DMU₀

La eficiencia de escala se obtiene para cada DMU a través de la obtención del modelo DEA-CCR y DEA-BCC. Pero estos valores no indican si la DMU está operando en un área de crecimiento o decrecimiento de retornos a escala. Para ello se utiliza otro modelo

DEA, donde se imponen retornos a escala no crecientes, frontera DEA-RENC. De ahí que, se agrega la restricción $\sum_{k=1}^N \lambda_k \leq 1$ al modelo dual DEA-CCR. Dicha frontera coincide con la DEA-CCR cuando se trabaja en la zona de retornos a escala crecientes y con DEA-BCC en la zona de retornos a escala decrecientes (Coelli *et al.*, 2005), figura 7.

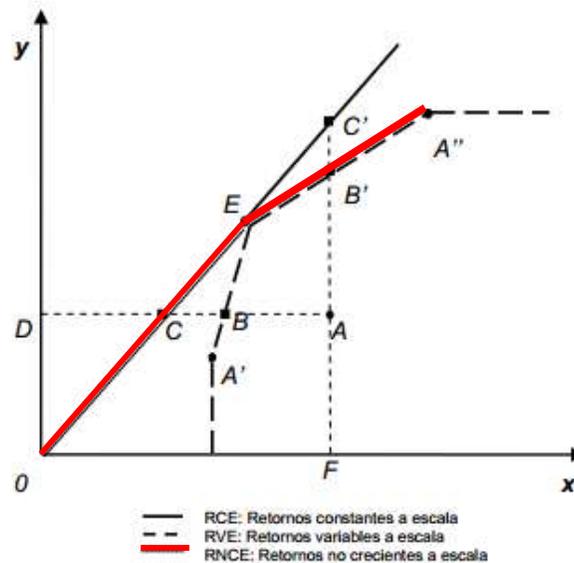


Figura 7: Rendimientos a escala

Fuente: Chang Rojas, Carbajal Navarro (2011)

Las orientaciones entrada o salida en el modelo DEA-CCR, brindan los mismos resultados, no es así, en el modelo DEA-BCC. Se utiliza la orientación a la entrada, cuando las cantidades de inputs aparecen como las variables primarias de decisión para cumplir con varios pedidos: En el caso donde se trabaja con una cantidad fija de recursos y se debe producir lo máximo posible, se trabaja con una orientación output (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Los modelos anteriores con orientación a la salida se pueden consultar en Pérez Mackeprang y Alberto de Azcona (2002).

2.7.4. Otros modelos

Se pueden plantear varias extensiones del modelo DEA, que permiten calcular la eficiencia asignativa, variables ambientales, el tratamiento de holguras, la eficiencia de la congestión, métodos de bootstrap¹⁰, entre otras (Coelli *et al.*, 2005).

2.7.4.1 Variables no discrecionales

En este caso se hace una diferenciación entre variables que están bajo control en el corto plazo y otras que no lo están.

Para ello se formula un modelo DEA orientado a la entrada, donde solamente se busca reducir las entradas sobre las cuales se tiene control. Por lo tanto se dividen las entradas en discrecionales y no discrecionales, \mathbf{x}_k^D y \mathbf{x}_k^{ND} respectivamente. Donde el parámetro θ está solamente asociado a las variables discrecionales (Coelli *et al.*, 2005).

\mathbf{x}_k^D vector $n \times 1$, para la empresa k

\mathbf{x}_k^{ND} vector $L \times 1$, para la empresa k

En conclusión, se poseen n inputs bajo control y L inputs fuera de control en el corto plazo.

El modelo DEA-BCC orientado a la entrada se presenta de la siguiente forma, ecuaciones 37 a 41:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} z_0 = \theta \quad (37)$$

s.a:

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk} \geq y_{j,0} \quad (38)$$

$$\theta x_{i,0}^D \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k}^D \quad (39)$$

$$x_{i,0}^{ND} \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k}^{ND} \quad (40)$$

¹⁰ Bootstrap: método de remuestreo de datos que permite resolver problemas relacionados con la estimación de intervalos de confianza o la prueba de significación estadística.

$$j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, N; l = 1, \dots, L$$

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k = 1 \text{ restricción de convexidad} \quad (41)$$

$$\lambda_k \geq 0$$

2.8. Cambios en la productividad total de los factores (PTF): Índice de Malmquist

Las medidas de productividad pueden ser utilizadas para comparar el desempeño de distintas unidades de decisión en un punto dado de tiempo. Si estas medidas, son empleadas en distintos puntos temporales, se obtiene el cambio de productividad referido al movimiento en el desempeño de una firma o industria, a través del tiempo.

Los índices más utilizados para calcular los cambios en la productividad total de los factores o PTF son: el índice de Fisher; el índice de Törnqvist y el índice de Malmquist. Este último, tiene la ventaja que no requiere supuestos de conducta ni precios, por este motivo, es generalmente, el más utilizado (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

El Índice de Malmquist (IM) de cambio en la productividad orientado a la entrada, es una de las medidas que permite analizar cambios en los niveles de eficiencia. Además, permite medir posibles desplazamientos de la frontera de referencia cuando se posee panel de datos¹¹ en un entorno no paramétrico, utilizando la aproximación por DEA.

El índice se construye por medio de la medición de la distancia radial de los vectores de salida y entrada observados en los períodos t y $t+1$, relativos a la tecnología de referencia. Las distancias pueden estar orientadas a la entrada o salida (d_e o d_s respectivamente) o basadas en la tecnología t o $t+1$ (d_{et} , d_{st} , d_{et+1} o d_{st+1} respectivamente) (Coelli *et al.*, 2005).

El IM sobre la tecnología t , para la DMU k , orientado a la entrada se define como m_{et} , a través del cociente de las funciones de distancia correspondientes, ecuación 42:

¹¹ Panel de datos: conjunto de observaciones que combinan una dimensión temporal con otra transversal, esta última incluye múltiples fenómenos en un momento determinado.

$$m_{et}(y_{(t+1)}, y_t, x_{(t+1)}, x_t) = \frac{d_{et}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})} \quad (42)$$

La distancia $d_{et}^k(y_{kt}, x_{kt})$ es menor o igual a uno. Pero, la distancia correspondiente a la tecnología t evaluada en $t+1$, $d_{et}^k(y_{k(t+1)}, x_{k(t+1)})$, puede ser menor igual o mayor que uno. Por lo tanto, si el cociente indica un valor mayor a uno significa que el proceso productivo ha mejorado su nivel de eficiencia respecto a la frontera de referencia. Por el contrario, un valor unitario expresa que se ha mantenido constante, y por último un valor menor a uno indica un deterioro desde el punto de vista técnico (Coelli *et al.*, 2005).

Cuando se considera la frontera de referencia en el período $t+1$, el índice $m_{e(t+1)}$ se muestra en la ecuación 43:

$$m_{e(t+1)}(y_{(t+1)}, y_t, x_{(t+1)}, x_t) = \frac{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{e(t+1)}^k(x_{kt}, y_{kt})} \quad (43)$$

Dado que, el índice de productividad de Malmquist puede ser definido para ambos períodos t y $t+1$, se plantea el índice IM como la media geométrica entre ambos, ecuación 44:

$$m_e(y_{(t+1)}, y_t, x_{(t+1)}, x_t) = \left[\frac{d_{et}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})} \times \frac{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{e(t+1)}^k(x_{kt}, y_{kt})} \right]^{0,5} \quad (44)$$

Färe *et al.* (1994), reacomodan la ecuación anterior y la expresan de la siguiente forma, ecuación 45:

$$m_e = \frac{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})} \left[\frac{d_{et}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})}{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})} \times \frac{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})}{d_{e(t+1)}^k(x_{kt}, y_{kt})} \right]^{0,5} \quad (45)$$

El primer término representa el cambio en la eficiencia técnica (CETG) (*catching up*) entre los períodos t y $t+1$, en el caso de ser mayor a uno indica un mejoramiento. Es decir, la DMU k está más cerca de la frontera en el período $t+1$. Ello, implica la eficacia con la que se aplica el conocimiento tecnológico a la producción.

El segundo término, expresa el cambio técnico (CT) o desplazamiento de la frontera (*shift frontier*), debido a la mejora de la tecnología disponible.

Además, el cambio de eficiencia técnica (CETG), se puede separar en cambio en la eficiencia técnica pura (CETP) y cambio en la eficiencia de escala (CEE). La primera corresponde a mejoras en la gestión de los factores productivos y la segunda a un ajuste superior del tamaño de la empresa, a la demanda atendida.

Färe *et al.* (1994), presentan una descomposición ampliada del IM calculado bajo el supuesto de retornos constantes a escala, para poder mostrar tanto los resultados de una frontera CCR como una frontera BCC. El índice de eficiencia radial bajo el supuesto de retornos constantes a escala considera la eficiencia técnica global (ETG). Dicha eficiencia, a su vez, puede descomponerse en eficiencia técnica pura (ETP) y eficiencia de escala (EE). La primera se obtiene a través de la eficiencia radial suponiendo retornos variables a escala. La EE se calcula como el cociente entre ETG y ETP. Por lo tanto, se reescribe la ecuación 45 a través de la siguiente descomposición, ecuaciones 46 y 47 (Iñiguez *et al.*, 2013):

$$m_e(y_{(t+1)}, y_t, x_{(t+1)}, x_t) = CETG \times CT = CETP \times CEE \times CT \quad (46)$$

$$m_e = \frac{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{BCC}}{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{BCC}} \times \frac{\frac{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{CCR}}{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{BCC}}}{\frac{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{CCR}}{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{BCC}}} \quad (47)$$

$$\times \left[\frac{d_{et}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{CCR}}{d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{CCR}} \times \frac{d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{CCR}}{d_{e(t+1)}^k(x_{kt}, y_{kt})_{CCR}} \right]^{0,5}$$

De modo que, el IM requiere el cálculo de 4 funciones de distancia con rendimientos a escala constante y dos con rendimientos a escala variables. Dichas distancias, se pueden obtener a través de la metodología DEA, trabajando con panel de datos, en donde:

$d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{BCC} = \theta$, es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir de los datos de la DMU k observados en t+1, en relación con la frontera DEA-BCC en el período t+1.

$d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{BCC} = \theta$, es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir de los datos de la DMU k observados en t, en relación con la frontera DEA-BCC en el período t.

$d_{e(t+1)}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{CCR} = \theta$, que es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir de los datos de la DMU k observados en t+1, en relación con la frontera DEA-CCR en el período t+1.

$d_{et}^k(x_{kt}, y_{kt})_{CCR} = \theta$, es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir de los datos de la DMU k observados en t, en relación con la frontera DEA-CCR en el período t.

$d_{et}^k(x_{k(t+1)}, y_{k(t+1)})_{CCR} = \theta$, es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir los datos de la DMU k observados en t+1, en relación con la frontera DEA-CCR en el período t.

$d_{e(t+1)}^k(x_{kt}, y_{kt})_{CCR} = \theta$, es la medida de eficiencia técnica de la DMU k, a partir de los datos de la DMU k observados en t, en relación con la frontera DEA-CCR en el período t+1.

3. DESARROLLO

La extensa plataforma submarina epicontinental perteneciente a la Argentina se prolonga casi hasta 200 millas de Zona Económica Exclusiva, tiene 4725 kilómetros de costas sobre el Atlántico Suboccidental en su litoral marítimo, sin contar las islas oceánicas. Es una zona que por su extensión y abundancia en nutrientes y plancton alberga unas mil especies entre peces, moluscos y mamíferos, constituye un gran reservorio para la pesca.

La plataforma continental, hasta 200 metros de profundidad, es de 769.400 km², siendo la Zona Económica Exclusiva de 1.164.500 km². El tipo de fondo de la plataforma es, en general, terrígeno-arenoso y de fango, lo cual facilita las tareas de pesca, en particular las de arrastre. Es bañada por dos corrientes: la “Corriente Fría de Malvinas” que transporta aguas subantárticas a través del talud continental con dirección sur-norte, entre los 55 °S y los 39-36 °S y, también sobre el talud, pero con dirección norte-sur y la “Corriente del Brasil”, que transporta aguas subtropicales hasta los 36-38 °S (Hobert *et al.*, 2009).

A lo largo del extenso litoral marítimo argentino existen más de 100 puertos marítimos y fluviales, que ofrecen distintas características. La provincia de Buenos Aires comprende terminales fluviales y marítimas. Sobre el río Paraná, están situados los puertos San Nicolás, San Pedro, Campana y Zárate, en el Río de la Plata, se ubican los puertos Dock Sud y La Plata y sobre el litoral atlántico, se encuentran los Puertos de Mar del Plata, Quequén, Coronel Rosales y Bahía Blanca (Gualdoni y Errazti 2006). Sobre el resto del litoral atlántico, la provincia de Río Negro posee los puertos de San Antonio Oeste y San Antonio Este; en Chubut se encuentran los puertos de Caleta Córdova; Comodoro Rivadavia; Puerto Madryn; Rawson y Camarones, Santa Cruz incluye Caleta Olivia/Paula; Puerto Deseado; Punta Quilla y Puerto San Julián y por último en Tierra del Fuego, se localizan los puertos de Ushuaia y Almanza.

3.1. Importancia del Puerto de Mar del Plata

El puerto de Mar del Plata, es el principal puerto pesquero del país, concentró aproximadamente el 54% de los desembarques nacionales en los últimos cinco años. En 2014, se registraron 416.160 toneladas, figura 8, dicho volumen representa el 53% del total desembarcado a nivel nacional.

Provincia	Puerto	Desembarques en toneladas				
		2010	2011	2012	2013	2014
Buenos Aires	Bahía Blanca	4.455,8	2.788,4	1.959,6	3.902,5	427,4
	Buenos Aires		182,3	56,0		846,9
	General Lavalle	9.691,3	2.952,3	12.177,1	15.108,6	12.060,3
	Mar del Plata	449.406,9	403.367,8	337.070,3	446.605,4	416.159,6
	Necochea/Quequén	4.197,0	4.644,9	6.459,3	2.960,6	2.392,9
	Río Salado	1.387,9	1.565,6	1.183,7	1.291,7	1.545,4
	Rosales	462,7	76,4	1.430,0	6,1	286,4
	San Clemente del Tuyú	778,2	17,6	345,6	680,2	361,1
	Otros Puertos de Bs. As.	1.140,6	1.958,7	3.876,7	1.438,4	3.930,8
Río Negro	San Antonio Este	14.245,4	13.108,8	11.484,0	8.938,4	7.357,6
	San Antonio Oeste	8.531,1	5.512,8	4.278,1	3.057,2	1.413,0
Chubut	Caleta Córdova	59,5	123,7	224,4	89,2	1,1
	Camaronés	3.455,0	1.282,7	1.285,8	3.497,2	5.814,2
	Comodoro Rivadavia	7.452,0	15.985,2	21.948,5	16.927,7	19.967,8
	Puerto Madryn	113.566,5	120.938,4	106.133,9	116.239,3	125.553,5
	Rawson	18.332,0	23.308,4	15.768,2	20.963,9	32.398,6
Santa Cruz	Caleta Olivia/Paula	10.297,7	23.104,0	31.151,6	34.991,2	26.137,9
	Puerto Deseado	37.500,5	48.894,2	66.016,0	103.083,1	77.064,4
	Punta Quilla	173,6				
	Puerto San Julián	1,9	79,3		92,5	230,2
Tierra del Fuego	Almanza				11,4	7,1
	Ushuaia	80.102,0	63.171,8	69.215,4	42.572,7	45.888,2
	Otros Puertos	7,5		7,5	26,0	3,6
Total		765.245,1	733.063,3	692.071,7	822.483,3	779.848,0

Tabla 1: Desembarques en toneladas de los Puertos Pesqueros Argentinos 2010-2014
Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

Después del puerto de Mar del Plata, de acuerdo a los datos de los últimos cinco años, siguen en orden de importancia los puertos de: Madryn en la provincia de Chubut con el 15%; Puerto Deseado en Santa Cruz con el 9%; Ushuaia en Tierra del Fuego con el 8%, Caleta Olivia/ Paula y Rawson ambos con el 3% pertenecientes a las provincias de Santa Cruz y Chubut respectivamente, tabla 1 y figura 9 (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, 2014).

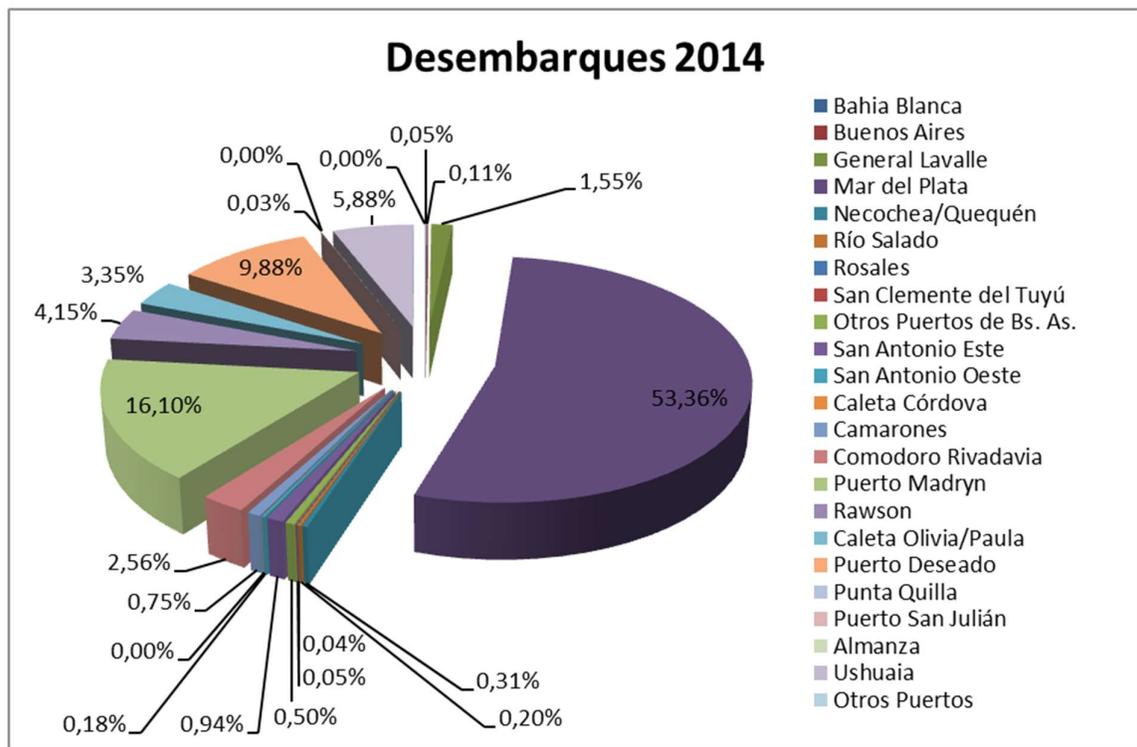


Figura 8: Desembarques de los Puertos Pesqueros Argentinos 2014
 Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

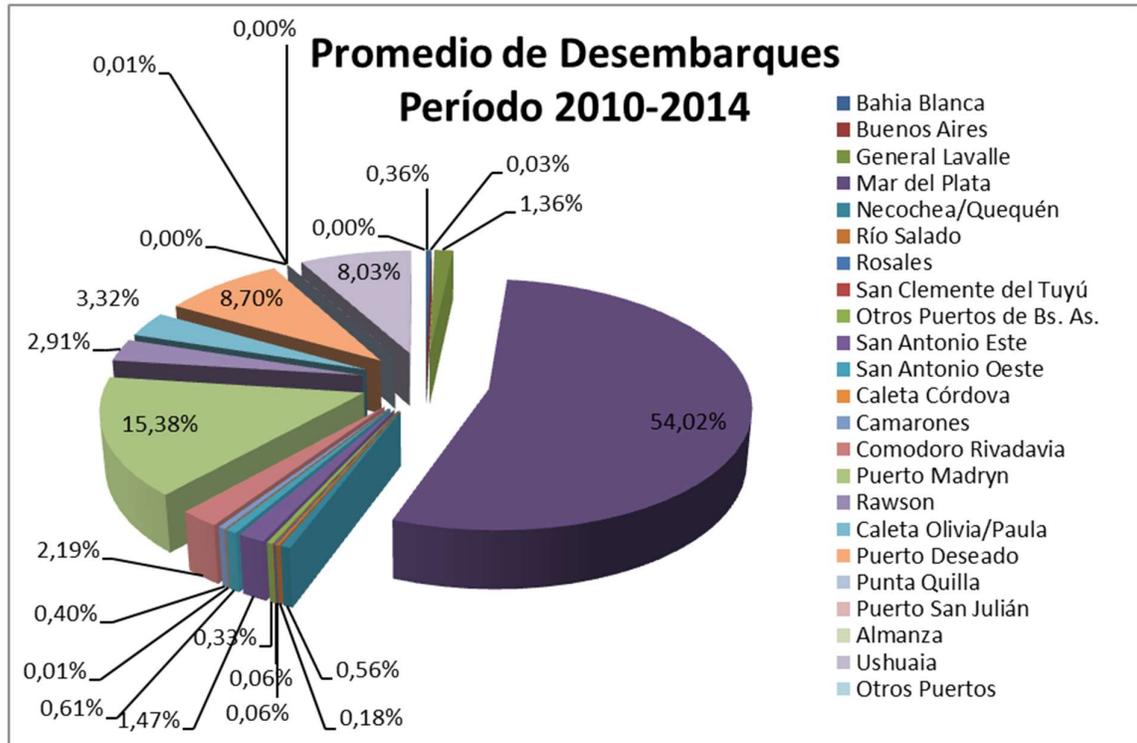


Figura 9: Promedio de Desembarques de los Puertos Pesqueros Argentinos 2010-2014
 Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

En los puertos pesqueros bonaerenses predomina la operatoria de buques costeros y fresqueros que elaboran sus productos en plantas procesadoras: Mientras, que en los patagónicos, con algunas excepciones, prevalece el movimiento de buques congeladores y surimeros.

En Mar del Plata, se inicia la historia y el desarrollo del sector pesquero. Es el asiento del mayor número de plantas procesadoras, así como también es el mayor proveedor del mercado interno (Hobert *et al.*, 2009).

Del análisis de las figuras 8 y 9, se desprenden los puertos importantes de acuerdo al volumen desembarcado. Dichos puertos se detallan en la tabla 2.

Puerto	Desembarques 2010-2014
Mar del Plata	54,02%
Puerto Madryn	15,38%
Puerto Deseado	8,70%
Ushuaia	8,03%
Caleta Olivia/Paula	3,32%
Rawson	2,91%
Comodoro Rivadavia	2,19%
San Antonio Este	1,47%
General Lavalle	1,36%

Tabla 2: Promedio de desembarques de pescado. Período 2010-2014

Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

3.2. Evolución de la Política Portuaria en Argentina

En 1947, se sanciona la Ley Nacional N° 12.964, que establece la Administración General de Aduanas y Puertos de la Nación, con el propósito de llevar a cabo la superintendencia portuaria. Luego, debido a la complejidad de las funciones portuarias, es necesario desdoblar, por Ley Nacional N° 18.663 de 1970, las funciones de dicho organismo en, Administración General de Aduanas y Administración General Portuaria.

Hacia fines de la década del 80, se genera desde el gobierno nacional un proceso de privatización, en el que se contempla la descentralización de las reparticiones nacionales y la privatización total o parcial de los bienes. Respecto a los puertos, esta medida incluye la Administración General de Puertos, la Junta Nacional de Granos (operadora de los silos y elevadores) y la Empresa Líneas Marítimas Argentinas.

Por los decretos de emergencia 2.284/91 y 817/92, se desregulan las actividades portuarias. Este último decreto, deja sin efecto los convenios laborales del área portuaria, se liquida la Administración General de Puertos y la Capitanía General de Puertos, reemplazándose por administraciones provisorias con participación de agentes privados. Se crea la Subsecretaría de Vías Navegables, en la Secretaría de Transportes. Además, se

contempla la transferencia a las provincias, la dirección, administración y explotación de las instalaciones portuarias para su posterior concesionamiento.

La transferencia a la Provincia de Buenos Aires, se organiza mediante un convenio interjurisdiccional en 1991 y por la Ley Nacional N° 11.206.

La legislación sancionada dispone dos modelos de administración, según la jerarquía de los puertos, se clasifican en menores y mayores. Para los primeros, la licitación es directa y está a cargo de la Dirección Provincial de Actividades Portuarias: En los puertos mayores, se dispone de la creación de entes autónomos encargados del proceso licitatorio.

Finalmente, el Congreso Nacional sanciona la Ley Nacional de Puertos (24.093/92), que junto con el decreto reglamentario (769/93), reglamenta la construcción de nuevos puertos públicos y privados, clasificándolos en comerciales, industriales y recreativos. Entre las medidas, fija como autoridad portuaria nacional, a la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, para intervenir las administraciones portuarias por motivos de interés público.

Con el propósito de ejercer presión sobre el poder provincial, se crea una Comisión Mixta para la Defensa del Puerto y las Playas de Mar del Plata (Miccio y Vellenich, 2002).

A mediados de 1999, el Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires, autoriza el decreto por el cual se crea el Consejo Asesor para el Puerto de Mar del Plata. Este organismo, se ocupa de diseñar un plan de remodelación total del puerto, apuntando a otorgarle un carácter regional y a transformar dicha estación marítima en multipropósito.

El plan también incluye la formación de un Consorcio de Gestión integrado por sectores públicos y privados con autarquía y autonomía (Fundación NuestroMar, 2007)a.

La función del puerto de Mar del Plata desde sus comienzos, es la de brindar no sólo a la ciudad, sino también a la zona, una salida al exterior de sus productos, además, sirve como soporte de las economías regionales. Se consolida como una terminal multipropósito,

donde convergen actividades de distinta naturaleza, como la industria pesquera, de exportación e importación y de turismo, posicionándose con un enorme horizonte.

El concepto de crecimiento, sumado a un mejor aprovechamiento de su estructura portuaria, se desarrolla basado en la condición natural privilegiada que posee el puerto de Mar del Plata.

Esencialmente estos argumentos, dan origen al Decreto 3572/99, que crea el Ente de Derecho Público no Estatal “Consortio Portuario Regional de Mar del Plata”, con un ámbito de actuación que comprende la zona portuaria y el área de influencia. Es el ente responsable de la administración y explotación del Puerto Mar del Plata. Funciona a través de un órgano colegiado de once miembros, cuyo presidente es designado por el Poder Ejecutivo Provincial (Puerto de Mar del Plata, 2014).

3.3. Evolución de la Actividad Pesquera en Argentina

Durante varias décadas, a pesar de la riqueza ictícola del Mar Argentino, la actividad pesquera en Argentina pasa desapercibida. La flota pesquera y las plantas de procesamiento se concentran casi exclusivamente en el puerto de Mar del Plata. Sin embargo, una política pesquera orientada a promocionar las capturas, sumada a otros factores, aumentan notablemente el poder de pesca en el caladero¹² argentino. La producción se va diversificando y se descentraliza geográficamente la captura, el procesamiento y la comercialización.

Las primeras normas respecto la actividad pesquera se dictan a partir de 1821, las que son posteriormente derogadas. En 1907 se reglamenta la pesca y la caza marítima, donde se establece que los productos obtenidos son considerados artículos de producción nacional. En 1914 a partir de la Ley N° 9.475 se dividen las operativas de pesca en marítima y costera.

¹² Caladero: sitio donde se desarrolla la actividad pesquera.

La ausencia de una normativa general o política de pesca, provoca que la industria crezca sin criterios gubernamentales definidos en torno a la industria fresquera, formada por medianas y pequeñas empresa, muchas de ellas familiares. A pesar de la abundancia del recurso, no se considera como una actividad estratégica y la falta de una regulación adecuada provoca una utilización indiscriminada, con efectos nocivos en el caladero.

Recién en 1940, se reglamenta la pesca en aguas de uso público, en los territorios del sur y se establecen las primeras vedas. En 1943 se crea el registro Nacional de Pesca y Caza Marítima, y se pauta el porcentaje de tripulación nacional. En 1944, se declara la jurisdicción nacional sobre la plataforma continental y las aguas que la cubren, llamadas Mar Epicontinental Argentino.

En 1966 la Ley N° 17.094, declara la soberanía Argentina sobre el mar hasta 200 millas y se autoriza al Comando de Operaciones Navales a otorgar permisos de pesca más allá de las 12 millas. Luego, en 1967 se sanciona la Ley de Pesca, Ley N° 17.500, por la que se consagra la propiedad del Estado Nacional sobre los recursos del Mar Argentino, se establecen normas de concesión y explotación de los recursos, su administración y conservación. Posteriormente, en 1969 la Ley N° 18.502, establece la jurisdicción marítima provincial hasta las tres millas a partir de la costa incluyendo los golfos, correspondiendo al gobierno nacional la administración del resto hasta las 200 millas de Zona Económica Exclusiva. Todavía en este período no existen reglas muy claras, se continúa practicando la llamada pesca olímpica, donde cualquiera tiene permitido pescar hasta el máximo de su capacidad.

Mar del Plata, se convierte en el principal puerto concentrador de la actividad, con la incorporación de buques fresqueros y algunos de altura, además de la radicación de plantas procesadoras. A fines de la década del 60, las zonas de pesca se extienden al este y al sur de

Mar del Plata y se incorporan buques arrastreros para pesca demersal¹³. Comienza a consolidarse el sesgo exportador del sector. Entre 1970 y 1975, crece la flota industrial con la incorporación de buques para fresco y algunos congeladores.

En 1973, la Ley N° 20.136 declara que los recursos del mar sólo pueden ser explotados por embarcaciones argentinas que cuenten con el correspondiente permiso. Posteriormente, en 1977 la Ley N° 21.514, se autoriza a convenir con empresas extranjeras la explotación experimental al sur del paralelo 40°S. En este año, también se firma el Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo, que crea una zona común de pesca entre Argentina y Uruguay, en virtud del mismo funciona la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, para regular los volúmenes de captura y establecer las normas y medidas necesarias.

Entre los años 1976 y 1981, el modelo del sector pesquero se encuadra dentro del concepto de “intereses marítimos” que incluye la presencia en el mar como planteo geopolítico.

Se crea la Subsecretaría de Pesca y el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), este último con base en Mar del Plata.

La Ley de Promoción Industrial, otorga reembolsos adicionales a la exportación de las empresas instaladas al sur del paralelo 42°S. La Ley N° 21.514, adjudica la explotación hasta 200.000 toneladas de recursos marítimos al sur del paralelo 40°S.

Se incorpora una nueva modalidad de captura y procesamiento a bordo, con ello se pretende extender la operación de la flota o todo el Mar Argentino, pero no se logra diversificar la composición, la cual está formada principalmente por merluza y calamar.

En el año 1979 se crea el Fondo Nacional Pesquero, para facilitar el desarrollo de la actividad pesquera, a través de la Ley N° 22.107.

Entre los años 1982 y 1988, comienza a desarrollarse la pesca de langostino.

¹³ Demersal: especies de peces que viven en el fondo del mar y efectúan desplazamientos a aguas de menor profundidad, a diferencia de las pelágicas que viven en el resto del mar a excepción del fondo y las orillas.

Acuerdos marcos que se realizan con La Unión Soviética y Bulgaria, permiten la pesca con buques congeladores de gran envergadura, al sur del paralelo 47, provocan la sobrepesca y comienza el deterioro del caladero.

Hasta fines de los 90, la flota está constituida casi exclusivamente por barcos arrastreros. El primer potero comienza a operar en 1988, en ese año también se incorporan los primeros palangreros, surimeros y tangoneros. Durante los siguientes 10 años, la flota se duplica, además se incrementan en forma significativa, los barcos de procesamiento y congelamiento a bordo.

La merluza hubbsi; el calamar illex y el langostino se convierten en las principales especies de captura y comercialización, otras especies son la polaca y la merluza de cola.

La década del 90, se caracteriza principalmente por el hecho de que las actividades superaran constantemente la capacidad de renovación del recurso.

En 1987, comienza a operar el sistema de observadores embarcados, a fin de controlar las capturas, posteriormente en 1993 es sistematizado.

A fines de los 90, la flota argentina está compuesta por 150 buques fresqueros, 450 costeros y 200 congeladores.

El Régimen Federal de Pesca establecido por la Ley N° 24.922, todavía vigente, sancionada a fines del año 1997 y promulgada en 1998, introduce importantes cambios en la actividad pesquera. Desde su origen, apunta a compatibilizar el máximo desarrollo de la actividad pesquera en el mar, con el aprovechamiento racional de sus recursos vivos. Es una norma, que valora la actividad económica del hombre y el medio ambiente en el que se realiza. El acento en el carácter federal de la ley, proviene de la extensión de la jurisdicción de las provincias, con litoral marítimo sobre el mar territorial adyacente a sus costas. En consonancia, la jurisdicción de la Nación se establece más allá de las doce primeras millas marinas, dentro del marco la ley. También, marca ese carácter federal, el diseño legal del

Consejo Federal Pesquero, organismo rector de la política pesquera nacional y principal regulador de la actividad. En especial, por su composición colegiada de cinco representantes provinciales y cinco provenientes del Estado Nacional, se ve reflejada la participación del interior del país. La ley contempla los diversos aspectos relevantes para la pesca marítima. Se consideran: la investigación; la conservación y administración de los recursos vivos del mar, y un régimen de pesca. Este último, impone la administración por Cuotas Individuales Transferibles de Captura, (CITC), con su correspondiente régimen de infracciones. Desde su sanción, esta ley sufre algunas modificaciones. Las más profundas se centran en el régimen de infracciones. La Ley N° 24.922, con sus modificaciones y su decreto reglamentario, son el soporte jurídico sobre el que el Consejo Federal Pesquero, diseña la política pesquera nacional.

Los buques empleados en la actividad pesquera deben estar inscriptos en la matrícula nacional y enarbolar el pabellón nacional, para lo cual deben cumplir con los requisitos previstos en la legislación vigente. La Ley de Navegación N° 20.094, regula la vinculación de los buques a la bandera argentina, siendo la Prefectura Naval Argentina la autoridad de aplicación. La Prefectura Naval Argentina es el organismo a cargo del otorgamiento de matrícula a los buques pesqueros. También, es la responsable del control de los aspectos referidos a la seguridad de la vida en el mar y de la contaminación provocada por la actividad de la flota.

En 1998, se decide limitar la captura máxima permisible de la merluza a 300.000 toneladas dividiendo el mar en dos partes, al norte y al sur del paralelo 41°. Sin embargo, la puesta en marcha del sistema de cuotas, no logra entrar en práctica hasta después del año 2000.

Posteriormente, se proponen distintas vedas y se promulgan leyes de Emergencia Pesquera con respecto a la merluza hubbsi, con el objetivo de recuperar su biomasa.

A partir de 2004, se procede asignar autorizaciones para la captura de merluza hubbsi para cada barco, sobre una base anual, ordenada trimestralmente. Años más tarde, se aprueban autorizaciones para otras especies como merluza negra, polaca, merluza de cola y viera patagónica.

La consolidación del Sistema de Monitoreo Integrado de Control de la Actividad Pesquera, es el marco de una presencia regular y coordinada de la Prefectura Naval Argentina y de la Armada Argentina. Ello es complementado, mediante buques y aviones, con información satelital para el patrullaje de las aguas bajo jurisdicción argentina. En consecuencia, se permite controlar tanto la actividad de la flota de bandera nacional, como impedir la pesca ilegal por parte de los buques extranjeros.

En Mar del Plata se implementa el Centro de Control Pesquero (C.IN.CO.PE.). Este centro, admite que todo el transporte de mercadería realizado desde el puerto sea sometido a un nuevo control. Dicha inspección, verifica que la carga concuerde con el remito de la empresa y el acta correspondiente (Hobert *et al.*, 2009).

3.4. Historia del Puerto de Mar del Plata

Antes de que la ciudad de Mar del Plata sea oficialmente fundada en el año 1874, y por un tiempo después, se la conoce como puerto de Laguna de los Padres, debido a las incipientes y rudimentarias actividades portuarias que se desarrollaban en estos lugares. José Coelho de Meyrelles encarga la construcción de un muelle de hierro y un rompeolas de madera en el lugar donde actualmente se encuentra Punta Iglesias, instalando el primer puerto. Posteriormente, lo suceden en este emprendimiento Patricio Peralta Ramos, Pedro Luro y Fermín Bonnemort, Angel Gardella y Cía., Taglione Hnos. y el Lloyd Comercial de Mar del Plata.

Los pescadores establecidos en Buenos Aires tanto en la Boca como en el Tigre, a

partir de 1886 comienzan a venir en temporada a Mar del Plata.

Los primeros trabajadores del mar, son “golondrinas”, es decir no residen en forma permanente, lo hacen sólo durante la temporada de verano. Con el paso del tiempo, se van quedando de forma permanente, aunque las salidas al mar son estacionales. Ellos, venden sus productos en los hoteles y en las casas del pueblo, recorriendo estos lugares con sus canastas cargadas de pescados. La mayoría son italianos, utilizan el improvisado puerto de la playa Bristol. Las primeras lanchas son izadas, algunas con un guinche en el muelle Luro y otras arrastradas por yuntas de caballos desde la orilla.

Con posterioridad a los intentos portuarios en Punta Iglesias que llegan a una materialización y desenvolvimiento propios de la época, las propuestas para la construcción de un puerto se formulan en una insistente continuidad, produciéndose variantes y lugares diversos. Ninguna de esas ideas concebidas a fines del siglo 19 y comienzos del 20, se plasman. Pero, constituyen una fuerte incitación a continuar bregando para que la ciudad cuente con una puerta oceánica, que la vincule por mar, con el mundo exterior. El propósito, de construir un puerto de ultramar, se considera necesario y conveniente.

La vocación firme y segura de que la zona es apta y ávida de tener un puerto se afianza pausadamente y con sólidos fundamentos. Algunas proposiciones tienen principio de ejecución, pero no llegan a materializarse totalmente. Una loable iniciativa presenta al gobierno central una “Sociedad Anónima Puerto Mar del Plata” para construir y explotar un puerto. El 25 de octubre de 1887 el Congreso Nacional autoriza la petición.

En el año 1896, el entonces Departamento de Marina, acusa recibo de la documentación pertinente, incluidos los planos correspondientes al proyecto del “Puerto de Mar del Plata” donados por la peticionante al gobierno de la Nación (Sociedad de Patrones Pescadores, 2014).

Las primeras décadas del siglo XX, son de grandes cambios para el Mar del Plata. En 1907, Mar del Plata, es declarada ciudad, en 1909 por iniciativa del Dr. Pedro Luro, el Congreso sanciona la Ley N° 6.499. A través de la misma, se autoriza al Poder Ejecutivo de la Nación, a contratar la construcción del puerto de ultramar de Mar del Plata, finalmente en 1911 comienzan las obras, realizadas por la Société Nationale de Travaux Publics con sede en París.

En 1922, se inauguran oficialmente las obras del puerto, en 1924 y 1928 el Poder Ejecutivo, decreta la construcción de obras complementarias. Entre las obras previstas figuran, galpones; edificios; vías férreas; caminos; dragados; muros de atraque para la dársena de pescadores y el muro de ultramar. En la escollera norte, se proyecta utilizar sus espigones para frente de atraque de buques de pasajeros.

Posteriormente, La Marina gestiona la realización dentro del puerto de una zona militar. Por Ley Nacional N° 11.378, en 1926 se asienta la Base Naval de Submarinos de Mar del Plata, en 1933 se habilita el apostadero de submarinos.

En 1932 el Congreso Nacional por Ley N° 11.615, otorga fondos para completar las obras portuarias, principalmente del muelle de ultramar y el muro de atraque a lo largo de la escollera norte. Las obras proyectadas para la estación de pasajeros no logran efectivizarse. En la década del 30, el puerto adquiere su conformación actual (Miccio y Vellenich, 2002).

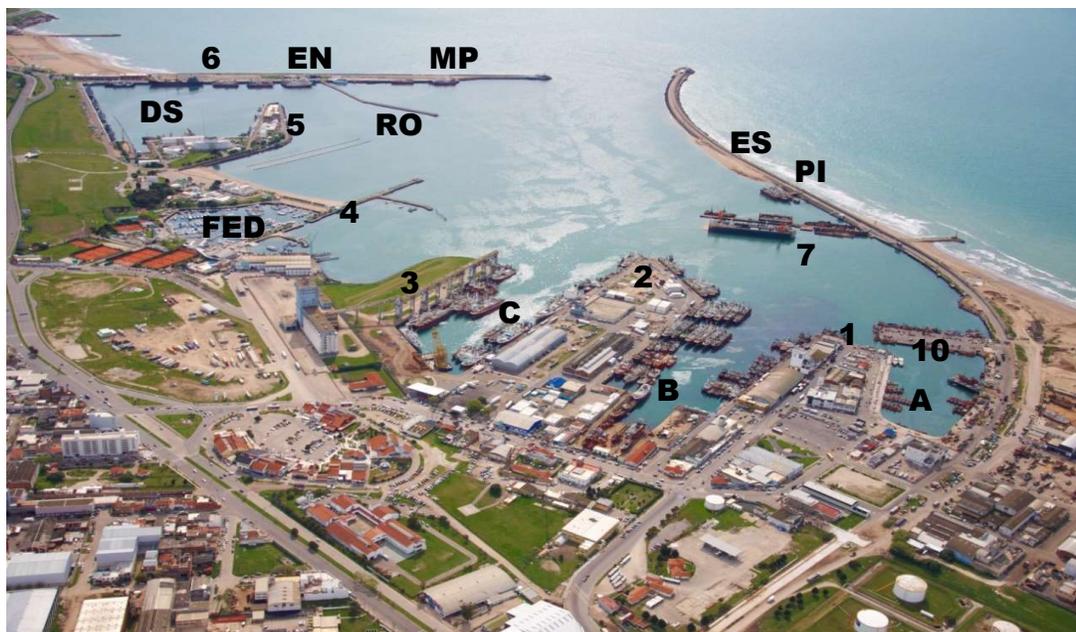
3.5. Características del Puerto de Mar del Plata

El puerto de Mar del Plata, es un puerto provincial de uso público, administrado por una delegación dependiente de la Administración Portuaria Bonaerense. Es un puerto marítimo de ultramar y pesquero, con un área netamente militar, actual asiento de la Base Naval Mar del Plata. Además, constituye una terminal multipropósito, donde se suman a la industria pesquera, actividades de distinta naturaleza como exportación, importación,

industria naval y explotación turística (Fundación NuestroMar, 2007) a, (Sociedad de Patrones Pescadores, 2014)

El puerto de Mar del Plata se encuentra ubicado frente al Océano Atlántico, en la Latitud 38° 01' S y Longitud 57° 32' W, ocupa aproximadamente 220 hectáreas, de las cuales 180 corresponden a la zona comercial y el resto a la militar. Está protegido por dos escolleras: escollera norte y escollera sur, formadas de material pétreo y bloques de hormigón asentados sobre el lecho de arena a una cota de 12 metros, figura 10. La escollera sur posee su morro terminal 2750 m, tiene un trazado curvo con orientación sensiblemente paralela a la línea de la costa, constituye el cierre principal del puerto y proporciona una protección adecuada para los oleajes de la zona. La escollera norte posee una longitud de 1050 m, tiene un trazado delicadamente recto y perpendicular a la línea de la costa, presta abrigo de los vientos y oleajes provenientes de dicho sector.

La zona cuenta con accesos viales, que le permiten conectarse con los principales centros de población y producción de la región. Todas las vías de comunicación se encuentran pavimentadas y en óptimas condiciones de uso: Ellas son: principalmente la Autovía 2 y las Rutas Provinciales N° 11, 88 y 226. De manera complementaria, el puerto posee vías de acceso y egreso a través de las Avenidas Vértiz y Ortiz de Zárate, para el sector productivo y se pueden utilizar las Avenidas Martínez de Hoz, Juan B. Justo y Calle 12 de Octubre, para llegar al área turística (Puerto de Mar del Plata, 2014).



Referencias

A	Dársena A o de pescadores
B	Dársena B o de cabotaje
C	Dársena C o de ultramar
DS	Dársena de submarinos
FED	Fondeadero embarcaciones deportivas
EN	Escollera norte
ES	Escollera sur
MP	Muelle de pasajeros
PI	Posta de inflamables
RO	Rompeolas
1	Espigón N° 1 Permisarios
2	Espigón N° 2 o muelle de cabotaje
3	Espigón N° 3 o muelle de ultramar
4	Espigón N° 4 Clubes
5	Espigón N° 5 Base Naval
6	Espigón N° 6 interior a la escollera norte
7	Espigón N° 7 atracadero de embarcaciones inactivas
10	Espigón N° 10 o muelle de pescadores

Figura 10: Vista aérea del puerto de Mar del Plata

Fuente: Elaboración Propia sobre imágenes obtenidas del Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

El puerto posee un único acceso por vía acuática desde mar abierto, también llamado antepuerto, a través de su canal de acceso fijado en la enfilación $238^{\circ} 39'$. El ancho del mismo es de cien metros, tiene una longitud de 700 m y posee una profundidad de 11 m, respecto al cero local. Sobre el morro de la escollera sur existe un banco de arena, que de no dragarse,

produce una disminución en el ancho del canal de acceso. Existe también un canal de acceso secundario fijado en enfilación $216^{\circ} 20'$ que cuenta con idéntica profundidad, y es utilizado en épocas previas a los periódicos dragados del principal (Puerto de Mar del Plata, 2014).

La zona portuaria, se puede dividir en dos sectores: norte y sur, en los que se emplazan varias áreas: comercial, industrial, militar, turística y operativa. La zona norte, corresponde principalmente a la zona militar, jurisdicción de la Armada Argentina, donde se asienta la Base Naval, protegida por un rompeolas de 474 m de longitud que comienza en la Escollera Norte. Dicha zona, además, está integrada por un muelle de pasajeros, adyacente al tramo interior de la escollera, una dársena para submarinos y un fondeadero destinado a embarcaciones deportivas, figura 11. El sector sur, es de carácter industrial, comercial, turístico y operativo; contiene tres dársenas: pescadores, cabotaje y ultramar, además de la posta de inflamables, figura 12 (Sociedad de Patronos Pescadores, 2014), (Puerto de Mar del Plata, 2014).



Figura 11: Zona Norte

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.



Figura 12: Zona Sur

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

El puerto, también ofrece una amplia gama de ofertas recreativas, culturales y comerciales, las cuales constituyen, el denominado puerto turístico. El complejo gastronómico, ubicado en el centro comercial del puerto, ofrece gran diversidad de platos especializados de frutos del mar. Además, cuenta con un paseo de compras dedicado a la venta de productos de mar y regalería. Los clubes Náutico y de Motonáutica, otorgan un interesante entretenimiento a los amantes de los deportes náuticos.

En el sector comercial se encuentra las agencias marítimas y distintas oficinas públicas: Aduana, Prefectura, Sanidad de Fronteras, INIDEP, Distrito de Pesca, SENASA.

El sector operativo está compuesto por las terminales N° 1, 2, 3, 4 y 5. En la terminal N° 1 se encuentra el espigón N° 1, figura 13; en ella también se alberga, la dársena de pescadores, donde está emplazada la llamada banquina de pescadores, figura 14 y el espigón N° 10, figura 15.



Figura 13: Terminal N° 1

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

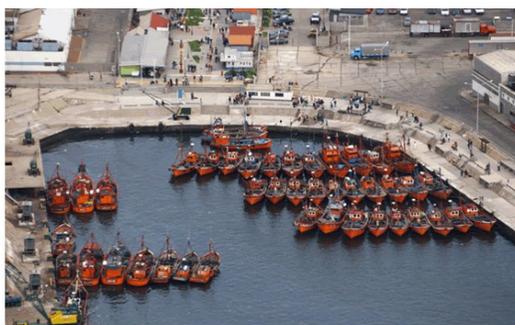


Figura 14: Dársena de pescadores

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.



Figura 15: Espigón N° 10

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

El espigón N° 1, cuenta con dependencias de permisionarios afectados a la provisión de combustible; fábrica de hielo; industrialización de pescado y gestión administrativa. Sumado a ello, se encuentran inmuebles, como el ex-mercado nacional de concentración pesquera, el que se encarga de remate y trasvase de pescado fresco.

En la dársena “A” de pescadores, formada por el viaducto de acceso a la escollera sur. Se encuentra entre el espigón N° 1; y en el espigón N° 10, en la misma se realizan las operaciones de amarre; alistamiento y descarga de las embarcaciones fresqueras; de rada o ría; costeros y media altura. El espigón N° 10, tiene una longitud total de 727 m de muelle, con profundidades entre 6 y 19 pies, la dársena tiene aproximadamente 500 m, con un ancho entre 70 y 100 m (Sociedad de Patronos Pescadores, 2014), (Puerto de Mar del Plata, 2014).

La terminal N° 2, formada por el espigón N° 2, se divide en seis secciones, todas operativas, donde se realizan diversas tareas de apoyo logístico a la flota pesquera y a la flota de buques porta contenedores, figura 16. Los sitios de atraque 8, 9 y 10 alcanzan una longitud de 503 m con profundidades que van desde los 22 a los 25 pies, se utilizan para operar con carga en general y fuel oil. El frente de atraque exterior del espigón N° 2, sitio 7, con una longitud de 178 m y una profundidad entre 23 y 27 pies, es utilizado para el amarre de buques mercantes de grandes dimensiones.

La dársena “B” de cabotaje, se encuentra entre los espigones N° 1 y N° 2, formada por los sitios 5 y 6, ubicados sobre el espigón N° 2 hacia el norte, cuenta con una longitud de 250 m con profundidades entre 5 y 17 pies. Al sur se encuentran los sitios A, B, C y D sobre el espigón N° 1, de 288 m de longitud y profundidades entre 15 y 21 pies. Al oeste posee un frente de 133 m. Dicha dársena, se utiliza para el amarre y descarga de buques pesqueros de altura y algunos de tipo costero lejano, posee un ancho de 130 a 160 m (Puerto de Mar del Plata, 2014), (Fundación NuestroMar, 2007) a.



Figura 16: Terminal N° 2. Espigón N° 2

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

En la terminal N° 3, se asienta el espigón N° 3 o de ultramar, en el frente de atraque del mismo existe la galería de embarque de granos que opera por transferencia desde los silos hacia los buques. En el área del espigón N° 3 y calle B se encuentran las instalaciones de la Ex-Junta Nacional de Granos, actualmente concesionada a la Firma Elevadores Mar del Plata S.A. que acopian un total de 20.000 tn de granos, pudiendo alcanzar hasta 25.000 tn en caso de ejecutar los trabajos de reparación necesarios, pero no se encuentra en actividad. Existe una galería de embarque con ocho 8 mangas, estimándose la carga en 400 tn por hora, figura 17.

Dicha terminal, consta de un muelle de hormigón de 276 m de longitud, dividido en dos secciones 12da. y 13ra., cuyo frente con un largo de 250 m, está concesionado a la sociedad anteriormente citada. Dicho muelle, es utilizado para el atraque de buques de ultramar. Asimismo, cuenta con un sector de conexión entre los espigones N° 2 y N° 3, formado por un frente de 134 m de longitud, denominado como sección 11ra., en la que realizan operaciones de descarga y alistamiento embarcaciones pesqueras.

Entre el espigón N° 2 y el N° 3, se sitúa la dársena “C” o de ultramar, donde en su cara sur y este, se amarran embarcaciones pesqueras de altura; y en el sector norte operan buques mercantes, dicha dársena posee un ancho de 140 m.

En la tabla 3 se resumen las medidas más importantes (Puerto de Mar del Plata, 2014).



Figura 17: Terminal N° 3. Espigón N° 3

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata

Muelle de pescadores	10 y 16 pies – 190 m lineales
Muelle de cabotaje	20 pies – 762 m lineales
Muelle de ultramar	30 pies – 895 m lineales
Dársena de pescadores	Ancho de 70 a 100 m
Dársena de cabotaje	Ancho de 130 a 160 m
Dársena de ultramar	Ancho de 140 m
Escollera sur	2750 m
Escollera norte	1050 m
Metros lineales de atraque	1.648 m esloras
Metros ocupados en andanas ¹⁴	11.571 m esloras

Tabla 3: Resumen de las medidas más importantes

Fuente: Informe de Gestión 2008-2011. Consorcio Portuario Regional Mar del Plata

La terminal N° 4, es donde se asienta el espigón N° 7. Este atracadero fue desafectado de las operaciones de combustible utilizándose actualmente para el amarre de embarcaciones inactivas (línea de amarre); remolcadores de puerto y unidades de la Prefectura Naval Argentina, el espigón cuenta con 530 m, figura 18.

¹⁴ Andana: orden de cosas (embarcaciones, en el caso de estudio) puestas en líneas



Figura 18: Terminal N° 4. Espigón N° 7

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

La terminal N° 5, contiene la posta de inflamables cuyas instalaciones permiten la operación de un solo buque para derivar cargas de combustible líquido a los depósitos de las plantas de YPF y la central 9 de Julio, figura 19.

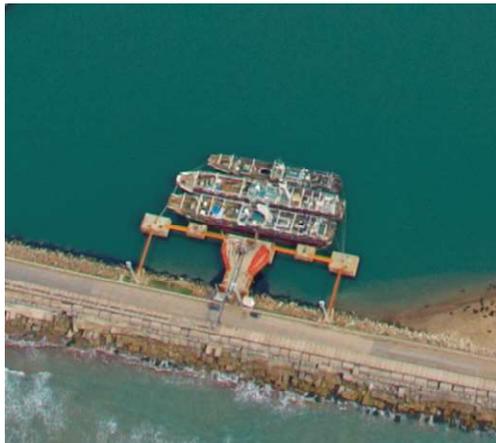


Figura 19: Terminal N° 5. Posta de Inflamables

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

En el espigón N° 4 y en el espejo de agua que él determina, se encuentran el Club Náutico, el Yatch Club Argentino, el Club de Motonáutica y el Centro Naval. Estos clubes, constan de una importante infraestructura para la realización de deportes náuticos, son sedes de importantes competencias nacionales e internacionales, figura 20. Sobre el espigón N° 5 se encuentra ubicada la Base Naval Mar del Plata, figura 21.



Figura 20: Espigón N° 4

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.



Figura 21: Espigón N° 5

Fuente: Puerto de Mar del Plata. Sitio Web Puerto de Mar del Plata.

En el sector industrial, se encuentran fábricas de harina de pescado; talleres y carpinterías navales; astilleros; lavaderos de cajones; depósitos de enseres de pesca y cooperativas de pesca; procesadores de pescado y la planta de almacenamiento de combustibles. Existe una amplia cobertura para realizar reparaciones navales conjuntamente con instalaciones de varaderos y diques flotantes para la atención de embarcaciones pesqueras.

3.6. Servicios portuarios brindados en el Puerto de Mar del Plata

Los servicios a los buques brindados en el puerto de Mar del Plata, incluyen el uso de muelle; la provisión de agua; la eliminación de residuos comunes y de tanques y sentinas; el practicaje; uso de remolcadores; la asistencia a la navegación; los servicios de extinción de incendios; el suministro de combustible; los servicios públicos de agua; electricidad y alcantarillado; el abastecimiento y piezas de recambio para buques; los talleres de reparaciones pequeñas; el alumbrado para el trabajo nocturno y las comunicaciones, inclusive del buque a tierra.

La flota pesquera y de servicio en el año 2011 en el puerto de Mar del Plata, se describe por tipo de buque y cantidad en la tabla 4.

Tipo de Buque	Cantidad
Altura	141
Rada y Ría	122
Costero	56
Potero	25
Pasajeros	7
Congeladores	6
Investigación	3
Guardacosta	3
Grúa	1
Lancha Multipropósito	1
Práctico	1
Remolcador	1
Total	367

Tabla 4: Descripción de la flota

Fuente: Informe de Gestión 2008-2011. Consorcio Portuario Regional Mar del Plata

Además de las actividades vinculadas a la pesca, como el de procesamiento de productos de mar y producción de harina y aceite de pescado, el sector industrial del puerto posee instalaciones de astilleros; talleres; carpinterías; herrerías navales y terminales de reparaciones y depósitos de combustibles; entre otros servicios portuarios. Estas instalaciones, sumadas a la conveniente situación geográfica; la infraestructura de la ciudad; las vías de comunicación; y la capacidad de su mano de obra, posicionan al puerto de Mar del Plata,

como uno de los centros de reparación naval más importante de la Argentina (Puerto de Mar del Plata, 2014).

El practicaje y pilotaje es obligatorio, acorde a las normas establecidas por la Prefectura Naval Argentina. La zona de practicaje ineludible, es el canal de acceso y movimiento portuario. El práctico, sube a bordo a una milla de la escollera sur, los buques exigidos a tomar práctico, son:

- Buques argentinos: mayores de 75 m. y todos aquellos cuyo calado sea mayor a 16'.
- Buques extranjeros: en su totalidad.

El sector de remolque y maniobras para el puerto de Mar del Plata, se encuentra detallado en la tabla 5. Los buques deberán tomar y largar los remolques a la altura de la escollera norte.

Lugar de Amarre	Eslora	Cantidad de Remolques
Zona de puerto	< De 100 m y hasta 120 m	Uno
Zona de puerto	< 120 m	Dos
Posta de inflamables	< 100 m – proa afuera	Uno
Dique de ultramar	< 100 m – proa adentro	Dos
Espigón “C”	< 120 m	Dos

Tabla 5: Uso de Remolque Obligatorio
Fuente: Sitio Web Fundación NuestroMar (2007)

Los servicios a las cargas, comprenden el almacenaje de mercadería; el apoyo logístico para el personal de las empresas de estibaje; además del alumbrado para el trabajo nocturno de carga y descarga.

El equipo y personal de estiba lo proveen las empresas de estibaje privadas y/o cooperativas habilitadas a tal fin, de acuerdo a la resolución 220/02-09 (Puerto de Mar del Plata, 2014).

Los servicios varios están integrados por distintas prestaciones como la limpieza terrestre y de espejos de agua; servicios de incendio; servicios de salvamento y médicos, buceo; policía y seguridad del puerto; zona de materiales peligrosos; zonas de mantenimiento

del equipo y servicios públicos de agua; electricidad y alcantarillado, (Gualdoni, Errazti 2006).

El puerto se cierra cuando los vientos sostenidos son mayores de 43 km/h y cuando la visibilidad es menor de 1.500 m dentro o fuera de las escolleras.

3.7. Situación de los buques portacontenedores en el Puerto de Mar del Plata

Los servicios de portacontenedores, han sufrido varias interrupciones causadas por el cierre del puerto, debido a la obstrucción de los canales tanto principal como secundario. Dicha oclusión, se origina por la sedimentación de arena que se produce en la puntera de la escollera sur. Sumado a ello, los paros ocasionados por conflictos sindicales, también han entorpecido la actividad de los buques portacontenedores, en el puerto de Mar del Plata.

En el año 2008, por más de dos meses una medida de fuerza del SOMU (Sindicato de Obreros Marítimos Unidos) impide en el puerto de Mar del Plata la carga de contenedores con pescado para la exportación. El gremio reclama por un convenio colectivo de trabajo (La Nación, 2008).

En el año 2010, se origina la suspensión de la operatoria de la empresa Hamburg Sud. En principio, esta medida es seguida de la reducción a la mitad del tonelaje para la empresa Maersk. Posteriormente, Maersk también decide no brindar sus servicios. Ello, se debe a las dificultades económicas ocasionadas al no poder trabajar a su plena capacidad, ya que no puede equilibrar la oferta en su bodega con la demanda, para bajar los costos operativos. Más tarde, la empresa de bandera Maruba con su buque Aconcagua, decide officiar de feeder entre Mar del Plata y Santos, establece una presencia semanal. De esta forma, ofrece una respuesta favorable a la preocupación del sector, que se queda sin este servicio por el retiro de las transportadoras extranjeras (La Capital, 2010). Pero finalmente, esta empresa

hace solamente 3 viajes, ya que tampoco puede afrontar la falta de rentabilidad (Revista Puerto, 2010).

Meses después, las navieras extranjeras prometen su regreso, debido a los buenos resultados obtenidos por el dragado realizado con la draga nacional Mendoza.

En junio del 2012, Maersk la única naviera que continua operando en la ciudad un día a la semana, decide suspender el servicio. Ello, se debe a las condiciones bastante adversas que sufre por la continua acumulación de sedimentos dentro y fuera del puerto. Los serios inconvenientes para el ingreso y el egreso, no pueden ser solucionados porque la draga Mendoza se encuentra fuera de servicio. Maersk Falmouth permanece fondeado durante jornadas completas frente a la costa, por condiciones climáticas desfavorables que le impiden transitar por el estrecho y poco profundo canal de acceso y amarrar al muelle de la terminal. El puerto de Mar del Plata, necesita un dragado integral en su boca; en el canal de acceso; en la zona exterior y en las playas internas junto a la escollera sur. Al mismo tiempo, se debe realizar dicha excavación, en algunos muelles donde las embarcaciones permanecen asentadas sobre la arena (Notitrans *on line*, 2012).

A fin de solucionar los problemas del canal de entrada y de la draga Mendoza, a partir de febrero de 2104 se comienza el dragado con embarcaciones chinas. La draga de grampa Xin Hai Beng y las barcas Hang Bo 2002 y 2003, trabajan para recuperar la profundidad y ancho de los dos canales de acceso al puerto de Mar del Plata. La obra es llevada adelante por el Consorcio Portuario Regional marplatense, con aportes económicos de los gobiernos nacional y bonaerense.

La etapa final del dragado, es llevada a cabo, a partir del mes de agosto, con la draga Hang Jun 4011, también china. A partir de estos trabajos, se prevé devolver plena operatividad a la terminal marítima local, complementando las tareas realizadas previamente. Se aboca a completar el retiro de arena, tanto en los canales primario y secundario de acceso

al puerto, hasta una profundidad de 11,6 m., como de sus áreas aledañas. A diferencia de la draga de grampa, condicionada porque no cuenta con propulsión propia, la Hang Jun 4011 tiene características que le permiten tener mejores condiciones de operatividad y menor riesgo de ser afectada por condiciones hidrometeorológicas no tan favorables. Los trabajos se dan por finalizados a fin del mes de diciembre de 2014. Como consecuencia de ello, el puerto de Mar del Plata, se encuentra en condiciones de recibir nuevamente buques portacontenedores (Barletti, 2014).

Dicho puerto, gracias a las obras de dragado, reanuda la operatoria de los buques portacontenedores a partir del 27 de febrero de 2015. El barco, Henriette Schulte, perteneciente a la naviera Mediterrean Shipping (MSC), es el encargado de realizar el primer servicio, amarrando junto a la Terminal 2. Esto posibilita a las empresas marplatenses y de la región, principalmente del sector pesquero, a tener la oportunidad de exportar su mercadería desde dicho puerto, en vez trasladarse por tierra hasta el puerto de Buenos Aires, para realizar dicho servicio. De esta forma, también se reactivan los puestos de trabajo relacionados con el movimiento de carga. A partir de dicho arribo, se espera mantener un ritmo sostenido en el despacho de cargas por el puerto local (Palavecino, 2015).

A pesar de todos los esfuerzos realizados en el dragado en los canales de acceso, el puerto de Mar del Plata vuelve a la inactividad. La naviera MSC cancela la escala del portacontenedor por falta de calado al pie del muelle (Garrone, 2015). Posteriormente, la draga Victory I inicia una nueva obra de dragado en distintos sectores del espejo de agua interior de dicha terminal. La tarea, tiene objetivos puntuales en el área de giro y zona de amarre, para garantizar márgenes de seguridad suficientes en las maniobras de ingreso; atraque y partida de buques portacontenedores (GlobalPort, 2015)a. El Puerto de Mar del Plata, vuelve a operar en su terminal de portacontenedores, luego de concluir las obras de

dragado en las secciones octava y novena, área de carga y descarga de buques de gran porte (GlobalPort, 2015)b.

3.8. Obras proyectadas Puerto de Mar del Plata

Uno de los proyectos es la ampliación del espigón N° 3, con el objetivo de incrementar la superficie en 21.000 m² y 340 m de línea de muelle, para aumentar el volumen de operaciones y mejorar el funcionamiento creando una terminal de portacontenedores, figura 22. Dicha terminal, será un eslabón fundamental para acrecentar la competitividad de la producción, optimizando los recursos de infraestructura portuaria, debido a la reducción del tiempo de permanencia de los buques. Se prevé que estos cambios tendrán un impacto muy importante en la economía regional (Iniciativas Periódico Industrial, 2014).

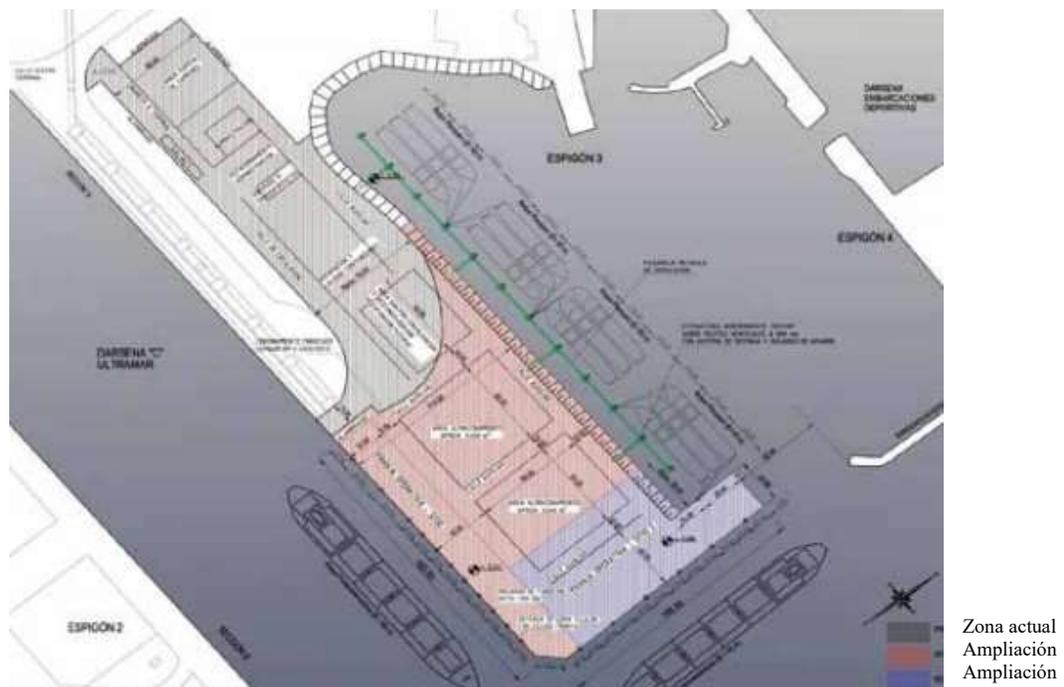


Figura 22: Proyecto de ampliación espigón N° 3

Fuente: Informe de Gestión (2008 – 2011). Consorcio Portuario Regional Mar del Plata.

Otro proyecto, es la construcción de nuevos espigones, N° 8 y N° 9, para la pesca, que se ubicarán en la línea de amarre actual de la escollera sur. La obra, permitirá brindar al sector de superficies de alistamiento; carga; descarga y reparaciones navales menores, figura 23. Las medidas de los espigones proyectadas (Informe de Gestión, 2008-2011), serán:

- Espigón N° 8: longitud 240 m lineales, ancho 22 m lineales, superficie 5.280 m², frente de amarre 480 m lineales.
- Espigón N° 9: longitud 190 m lineales, ancho 22 m lineales, superficie 4.180 m², frente de amarre 380 m lineales.



Figura 23: Proyecto de construcción espigón N° 8 y N° 9

Fuente: Informe de Gestión (2008 – 2011). Consorcio Portuario Regional Mar del Plata.

3.8. Descripción otros puertos pesqueros

A continuación se describirán los puertos pesqueros más importantes, de acuerdo al volumen desembarcado, acorde a la tabla 2.

3.8.1. Puerto de Puerto Madryn

Este puerto es administrado por la Junta Ejecutora Provincial Portuaria y regulado por el Consejo de Administración Portuaria Puerto Madryn.

Es un puerto de ultramar de aguas profundas no condicionado a las alturas de mareas, apto para operaciones en grandes volúmenes con playas de contenedores y movimientos de carga general, pescados y abastecimientos de combustibles para buques menores. Es sin duda, el puerto natural de mayor profundidad del país. Está ubicado frente a la ciudad de Madryn en la Provincia de Chubut, latitud 42°44'00" sur, longitud 65°01'00" oeste.

La Administración Portuaria local, en su carácter de Ente Público no Estatal, ofrece una amplia proyección comercial debido a que el puerto presenta condiciones óptimas para la operatoria pesquera. Cuenta para tal cometido, con tres sitios en los cuales pueden operar buques de ultramar y pesqueros, y uno exclusivo para buques pesqueros.

Los buques obligados a tomar práctico son los buques argentinos con esloras superiores a los 120 m. y los buques extranjeros sin excepción en las maniobras de atraque y desatraque.

El uso de remolque no es obligatorio por ser un puerto de aguas profundas y resguardado a los vientos.

El muelle Almirante Storni, es de hormigón armado y se destina a carga general y minerales: Se divide en 6 sitios, los cuales reúnen 1130 m lineales de atraque (Puerto Madryn Administración Portuaria, 2015). El calado máximo permisible es de 55 pies.

El sitio N° 3, especial para operaciones de carga general, tiene una plazoleta anexa de 5.700 m² que permite hacer acopio de diferentes cargas y facilitan las operaciones programadas.

En este muelle operan buques frigoríficos; buques de pasajeros internacionales; buques pesqueros y buques portacontenedores.

El equipamiento disponible en Puerto Madryn para realizar las operaciones de carga y descarga, consiste en: un brazo descargador montado sobre rieles con acceso sobre la totalidad del Sitio N° 1 y una cinta de transporte de material a granel. Ambos equipos son

propiedad de la empresa ALUAR S.A.I.C. Además, posee dos grúas automóviles una de 45 tn y otra de 50 tn y dos grúas montadas sobre rieles. Todos los equipos de izamiento descriptos son de propiedad de la Administración Portuaria.

El muelle Comandante Luis Piedra Buena está destinado a la atención de cruceros turísticos y embarcaciones deportivas (Fundación NuestroMar, 2006) d.

3.8.2. Puerto de Puerto Deseado

Puerto Deseado está situado en la boca del río del mismo nombre, en la margen norte de la Ría¹⁵ Deseado, a los 47° 45' latitud sur y 65° 55' longitud oeste. El brazo de mar se interna conformando una ría que sigue la dirección E-W y en ella, la marea oceánica ejerce influencia hasta unas 20 millas de la boca en el paraje llamado El Paso.

Se trata, de un puerto de uso público con destino comercial cuyas actividades principales son: pesca (descarga de capturas y exportación) y movimiento de combustible (recepción y despacho). Como actividades secundarias se pueden mencionar el manejo de cargas generales en bultos y en contenedores.

El puerto pertenece a la Provincia de Santa Cruz y es administrado y operado por la Unidad Ejecutora Portuaria de Santa Cruz (UN.E.PO.S.C.). Empresas privadas, prestan los servicios de estiba; provisión de combustible; amarre y practicable.

El muelle administrado y explotado por la autoridad portuaria es de uso público y multipropósito. Se compone de un muelle longitudinal subdividido en seis sitios, conformando un frente operativo de aproximadamente 740 m en total. Su estructura es de hormigón sobre pilotes de acero, con un sistema de amarre por medio de bitas.

- SITIO N° 1: con 114,40 m de longitud y un ancho de 21 m. Profundidad al pie de muelle de 10 m.

¹⁵ Ría: accidente geomorfológico, valle fluvial invadido por el mar a causa del hundimiento de las tierras costeras o por una elevación del nivel del mar.

- SITIO N° 2: con 100 m de longitud y un ancho de 21 m. Profundidad al pie de muelle de 10 m.
- SITIO N° 3: con 128,60 m. de longitud y un ancho mínimo de 22 m. y un máximo de 30 m. Profundidad al pie del muelle 8,10 m.
- SITIO N° 4: con 145,85 m. de longitud y un ancho mínimo de 22 m. y un máximo de 30 m. Profundidad al pie del muelle 8,10m.
- SITIOS N° 5 y 6: con 125 m. de longitud y un ancho de 17 m. Profundidad al pie del muelle 11 m.

El calado máximo permisible está limitado a 27 pies, el canal de acceso tiene un ancho 200 m.

El sistema de amarre está constituido por bitas / bolardos¹⁶, cuenta también con defensas de goma; barandas; guardarrieles y guardacantos.

Cuenta con un depósito para mercaderías de importación / exportación de 572 m² cubiertos y una plazoleta cercada de 1000 m². Se dispone de una plazoleta abierta para todo tipo de mercadería pesada (cajones; equipos; contenedores; vehículos; maquinarias; entre otros) de aproximadamente 10.000 m² y una playa de estacionamiento para camiones de aproximadamente 8000 m².

Cabe destacar, que es zona de practica obligatoria para buques de bandera extranjera. La zona de espera y de embarque, es el fondeadero exterior. En caso de mal tiempo, el práctico embarca sobre la enfilación interior.

También, cuenta con un dique seco, el muelle de la empresa GIPSY Traslados Marinos SRL es del tipo privado y de uso público y el muelle de la empresa Pescasur es de tipo y uso privado (Fundación NuestroMar, 2006) c.

¹⁶ Bolardo: pieza de hierro que se coloca en los puertos para enrollar y atar las amarras de los barcos.

3.8.3. Puerto de Ushuaia

El puerto de Ushuaia, se encuentra ubicado en la bahía del mismo nombre que es un amplio saco que se forma en la costa del norte del Canal de Beagle, al oeste de Punta Segunda, latitud 54° 49' sur, longitud 68° 19' oeste. Dicha bahía, está limitada al sudoeste por la península de Ushuaia, que la protege de los vientos de esa dirección y al sur y al sudeste por las islas y los islotes Bridge.

Se trata, de un puerto de uso público con destino comercial cuyas principales actividades son la pesca, el turismo y el manejo de cargas generales en bultos y contenedores.

El puerto es administrado y operado por la Dirección Provincial de Puertos, organismo autárquico y descentralizado del gobierno provincial. Los servicios de pilotaje; practica; amarre; estiba y provisión de combustibles, son prestados por operadores privados.

Consta de dos muelles. El más importante es el de la Dirección Provincial de Puertos también llamado Muelle Comercial y antiguamente Muelle de la Gobernación, es el más importante de la provincia. Está ubicado en el lado noroeste de la bahía, y el segundo es el de la Planta Orión, muelle petrolero. Adyacente a dichas instalaciones, existen un muelle para turismo local y otro para embarcaciones de la Armada.

Los buques de pasajeros que recalán en este puerto austral operan generalmente en verano, siendo el pico los meses de enero y febrero, aunque el tráfico suele iniciarse en septiembre.

El muelle principal es de 646 metros de longitud por 28 metros de ancho. Considerando el frente interno la longitud total para el atraque de embarcaciones alcanza los 1.163 metros. En el extremo del muelle existe un duque de alba¹⁷ separado 28 metros de la estructura principal a los efectos del amarre de los buques.

¹⁷ Duque de Alba: estructura aislada que sirve para dar apoyo lateral y amarre a los buques. La construcción de los duques de Alba suele hacerse con base de pilotes con una losa en cabeza.

El muelle posee dos frentes de atraque el Norte y el Sur. Generalmente, operan buques de diferentes características. Dada la operatoria del mismo, arriban y zarpan permanentemente en época estival, buques de pasaje y científicos de diferentes banderas, los que efectúan la travesía Antártica y Canales Fueguinos. Además, existen los buques dedicados a la actividad pesquera como así también los de transporte de carga general, incluidos containeros.

La rada¹⁸ de Ushuaia tiene su límite exterior en el faro de Les Eclaireurs extendiéndose hacia la bahía y no tiene restricciones de profundidad de fondeo. La amplitud de las mareas es de aproximadamente 1,50 metros siendo la altura del muelle de 3,50 metros, en bajamar (Fundación NuestroMar, 2007) c.

3.8.4. Puerto Caleta Paula

Ubicado en el Golfo de San Jorge sobre una caleta natural del mismo nombre situada a 4,5 km. al sur de la ciudad de Caleta Olivia, también en el Golfo de San Jorge, Provincia de Santa Cruz, en latitud 46°27'sur, longitud 67°31 oeste.

El mismo, es apto actualmente para la operación de buques pesqueros congeladores; fresqueros y costeros; y mercantes de hasta 140 metros de eslora.

Caleta Paula es un puerto comercial de uso público, que se desarrolla en correspondencia con una caleta natural en un recinto de 455 por 250 metros con una profundidad de 30 pies al cero y un frente de atraque de 535 metros. Al puerto se ingresa a través de un canal de 150 metros de ancho y 1100 de longitud y 26 pies de profundidad al cero, en bajamar.

El muelle es de 455 metros de longitud de atraque en la dirección E-O y un ancho de 40 metros. El espigón norte, complementario, también se utiliza como frente de atraque, apto

¹⁸ Rada: área cerrada con una apertura al mar, más estrecha que una bahía o un golfo.

para la operación de lanchas pesqueras costeras y de embarcaciones menores de servicios portuarios. Este frente adicional de 80 metros permite contar con un frente total de atraque de 535 metros.

Las profundidades a pie de muelle varían entre 10,50 y 16,50 metros, con una amplitud de marea de 6,50 metros. Permite un calado máximo de 30 pies.

De acuerdo a la zonificación realizada, se dispone de espacios para el desarrollo de diversas actividades marítimas y portuarias. Los predios ubicados al norte del muelle (área de servicios) disponen de energía eléctrica en baja tensión; agua potable; gas natural y desagües cloacales. El resto de las áreas disponen de energía eléctrica en baja o media tensión y conexiones a corta distancia a los servicios de agua potable; gas natural y telefonía. Al norte del muelle existe un área destinada al almacenamiento.

Para el consolidado y desconsolidado de contenedores y manipuleo de cargas generales, se ha dispuesto un área que tiene una superficie aproximada de 2,3 Ha. En esta área se cuenta con una superficie cubierta de 2.000 m², con dos puentes grúas de 6 y 8 toneladas, respectivamente. También en esa área se ha instalado una balanza para pesaje de camiones de tara hasta 85 toneladas. Fuera del predio de la Jurisdicción portuaria, aledaño a ésta, se dispone de una gran superficie para el asentamiento de todo tipo de empresas relacionadas con la actividad marítima portuaria (Fundación NuestroMar, 2006) a.

3.8.5. Puerto de Rawson

Puerto de características fluvio / marítimas localizado en la ribera norte del río Chubut Inferior, aproximadamente 600 m. aguas arriba de la desembocadura, a 8 Km de la ciudad, latitud 43°21'00" sur, longitud 65°03'00" oeste. Este puerto es administrado por la Junta Ejecutora Provincial Portuaria.

La infraestructura portuaria es muy reducida. Su actividad la constituye únicamente la atención de buques pesqueros de pequeño porte del tipo de rada o ría y costeros. Los cuales operan cuatro meses al año (de noviembre a febrero), por lo cual se los denomina "flota zafrera".

El área portuaria del Puerto de Rawson y la vía de acceso desde el mar cuentan con un conjunto de obras tanto interiores como exteriores:

- Escollera Sur: posee una longitud de 800 m construida de núcleo de roca y coraza de acrópodos¹⁹ de 2 m³. El diámetro al pie del morro alcanza a 42,73 m de diámetro.
- Escollera Norte: posee una longitud de 540 m de sección asimétrica, compuesta en el coronamiento por un viaducto con espaldón, un talud externo (expuesto al mar abierto) apoyado en el espaldón y un talud interno a partir de la calzada del viaducto. Por tratarse de un lugar donde la población lo utiliza como espacio recreativo, se han construido barandas metálicas de 1 m de altura aproximadamente a lo largo del viaducto brindando seguridad a los transeúntes.

El puerto de Rawson está dividido en dos sectores bien delimitados, el antiguo muelle y el nuevo muelle.

- El antiguo muelle lleva el nombre de John Murray Thomas, uno de los primeros colonos galeses que arribaron a esta región a bordo del buque "Mimosa". Está destinado al atraque de buques pesqueros costeros inactivos y artesanales. Estos últimos son los únicos que descargan en él por tratarse de un muelle de escasas dimensiones, posee sólo 120 metros lineales.
- El nuevo muelle pesquero, netamente operativo para la flota costera, se ubica en una posición de avanzada sobre el río, en el extremo este del ámbito portuario. Presenta una planta rectangular, cuyas dimensiones son: 135,40 m de frente por 20 m de ancho

¹⁹ Acrópedo: bloque de hormigón en masa.

que, con 8 m de pavimento adyacente, constituyen una plataforma de trabajo de 28 m en total. Equipado con 14 bitas²⁰ de amarre de acero fundido y defensas de goma con escudos de acero para recibir la energía de atraque de los buques.

La marea tiene influencia en el Río Chubut hasta la altura de Rawson, no influyen los vientos ni la corriente pues en bajamar, el río en la desembocadura permanece invariable durante 2,5 a 5 horas.

La pesca de temporada (zafra), consiste principalmente en merluza hubssi, como así también de langostinos. Dichos productos son destinados a la provisión de las plantas pesqueras faenadoras instaladas en Rawson, Comodoro Rivadavia y Puerto Madryn.

Por sus características, el Puerto de Rawson es un puerto provincial industrial, que alimenta parte de las exportaciones de pescado que se efectúan por los otros puertos (Fundación NuestroMar, 2007) b.

3.8.6. Puerto de Comodoro Rivadavia

El Puerto Comodoro Rivadavia está ubicado, junto con la ciudad del mismo nombre, en el centro del Golfo de San Jorge, latitud 45° 52' sur, longitud 67° 29' oeste.

Posee una terminal petrolera para la carga y descarga de petróleo y subproductos, propiedad de YPF, que consiste en un sistema de boyas y cañerías subacuáticas.

Se conecta con el litoral marítimo argentino por la Ruta Nacional N° 3 y por las Rutas Provinciales N° 26 y 520 con la zona cordillerana y Chile.

El Puerto de Comodoro Rivadavia, es el puerto de servicios más completo de la Patagonia, resulta ser el movilizador de las cargas regionales. Entre las ventajas competitivas que reúne vale destacar su ubicación, como puerta de entrada a la ciudad más importante de la Patagonia, el acceso directo a sus muelles desde el mar y el calado asegurado en forma

²⁰ Bita: poste de madera o hierro, en el barco que sirve para sujetarlo al muelle.

natural, así como, una buena infraestructura de abrigo que brinda seguridad a los buques que operan en la zona.

Posee, un importante astillero, ubicado en una zona privilegiada del puerto, en la dársena que contiene al muelle pesquero. Se pueden efectuar reparaciones y construcciones navales bajo techo sin que el clima entorpezca ni interfiera en los trabajos.

El muelle de ultramar tiene 216 m. de frente de atraque, de hormigón armado, cuenta con una escollera de 300 m. para dar protección y abrigo a los buques amarrados a puerto. La profundidad a pie de muelle es de diez metros.

Asimismo, dispone de dos sitios de amarre para pesqueros de 100 y 108 metros de longitud.

Los vientos predominantes son del sector Oeste Sudoeste con una velocidad promedio de 45/50 Km y una corriente de 1 nudo, dirección Noreste.

El puerto dispone de dos plazoleas de contenedores de 20 y 40 toneladas. La primera tiene una superficie de 4.500 m² sin pavimentar y la segunda de 3.000 m² está pavimentada.

También, dispone de una Grúa móvil de una capacidad máxima de 45 toneladas y un montacargas de 7 toneladas. Los servicios de descarga son realizados por terceros.

Opera comercialmente con pescados; carne ovina; materiales para empresas petroleras; cemento; materias primas para cemento y carga general.

Asimismo, cuenta con un muelle pesquero, el cual alcanza una superficie de 1.080 m² y un frente de atraque de 108 m, con una profundidad a pie de muelle de cinco metros. Los vientos predominantes son del sector Oeste Sudoeste a una velocidad promedio de 45/50 km, con una corriente de 0,3 nudos, dirección Noreste.

El Muelle General Mosconi de YPF, es donde atracan los barcos que traen el combustible de la empresa. Las naftas y sus derivados, luego de ser almacenados en los

depósitos que para este fin, son distribuidos por camiones cisternas a toda la zona (Fundación NuestroMar, 2008).

3.8.7. Puerto de San Antonio Este

Es un puerto de ultramar de aguas profundas; en el cual la administración portuaria corresponde al Gobierno de la Provincia de Río Negro: El ente regulador está a cargo de la Corporación para el Desarrollo Portuario y el ente que lo administra es la empresa privada Terminal de Servicios Portuarios Patagonia Norte S.A., la cual tiene la concesión por 30 años a partir de enero de 1998. Está ubicado en la latitud 40°33'40" sur, longitud 64°50'00" oeste.

La Terminal Portuaria de San Antonio Este se destaca en la exportación de fruta; jugo; cebollas; ajo y pescado. Su operatividad en un 95% es independiente de los demás puertos del interior del país. Esto se debe a, que el charteado de buques por parte de las Empresas Armadoras establece una línea directa entre San Antonio Este y EE.UU, o los puertos de la Unión Europea para la exportación de los productos antes mencionados. El 5% restante lo constituyen para aquellos buques de línea que eventualmente completan su cargamento de fruta / citrus en el puerto de Campana y / o Buenos Aires o buques que transportan productos de la pesca que se abastecen en los distintos puertos del litoral Marítimo, entre ellos San Antonio Este, para su posterior exportación y excepcionalmente algún buque que vincule los puertos de Brasil o Chile en su trayecto.

El muelle comprende un viaducto de acceso de 25 metros de ancho que conduce al muelle con dos frentes de atraque; uno externo de 200 metros de longitud y uno interno de 190 metros de longitud. Al pie del muelle la profundidad es de 45 pies; sin embargo la profundidad de la barra de acceso es de 2.7 metros de altura de la marea en el momento. Este puerto permite la operatividad de buques de una eslora máxima de 170 metros en el sitio

externo y 115 metros en el sitio interno. Con el apoyo del remolcador la eslora máxima del sitio interno asciende a 147 metros.

Entre sus modernas instalaciones cuenta con grúas con capacidad de izaje de 45 toneladas.

La infraestructura, comprende una playa de ripio para estacionamiento de camiones de 12.000 m² de superficie, una playa de hormigón para consolidación y almacenaje de contenedores de 10.000 m² de superficie y tres depósitos de mercadería.

Las zonas de fondeo se encuentran ubicadas a 7,5 millas de la costa sobre la primera enfilación.

Los buques argentinos mayores a 120 m. de eslora y los buques extranjeros están obligados a tomar práctico El mismo, es solicitado en la rada exterior y en maniobras de atraque y desatraque (Fundación NuestroMar, 2006) e.

3.8.8. Puerto de General Lavalle

El Puerto de General Lavalle es natural, de dominio Municipal. Está ubicado en una ciudad netamente ganadera y pesquera, lo que genera un movimiento económico muy importante en la comunidad, se ubica sobre la Ría Ajó, latitud 36° 24'08 sur., longitud 56° 57'.69 oeste.

Es un puerto turístico para los visitantes que practican la pesca deportiva, siendo la corvina negra el atractivo en la región.

La Ría Ajó se sujeta a la acción de las mareas; la corriente de las aguas de la ría y del refluo corren al mar y la corriente del flujo viene del mar, posee una velocidad media de 1,5 nudos.

La Ría Ajó tiene una longitud aproximada de 25 kilómetros, y el ancho promedio es de 165 m. A través de ella, circula un caudal de agua salada, tiene variaciones conforme al

movimiento mareológico. En épocas de crecidas extraordinarias producidas por las sudestadas, produce desborde de las aguas alrededor de la zona portuaria, pero no afecta a pobladores de la zona.

Los servicios que ofrece son: amarre; descarga de buques pesqueros; provisión de energía eléctrica y agua potable. Cabe destacar que, la carga y descarga de los buques en este puerto es en forma manual.

Existe un fondeadero exterior con capacidad ilimitada que ofrece protección a embarcaciones de hasta 15 pies.

El muelle, tablestacado²¹ de cemento de 800 m de longitud es apto para amarre de pesqueros de rada o ría, embarcaciones de mediano porte y embarcaciones de navegación deportiva y placer, está ubicado 4,5 millas en el interior de la Ría Ajó desde la desembocadura Río de La Plata: Posee un murallón de cemento de 800 metros (frente de atraque), dividido en tres sectores afectado el primero a la operatoria de buques pesqueros locales, un segundo sector afectado a la pesca deportiva y espacio recreativo y un tercer sector para amarre de embarcaciones deportivas.

La profundidad a pie de muelle es de 2 pies respecto al cero local, quedando sujeto a la acción de las mareas. Se permiten embarcaciones hasta un calado máximo de 10 pies, y una eslora de 30 metros.

El canal de acceso tiene un arrumbamiento NNW - SSE, con una longitud de 25 kilómetros (Fundación NuestroMar, 2006)b.

3.9. Modelo Propuesto

A partir del análisis de las características y situación del puerto de Mar del Plata, se evalúa la competitividad de dicho puerto como terminal pesquera. Si bien, es una terminal

²¹ Tablestacado: estructuras de contención de suelos y defensa de costas, son un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible. Formada por elementos prefabricados.

multipropósito, la actividad pesquera constituye la labor más importante que desarrolla. Puesto que, el 54% de los desembarques nacionales de pescado, se realizan en dicho puerto, punto 3.1. No se considera conveniente, por el momento, un estudio como terminal de cargas contenedorizadas, debido a la actividad discontinua que ha presentado, punto 3.6. Dentro de los procesos realizados en la terminal pesquera, se estudia el proceso de desembarque de pescado.

Se compara el puerto de Mar del Plata con otras terminales pesqueras del país. Para ello, se propone un modelo de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA), orientado a la entrada, con variables no discrecionales.

Se selecciona un modelo orientado a la entrada, debido a que el objetivo es optimizar o controlar los insumos, para una salida determinada, en este caso se consideran las toneladas de pescado desembarcadas. Dado, la importancia que presenta la infraestructura en el funcionamiento de un puerto, ya que posee un papel significativo en el proceso productivo, se contempla su influencia en el grado de eficiencia de las unidades evaluadas. Para ello, se elige un modelo con variables no discrecionales o no controlables, a fin de incluir la/s entrada/s que describa/n la infraestructura afectada en el proceso de estudio (Iñiguez *et al.*, 2013).

Se estudia el modelo DEA-CCR con variables no discrecionales, aplicando las ecuaciones 37 a 40 del punto 2.7.4, para obtener la eficiencia global (EG), θ_{CCR} . A su vez, se utiliza el modelo DEA-BCC con variables no discrecionales, ecuaciones 37 a 41 para adquirir la eficiencia técnica (ET), θ_{BCC} .

A partir de las eficiencias θ_{CCR} y θ_{BCC} , se obtiene la eficiencia de escala (EE) a través de la ecuación 48.

$$EE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}} \quad (48)$$

Se evalúan ambos modelos con variables no discrecionales, DEA-CCR y DEA-BCC, con un panel de datos en dos momentos temporales, t y $t+1$. En consecuencia, se puede analizar el cambio en la productividad total de los factores (PTF), y para ello se utiliza el índice de Malmquist (IM), de acuerdo a ecuación 47. De esta forma, se obtienen el cambio técnico (CT) o desplazamiento de la frontera, el cambio en eficiencia técnica pura (CETP) y, el cambio en eficiencia de escala (CEE), punto 2.8.

3.9.1. Selección de las Variables

Se selecciona como variable de entrada no discrecional o no controlable, a los metros de lineales de muelle operativo o de atraque, correspondientes a la infraestructura utilizada.

Se define como variable de entrada a optimizar, al indicador operacional toneladas transferidas por hora hombre (tn/hh). En este caso, corresponden a toneladas desembarcadas. Cabe destacar, que debe hacerse una diferenciación en el proceso productivo de descarga, entre los buques fresqueros y los buques congeladores. Como ya se explicó anteriormente en el punto 2.5.2., dentro de los buques fresqueros se encuentran los de rada ría, costeros y fresqueros. De dichas embarcaciones se descarga el pescado entero conservado en hielo. Mientras tanto, los buques congeladores incluyen a los buques de arrastre, palangreros, tangoneros, surimeros, poteros nacionales y trampas. De estas naves, se desembarca el pescado congelado, procesado dentro del propio buque. Los recursos utilizados (MO en este caso), varían en función del tipo de embarcación y del producto a descargar.

Se considera como variable de salida a las toneladas desembarcadas anuales. De igual manera, al tratamiento realizado para la variable de entrada, se hace la diferenciación entre las toneladas descargadas por buques fresqueros y toneladas desembarcadas por buques congeladores.

En consecuencia, las variables, que intervienen en el modelo son:

Variable de entrada no discrecional:

- metros lineales de muelle operativo (E_1)

VARIABLES DE ENTRADA A CONTROLAR

- toneladas de pescado descargadas por hora hombre, en buques fresqueros (E_2);
- toneladas de pescado descargadas por hora hombre, en buques congeladores (E_3).

VARIABLES DE SALIDA:

- toneladas de pescado desembarcadas por buques fresqueros anuales (S_1);
- toneladas desembarcadas por buques congeladores anuales (S_2).

Las DMUs, que intervienen en el modelo son los puertos pesqueros nacionales más importantes, presentados en tabla 2. Ellos son 9 en total y en orden de mayor a menor importancia, los puertos de: Mar del Plata (λ_1); Puerto Madryn (λ_2); Puerto Deseado (λ_3); Ushuaia (λ_4); Caleta Olivia/Paula (λ_5); Rawson (λ_6); Comodoro Rivadavia (λ_7), San Antonio Este (λ_8) y General Lavalle (λ_9).

3.9.2. Análisis de los Modelos

El modelo CCR se debe correr por cada corte transversal en el tiempo (t y $t+1$) para cada DMU (N). Esto significa que se ejecuta 18 veces ($2 * N$). Cada corrida corresponde a la minimización de un DMU. El modelo consta de tres restricciones de entrada (m) y dos de salida (n) una por cada variable, esto corresponde a $m+n$ restricciones. A través del mismo, se obtienen las eficiencias a rendimientos de escala constante (θ_{CCR}), para cada unidad de decisión estudiada, en t y $t+1$.

El modelo BCC, como en el caso anterior, se debe plantear nueve veces por cada corte transversal en el tiempo (t y $t+1$). Pero a diferencia de la situación anterior, se agrega la restricción de convexidad. De ahí que, se deben evaluar $m+n+1$ restricciones. A partir del mismo, se obtienen las eficiencias a rendimientos a escala variables (θ_{BCC}), para cada unidad de decisión estudiada en t y $t+1$.

Además, para obtener el índice IM, se necesita calcular otra frontera DEA-CCR. Para esto se considera la DMU_0 a optimizar, calculada con los datos observados en t y el resto de las $DMUs$ evaluadas en $t+1$ y viceversa, es decir, la DMU_0 en $t+1$ y el resto de las $DMUs$ evaluadas en t .

3.9.3. Validación de los Modelos

La validación de los modelos se realiza tomando para los períodos t y $t+1$ los años 2012 y 2014 respectivamente, para las distintas variables se utilizan los siguientes datos:

- E_1 valores reales mostrados en la tabla 6
- E_2 valores simulados a través de Simulación Montecarlo utilizando una distribución normal a partir de datos obtenidos correspondientes al año 2012 en el trabajo de Tapia et al. (2014), tabla 7.
- E_3 valores simulados a través de Simulación Montecarlo utilizando una distribución normal a partir de datos proporcionados por una cooperativa de la ciudad, para el año 2014, tabla 7.
- $S1$ y $S2$ valores reales exhibidos en la tabla 8.

DMU	Metros lineales de atraque (E ₁)
Mar del Plata	1648 m
Puerto Madryn	1130 m
Puerto Deseado	740 m
Ushuaia	1163 m
Caleta Olivia	535 m
Rawson	255 m
Comodoro Rivadavia	1296 m
San Antonio Este	390 m
General Lavalle	270 m

Tabla 6: Metros lineales de muelle operativo

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Sitio Web Fundación NuestroMar

DMU	Año 2012		Año 2014	
	E ₂	E ₃	E ₂	E ₃
Mar del Plata	1,51	0,22	1,74	0,36
Puerto Madryn	1,44	1,47	1,69	0,46
Puerto Deseado	1,54	1,50	1,53	1,52
Ushuaia	0,00	0,52	0,00	0,57
Caleta Olivia	1,39	0,21	1,49	0,26
Rawson	1,53	0,00	1,58	0,00
Comodoro Rivadavia	1,70	0,32	1,65	0,35
San Antonio Este	1,47	0,20	1,49	0,23
General Lavalle	1,22	0,00	1,27	0,00

Tabla 7: Mano de obra medida en toneladas por hora hombre

Fuente: Elaboración propia

DMU	Año 2012		Año 2014	
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂
Mar del Plata	240638,2	96432	255817,2	162740,6
Puerto Madryn	13604,4	92529,5	2830,9	122755
Puerto Deseado	2988,7	63027,4	6,3	77216,3
Ushuaia	0	69215,4	0	46349,2
Caleta Olivia	16283,8	14867,8	12998,2	13139,6
Rawson	15768,2	0	33698,2	0
Comodoro Rivadavia	16881,2	5067,4	18604,6	1447,6
San Antonio Este	7805,5	3678,6	4994,1	2363,9
General Lavalle	12177,1	0	12050,5	0

Tabla 8: Toneladas anuales de pescado desembarcado

Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

A título de ejemplo, se presenta el cálculo de la eficiencia para la DMU puerto de Mar del Plata (λ_1) para el año 2012. Se consideran el resto de las DMUs: Puerto Madryn (λ_2); Puerto Deseado (λ_3); Ushuaia (λ_4); Caleta Olivia/Paula (λ_5); Rawson (λ_6); Comodoro Rivadavia (λ_7), San Antonio Este (λ_8) y General Lavalle (λ_9).

Modelo para calcular la frontera BCC o ET:

Función objetivo:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda_1} z_0 = \theta$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

1. Restricción variable de entrada no discrecional (E_1) metros lineales de muelle (Tabla 6):
 $1648*\lambda_1 + 1130*\lambda_2 + 740*\lambda_3 + 1163*\lambda_4 + 535*\lambda_5 + 255*\lambda_6 + 1296*\lambda_7 + 390*\lambda_8 + 270*\lambda_9 \leq 1648$
2. Restricción variable de entrada discrecional (E_2), toneladas de pescado descargadas por hora hombre en buques fresqueros (Tabla 7):
 $1,51*\lambda_1 + 1,44*\lambda_2 + 1,54*\lambda_3 + 0*\lambda_4 + 1,39*\lambda_5 + 1,53*\lambda_6 + 1,7*\lambda_7 + 1,47*\lambda_8 + 1,22*\lambda_9 - 1,51*\theta \leq 0$
3. Restricción variable de entrada discrecional (E_3), toneladas de pescado descargadas por hora hombre en buques congeladores (Tabla 7):
 $0,22*\lambda_1 + 1,47*\lambda_2 + 1,5*\lambda_3 + 0,52*\lambda_4 + 0,21*\lambda_5 + 0*\lambda_6 + 0,32*\lambda_7 + 0,20*\lambda_8 + 0*\lambda_9 - 0,22*\theta \leq 0$
4. Restricción variable de salida (S_1), toneladas de pescado anuales desembarcadas por buques fresqueros (Tabla 8):
 $240638,2*\lambda_1 + 13604,4*\lambda_2 + 2988,7*\lambda_3 + 0*\lambda_4 + 16283,8*\lambda_5 + 15768,2*\lambda_6 + 16881,2*\lambda_7 + 7805,5*\lambda_8 + 12177,1*\lambda_9 \geq 240638,2$
5. Restricción variable de salida (S_2), toneladas de pescado anuales desembarcadas por buques congeladores (Tabla 8):
 $96432*\lambda_1 + 92529,5*\lambda_2 + 63027,4*\lambda_3 + 69215,4*\lambda_4 + 14867,8*\lambda_5 + 0*\lambda_6 + 5067,4*\lambda_7 + 3678,6*\lambda_8 + 0*\lambda_9 \geq 96432$
6. Restricción de convexidad:
 $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8 + \lambda_9 = 1$
7. Restricciones de contorno
 $\lambda_k \geq 0$

Aclaraciones:

- El modelo se resuelve utilizando el complemento Solver de Excel, considerando 10 variables decisionales (θ y λ_k siendo $k=1, \dots, 9$).
- Para el cálculo de la frontera CCR o EG se utiliza el mismo modelo empleado para la BCC sin incluir la restricción de convexidad.

- Para obtener las eficiencias correspondientes al resto de las DMUs se deben realizar las siguientes modificaciones:
 - Los coeficientes que multiplican a θ en las restricciones 2 y 3 se cambian por los coeficientes correspondientes a la DMU a optimizar.
 - Los términos independientes (lado derecho de la desigualdad) en las restricciones 1; 4 y 5 pertenecen a los de la DMU a optimizar.

El cálculo de las distintas fronteras se realiza utilizando el complemento Solver de Excel, las salidas se muestran en el Anexo I. Los valores de eficiencia obtenidos se presentan a continuación, en la tabla 9.

DMU	θ_{CCR12}	θ_{BCC12}	θ_{CCR14}	θ_{BCC14}	$\theta_{CCR14/12}$	$\theta_{CCR12/14}$
Mar del Plata	1	1	1	1	0,868	1,459
Puerto Madryn	1	1	1	1	4,975	0,591
Puerto Deseado	1	1	0,632	1	1,007	0,391
Ushuaia	1	1	1	1	0,611	1,096
Caleta Olivia	0,167	0,670	0,113	0,631	0,131	0,158
Rawson	1	1	1	1	0,968	0,483
Comodoro Rivadavia	0,063	0,511	0,077	0,546	0,071	0,073
San Antonio Este	0,041	0,722	0,029	1	0,024	0,051
General Lavalle	0,968	1	0,445	1	0,920	0,468

Tabla 9: Medidas de eficiencia calculadas a partir de modelos DEA CCR y BCC
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar, del análisis de los modelos: θ_{CCR12} ; θ_{BCC12} ; θ_{CCR14} y θ_{BCC14} , se obtienen DMUs eficientes ($\theta = 1$) y DMUs no eficientes ($\theta < 1$) para las distintas fronteras CCR y BCC, en ambos períodos 2012 y 2014. A partir de estos datos, los puertos de Mar del Plata; Madryn; Ushuaia y Rawson se muestran eficientes en las distintas fronteras, a diferencia de los puertos de Caleta Olivia y Comodoro Rivadavia que son ineficientes. Además, unidades de decisión, como el puerto de General Lavalle; Puerto Deseado y San Antonio Este, que presentan ineficiencia en la frontera CCR no la manifiestan en la frontera BCC, ello indica que existe una ineficiencia de escala. La eficiencia global (EG) obtenida a

partir de la frontera CCR se puede descomponer en eficiencia técnica (ET) obtenida a través de la frontera BCC y eficiencia de escala (EE) ecuación 48, los valores se muestran en tabla 10.

DMU	ET ₁₂	ET ₁₄	EE ₁₂	EE ₁₄
Mar del Plata	1	1	1	1
Puerto Madryn	1	1	1	1
Puerto Deseado	1	1	1	0,632
Ushuaia	1	1	1	1
Caleta Olivia	0,670	0,631	0,249	0,178
Rawson	1	1	1	1
Comodoro Rivadavia	0,511	0,546	0,122	0,141
San Antonio Este	0,722	1	0,057	0,029
General Lavalle	1	1	0,968	0,445

Tabla 10: Eficiencias técnicas (ET) y de escala (EE)
Fuente: Elaboración propia

Los modelos $\theta_{CCR14/12}$ y $\theta_{CCR12/14}$, mostrados en la tabla 9, corresponden a la evaluación de las DMUs en un período respecto a la frontera calculada en el otro período. En este caso, se obtienen valores mayores, iguales o menores a 1. Ello indica que, la DMU analizada ha mejorado, ha mantenido igual o ha desmejorado su proceso productivo respecto a la frontera de referencia.

En la tabla 11 se muestran los resultados del índice de Malmquist (IM) y su descomposición en los distintos cambios para todas las DMUs analizadas. El IM se obtiene a partir de las fronteras calculadas en el Anexo I, ecuaciones 49 y 50.

$$IM = \left[\frac{\theta_{BCC_{14}}}{\theta_{BCC_{12}}} \right] * \left[\frac{\theta_{CCR_{14}}/\theta_{BCC_{14}}}{\theta_{CCR_{12}}/\theta_{BCC_{12}}} \right] * \left[\frac{\theta_{CCR_{14/12}}}{\theta_{CCR_{14}}} * \frac{\theta_{CCR_{12/14}}}{\theta_{CCR_{12}}} \right]^{0.5} \quad (49)$$

$$IM = CETP * CEE * CT \quad (50)$$

DMU	IM	CETP	CEE	CT
Mar del Plata	0,771	1	1	0,771
Puerto Madryn	2,901	1	1	2,901
Puerto Deseado	1,276	1	0,632	2,018
Ushuaia	0,747	1	1	0,747
Caleta Olivia	0,747	0,942	0,717	1,106
Rawson	1,416	1	1	1,416
Comodoro Rivadavia	1,098	1,068	1,152	0,893
San Antonio Este	0,580	1,384	0,506	0,828
General Lavalle	0,951	1	0,459	2,070

Tabla 11: Índice de Malmquist y su descomposición

Fuente: Elaboración propia

Los valores de IM pueden ser mayores, iguales o menores a 1. Esto se debe a que puede existir una mejora, un estancamiento o un deterioro, del proceso productivo entre los períodos t y $t+1$. A su vez, el IM permite la descomposición que poder analizar si dichas mejoras, estancamientos o deterioros corresponden a cambios en la eficiencia técnica, cambios en la eficiencia de escala o a un cambio en la tecnología. Cabe indicar que, este último provoca un desplazamiento de la frontera.

Del análisis de la información, se obtiene que el puerto de Caleta Olivia presenta un desmejoramiento en el cambio tecnológico puro y en el cambio de la eficiencia de escala, contrariamente a ello, Puerto Deseado manifiesta un aumento en sendos cambios.

De acuerdo a estos resultados obtenidos, se puede observar que los puertos que se presentan eficientes para las cuatro fronteras se mantienen igual respecto al cambio en la eficiencia técnica pura y a la eficiencia de escala. Pero, presentan un desplazamiento de la frontera: Mar del Plata y Ushuaia muestran un deterioro en la tecnología; mientras que Puerto Madryn y Rawson exhiben un mejoramiento en la misma.

4. CONCLUSIONES

Los puertos constituyen puentes para el desarrollo económico regional, por lo tanto, resulta indispensable evaluar su competitividad a través de la medición de la productividad y eficiencia, dado que la productividad es uno de los principales indicadores de crecimiento y desarrollo de una región.

Los puertos, en general, poseen características multipropósito. Es por ello, que resulta necesario utilizar metodologías de tratamiento multidimensional para medir su competitividad.

La metodología de Análisis de Datos de la Envolvente (DEA) mide la eficiencia, a través de la construcción de una frontera de producción empírica. Además, permite utilizar múltiples entradas y salidas en la evaluación, de cada unidad a comparar o estudiar.

Se definen como unidades de decisión a estudiar (DMUs) a los puertos pesqueros más relevantes del país. Se utilizan las DMUs para hacer una comparación entre los distintos puertos nacionales, a fin de evaluar si se encuentran trabajando en la frontera o por debajo de la misma.

Se proponen los modelos DEA-CCR y DEA-BCC con variables no discrecionales, orientados a la entrada. Estos son, evaluados en los períodos 2012 y 2014, para medir la eficiencia global, eficiencia técnica y eficiencia de escala, de las distintas DMUs. Se estudia el puerto de Mar del Plata, en particular, dado que es el principal puerto pesquero del país, registrando en los últimos cinco años el 54% del total de los desembarques a nivel nacional.

A partir de los resultados del trabajo:

- Se prueba que la herramienta funciona correctamente, a través de una validación con datos reales y simulados. Se obtienen valores adecuados de eficiencia e ineficiencia técnica y de escala, para las DMUs analizadas.

- Se calcula el IM, a partir de la herramienta propuesta y se demuestra que éste permite obtener información de los cambios de eficiencia técnica, cambios de escala y cambios técnicos o de desplazamiento de la frontera.

A partir del análisis de los resultados arrojados por la validación, con este conjunto de datos reales y simulados, se puede decir que:

- Los puertos de Mar del Plata; Madryn; Ushuaia y Rawson se mostrarían eficientes en las distintas fronteras.
- Los puertos de Caleta Olivia y Comodoro Rivadavia serían ineficientes.
- Los puertos de General Lavalle; Puerto Deseado y San Antonio Este, que presentarían ineficiencia en la frontera CCR no la manifestarían en la frontera BCC, ello es indicativo que existiría una ineficiencia de escala.
- Caleta Olivia mostraría un desmejoramiento en el cambio en la eficiencia y en el cambio de la eficiencia de escala.
- Puerto Deseado manifestaría un aumento en el cambio en la eficiencia técnica pura y en el cambio de la eficiencia de escala. Ello estaría indicando una gestión de los recursos más satisfactoria y un ajuste entre el tamaño de empresa y demanda superior.
- Los puertos que se presentan eficientes para las cuatro fronteras, Mar del Plata; Madryn; Ushuaia y Rawson, se mantendrían igual respecto al cambio en la eficiencia técnica puro y a la eficiencia de escala. En cambio, presentarían un desplazamiento de la frontera: Mar del Plata y Ushuaia mostrarían un deterioro en la tecnología; mientras que Puerto Madryn y Rawson exhibirían un mejoramiento en la misma.

Se plantean los siguientes desafíos:

- Proponer un relevamiento de los distintos procesos de carga y descarga en buques fresqueros y congeladores, en las distintas terminales pesqueras del país. A partir de estos datos, se podrá armar un registro público con datos de

mano de obra, ello permitirá el cálculo de indicadores operacionales de carga y descarga

- Evaluar en forma cuantitativa los distintos modelos propuestos, utilizando los indicadores obtenidos en el relevamiento indicado en el punto anterior. Ello permitirá identificar las ineficiencias y áreas de mejora correspondientes.
- Ampliar la comparación con otros puertos de América y Europa.

En este trabajo se puede comprobar la importancia de medir la productividad aplicando la metodología de Análisis de la Envolvente de Datos. Esta herramienta, permite evaluar minuciosamente el desempeño de cualquier actividad, para establecer posteriormente las estrategias necesarias que ratifiquen su rumbo en la dirección deseada.

5. REFERENCIAS.

AIGINGER K. *A framework for evaluating the dynamic competitiveness of countries Structural Change and Economic Dynamics, Volume , Issue , 1998, Pages 159-188*

ARIEU A. (2014). Puertos y Competitividad Regional. Énfasis Logística. Extraído el 6 de octubre de 2014, de <http://www.logisticasud.enfasis.com/articulos/70713-puertos-y-competitividad-regional>.

BALLOU R. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. México. Ed. Pearson Education.

BARLETTI, A. (14 de Agosto de 2014). Última Etapa en el Dragado del Puerto de Mar del Plata. Boletín Globalports. Extraído el 26 de agosto de 2014, de <http://www.globalports.com.ar/ampliar.php?idr=27909>.

CARBONE D., VICECONTE M., FRUTOS M. (2012). Identificación de factores para la aplicación de la técnica DEA en la evaluación de la eficiencia portuaria. V Congreso Argentino de Ingeniería Industrial V COINI 2012. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

CHANG ROJAS V. A., CARBAJAL NAVARRO M. A. (2011). Medición de la productividad y Eficiencia de los Puertos Regionales del Perú: un Enfoque no Paramétrico. Informe Final del proyecto Breve Cerrado de Investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Consorcio de Investigación Económica y Social – CIES.

CHARNES A., COOPER W., RHODES E. *Measuring the Efficiency Decision-Making Units, European Journal of Operational Research. Volume 2, 1978, Pages 91-107.*

CIPOLETTA TOMASSIAN G., PÉREZ SALAS G., SÁNCHEZ R. J. (2010). Políticas integradas de infraestructura, transporte y logística: experiencias internacionales y propuestas iniciales. CEPAL División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.

COELLI T. J., ESTACHE A., PERELMAN S., TRUJILLO L. (2003). Una Introducción a las Medidas de Eficiencia para Reguladores de Servicios Públicos y de Transporte. Banco Mundial

COELLI T. J., PRASADA RAO D. S., O'DONNELL C. J, BATTESE G. E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. 2da. Edición Springer.

Consorcio Portuario Regional Mar del Plata (2014). Puerto de Mar del Plata. Extraído el 15 de diciembre de 2014, de <http://www.puertomardelplata.net/index-1.html>.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. (2011). Handbook on Data Envelopment Analysis. New York, USA. Springer.

CORDERO FERRERA J. M. (2006). Evaluación de la Eficiencia con Factores Exógenos Mediante el Análisis Envolvente de Datos. Una Aplicación a la Educación Secundaria en España. Tesis Doctoral.

DOERR O. (2011). Políticas Portuarias. CEPAL División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.

DOERR O., SÁNCHEZ R. (2006). Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL ONU. Santiago de Chile.

ESTACHE A., TOVAR DE LA FÉ B., TRUJILLO L. Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico, Utilities Policy. Volume 12, 2004, Pages 221–230.

FÄRE R., GROSSKOPF S., NORRIS M., ZHANG Z. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in industrialized Countries, The American Economic Review. Volume 84(1), 1994, Pages 66-83.

FARRELL M. The measurement of productive efficiency, Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Volume 120, N° 3, 1957, Pages 253-290.

Fundación NuestroMar (2006) a. Puerto de Caleta Paula. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_caleta_paula

Fundación NuestroMar (2006) b. Puerto de General Lavalle. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_gral_lavalle

Fundación NuestroMar (2006) c. Puerto de Puerto Deseado. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_deseado

Fundación NuestroMar (2006) d. Puerto de Puerto Madryn. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_madryn

Fundación NuestroMar (2006) e. Puerto de San Antonio Este. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_san_antonio_e

Fundación NuestroMar (2007) a. Puerto de Mar del Plata. Extraído el 18 de diciembre de 2014, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_mar_del_plata

Fundación NuestroMar (2007) b. Puerto de Rawson. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_rawson

Fundación NuestroMar (2007) c. Puerto de Ushuaia. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_ushuaia

Fundación NuestroMar (2008). Puerto de Comodoro Rivadavia. Extraído el 26 de marzo de 2015, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_comodoro_rivadavia

GARRONE, A. (2015). El Puerto vuelve a la inactividad. La Nación, pág. 7 Comercio Exterior.

GLOBALPORT. (2015)a. Se ajusta la obra de dragado en el puerto de Mar del Plata. Boletín GlobalPort.

GLOBALPORT. (2015)b. Volvió a operar la terminal de portacontenedores de Mar del Plata. Boletín GlobalPort.

GUALDONI P., ERRAZTI E. (2006). El Puerto de Mar del Plata. FACES, año 12, N° 26 Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – UNMdP.

HOBERT M. C., MERINO A. M., OSPITAL C., SAAB A. C. (2009). Economía. Sector Pesquero un Recurso Económico no Convencional. Observatorio de Políticas Públicas. Cuerpo de Administradores no Gubernamentales. Secretaría de Gabinete.

Informe de Gestión 2008-2011. Puerto de Mar del Plata. Consorcio Portuario Regional Mar del Plata Extraído el 15 de diciembre de 2014, de http://www.puertomardelplata.net/informe_gestion.pdf.

IÑIGUEZ P., FERREYRA F, ARBURUA M., IÑIGUEZ A., NEGRO F. J. 2103 Evaluación Empírica de Diversas Propuestas Metodológicas en DEA con Inputs no Controlables. Una Aplicación en Salud. XXVI ENDIO - XXIV EPIO. Córdoba.

LEAL E., PÉREZ SALAS G. (2009). Plataformas Logísticas: elementos conceptuales y rol del sector público. Boletín FAL CEPAL. Edición N°274, Número 6.

LLORENS J. L., ALBURQUERQUE F., DEL CASTILLO J. (2002). Estudio de casos de desarrollo económico local en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C. Serie de Informes de Buenas Prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible.

MADOERY O. (2003). ¿Cómo aproximarnos al desarrollo local, desde una perspectiva política? Maestría en Desarrollo Local Universidad Nacional de San Martín, Universidad Autónoma de Madrid.

McFETRIDGE D. (1995). Competitiveness: concepts and measures, Department of Economics, Carleton University. Occasional Paper Number 5.

MICCIO M., VELLENICH J. (2002). Portal de Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico. Extraído el 15 de diciembre de 2014, de <http://nulan.mdp.edu.ar/1730/1/01422.pdf>.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (2014). Desembarques. Extraído el 18 de diciembre de 2014, de http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/pesca_maritima/02-desembarques/index.php.

Notitrans on line (2012) Puerto de Mar del Plata Suspenden Servicio de Contenedores. Extraído el 3 de enero de 2015, de <http://www.notitrans.com.ar/nota/109649/puertodemardelplatasuspendenserviciodecontenedores>.

ÖNSEL S., ÜLENGİN F., ULUSOY G., AKTAŞ E., KABAK O., TOPCU Y.I. A new perspective on the competitiveness of nations. Socio-Economic Planning Sciences. Volume 42, 2008, pages 221–246.

ORAL M., CINAR U, CHABCHOUB H. Linking industrial competitiveness and productivity at the firm level, European Journal of Operational Research, Volume 118(2), 1999, Pages 271–277.

PAIXÃO A.C., MARLOW P.B. Strengths and weaknesses of short sea shipping, Marine Policy, Volume 26, 2002, pages 167–178.

PALAVECINO, D. (3 de Marzo de 2015). Regresan los Portacontenedores. La Nación, pág. 3 Comercio Exterior.

PÉREZ MACKEPRANG C., ALBERTO DE AZCONA C. Medida de la Eficiencia Técnica utilizando la Programación Matemática (Métodos DEA) Primera Parte, Revista de la escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. Año X N° 21, noviembre 2001, Páginas 44-62.

PÉREZ MACKEPRANG C., ALBERTO DE AZCONA C. Medida de la Eficiencia Técnica utilizando la Programación Matemática (Métodos DEA) Segunda Parte, Revista de la escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. Año XI N° 22, mayo 2002, Páginas 17-36.

PORTER M. (2002). Ventaja Competitiva. Alay Ediciones, S.L. (Grupo Patria Cultural). ISBN 9789702402039.

Puerto de Mar del Plata. (2014). Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de Sitio Web Puerto de Mar del Plata: <http://www.puertomardelplata.net/index-1.html>.

Puerto Madryn Administración Portuaria (2015). Infraestructura del Muelle Almirante Storni. Extraído el 8 de julio de 2015, de http://www.appm.com.ar/infraestructura_storni.

RÚA COSTA C. (2006). *Los puertos en el transporte marítimo*. EOLI: Enginyeria d'Organització i Logística Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña. Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales.

SEIJAS DÍAZ A. (2004). Evaluación de la Eficiencia en Educación Secundaria Primera Edición NETBIBLO S. L. ISBN 84-9745-038-8. Producción Editorial: GESBIBLO S. L. Impreso en España.

SCHWARTZ R., ESCALANTE R. (2012). Los puertos de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Estudio Estratégico Preliminar. Buenos Aires. Academia Nacional de Ingeniería. Instituto de Transporte.

Sociedad Patronos Pescadores (2015). Descripción del puerto de Mar del Plata Extraído el 18 de diciembre de 2014, de http://www.patronespescadores.com.ar/?page_id=441.

TAPIA R., ZÁRATE C., ESTEBAN A., VIEIRA G., SENNA L. *Proposición y Evaluación de Indicadores de Movimiento de Carga para el Puerto de Mar del Plata, Espacios, Revista Venezolana de Gestión Tecnológica, Volumen 35, (Nº 11), 2014, Página 9.*

TEN RAA T. *Debreu's coefficient of resource utilization, the Solow residual, and TFP: the connection by Leontief preferences, Journal of Productivity Analysis, Vol. 30(3), 2008, Pages 191-199.*

UNCTAD (2004). Assessment of a seaport land interface: an analytical framework. Recuperado de http://unctad.org/en/Docs/sdtetlfbmisc20043_en.pdf.

ANEXO I – SALIDAS DE SOLVER DE LOS MODELOS DEA

1. Modelo CCR₁₂

λ_1															
Variables de Decisión															
Coeff. FO	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ					
Solución Óptima	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
FO (Minimizar)	1														
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1648	≤	1648,00		
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,51	2,22E-16	≤	0,00		
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,22	3,053E-16	≤	0		
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		240638,2	≥	240638,2		
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		96432	≥	96432,00		
											0				
Variables de Decisión															
Coeff. FO	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ					
Solución Óptima	1,221E-16	1	0	7,03573E-16	0	0	0	0	0	0	1				
FO (Minimizar)	1														
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1130	≤	1130		
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,44	6,661E-16	≤	0,00		
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-1,47	-1,78E-15	≤	0,00		
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		13604,4	≥	13604,4		
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		92529,5	≥	92529,5		
Variables de Decisión															
Coeff. FO	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ					
Solución Óptima	1,2221E-15	-1,2418E-14	1	0	0	0	0	0	0	0	1				
FO (Minimizar)	1														
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		740	≤	740		
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,54	1,998E-15	≤	0,00		
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-1,50	-2,89E-15	≤	0,00		
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		2988,7	≥	2988,7		
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		63027,4	≥	63027,4		
Variables de Decisión															
Coeff. FO	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ					
Solución Óptima	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1				
FO (Minimizar)	1														
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1163	≤	1163		
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	0,00	0	≤	0,00		
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,52	3,331E-16	≤	0,00		
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		0	≥	0		
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		69215,4	≥	69215,4		
Variables de Decisión															
Coeff. FO	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ					
Solución Óptima	0,15238844	0	0	0,002494792	0	0	0	0	0	0	0,166613791				
FO (Minimizar)	0,16661379														
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		254,03759	≤	535		
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,39	1,388E-16	≤	0,00		
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,21	5,551E-17	≤	0,00		
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		36670,48	≥	16283,8		
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		14867,8	≥	14867,8		

λ_6													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	255	\leq	255	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,53	-1,11E-15	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		15768,2	\geq	15768,2
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		0	\geq	0
λ_7													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0,07015179	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062601395			
FO (Minimizar)	0,0626014												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	115,61015	\leq	1296	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,70	6,939E-17	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,32	-0,004887	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		16881,2	\geq	16881,2
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		6764,8772	\geq	5067,4
λ_8													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0,03814709	0	0	0	0	0	0	0	0	0,041279977			
FO (Minimizar)	0,04127998												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	62,866401	\leq	390	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,47	-0,002728	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,20	1,561E-17	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		9179,6466	\geq	7805,5
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		3678,6	\geq	3678,6
λ_9													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0,772256821	0	0	0	0,96761116			
FO (Minimizar)	0,96761116												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	196,92549	\leq	270	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,22	-6,66E-16	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		12177,1	\geq	12177,1
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		0	\geq	0
Puerto	θ_{CCR12}												
Mar del Plata	1												
Puerto Madryn	1												
Puerto Deseado	1												
Ushuaia	1												
Caleta Olivia	0,167												
Rawson	1												
Comodoro Rivadavia	0,063												
San Antonio Este	0,041												
General Lavalle	0,968												

2. Modelo BCC₁₂

λ_1													
Variables de Decisión													
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO													1
Solución Óptima	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1648	<=	1648
Entrada 2	1.51	1.44	1.54	0.00	1.39	1.53	1.70	1.47	1.22	-1.51	0.00	<=	0.00
Entrada 3	0.22	1.47	1.50	0.52	0.21	0.00	0.32	0.20	0.00	-0.22	0.00	<=	0.00
Salida 2	240638.2	13604.4	2988.7	0	16283.8	15768.2	16881.2	7805.5	12177.1		240638.2	>=	240638.2
Salida 3	96432	92529.5	63027.4	69215.4	14867.8	0	5067.4	3678.6	0		96432	>=	96432
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
λ_2													
Variables de Decisión													
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO													1
Solución Óptima	1.221E-16	1	2.34659E-17	7.03573E-16	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1130	<=	1130
Entrada 2	1.51	1.44	1.54	0.00	1.39	1.53	1.70	1.47	1.22	-1.44	0.00	<=	0.00
Entrada 3	0.22	1.47	1.50	0.52	0.21	0.00	0.32	0.20	0.00	-1.47	0.00	<=	0.00
Salida 2	240638.2	13604.4	2988.7	0	16283.8	15768.2	16881.2	7805.5	12177.1		13604.4	>=	13604.4
Salida 3	96432	92529.5	63027.4	69215.4	14867.8	0	5067.4	3678.6	0		92529.5	>=	92529.5
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
λ_3													
Variables de Decisión													
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO													1
Solución Óptima	7.4229E-16	0	1	-3.90432E-16	0	0	0	0	1.42061E-16	0	0	0	1
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		740	<=	740
Entrada 2	1.51	1.44	1.54	0.00	1.39	1.53	1.70	1.47	1.22	-1.54	0.00	<=	0.00
Entrada 3	0.22	1.47	1.50	0.52	0.21	0.00	0.32	0.20	0.00	-1.50	0.00	<=	0.00
Salida 2	240638.2	13604.4	2988.7	0	16283.8	15768.2	16881.2	7805.5	12177.1		2988.7	>=	2988.7
Salida 3	96432	92529.5	63027.4	69215.4	14867.8	0	5067.4	3678.6	0		63027.4	>=	63027.4
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
λ_4													
Variables de Decisión													
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO													1
Solución Óptima	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1163	<=	1163
Entrada 2	1.51	1.44	1.54	0.00	1.39	1.53	1.70	1.47	1.22	0.00	0	<=	0.00
Entrada 3	0.22	1.47	1.50	0.52	0.21	0.00	0.32	0.20	0.00	-0.52	3.33067E-16	<=	0.00
Salida 2	240638.2	13604.4	2988.7	0	16283.8	15768.2	16881.2	7805.5	12177.1		0	>=	0
Salida 3	96432	92529.5	63027.4	69215.4	14867.8	0	5067.4	3678.6	0		69215.4	>=	69215.4
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1.00
λ_5													
Variables de Decisión													
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO													1
Solución Óptima	0.03122439	0	0	0.248569753	0	0	0	0	0.720205856	0.670137797	0	0	1
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		535	<=	535
Entrada 2	1.51	1.44	1.54	0.00	1.39	1.53	1.70	1.47	1.22	-1.39	0.00	<=	0.00
Entrada 3	0.22	1.47	1.50	0.52	0.21	0.00	0.32	0.20	0.00	-0.21	0.00	<=	0.00
Salida 2	240638.2	13604.4	2988.7	0	16283.8	15768.2	16881.2	7805.5	12177.1		16283.8	>=	16283.8
Salida 3	96432	92529.5	63027.4	69215.4	14867.8	0	5067.4	3678.6	0		20215.88534	>=	14867.8
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1

λ_6													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO												1	
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8,26162E-16			
FO (Minimizar)													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		255	<=	255
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,53	0,00	<=	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0,00	<=	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		15768,2	>=	15768,2
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		0	>=	0
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
λ_7													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO												1	
Solución Óptima	0,03655092	0	0	0,299444371	0	0	0	0	0,664004706	0,511199713			
FO (Minimizar)	0,51119971												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		587,7709955	<=	1296
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,70	-1,11022E-16	<=	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,32	8,32667E-17	<=	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		16881,2	>=	16881,2
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		24250,84054	>=	5067,4
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1,00
λ_8													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO												1	
Solución Óptima	0	0	0	0,134378499	0	0	0	0	0,865621501	0,72244915			
FO (Minimizar)	0,72244915												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		390	<=	390
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,47	0,00	<=	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,20	-0,07	<=	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		10540,75957	>=	7805,5
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		9301,06159	>=	3678,6
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
λ_9													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff FO												1	
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
FO (Minimizar)													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		270	<=	270
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,22	0,00	<=	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0,00	<=	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		12177,1	>=	12177,1
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0		0	>=	0
Convexidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	1
Resumen													
Puerto	θ_{BCC12}												
Mar del Plata	1												
Puerto Madryn	1												
Puerto Deseado	1												
Ushuaia	1												
Calta Oliva	0,670												
Rawson	1												
Comodoro Rivadavia	0,511												
San Antonio Este	0,722												
General Lavalle	1												

3. Modelo CCR₁₄

λ_1													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO										1			
Solución Óptima	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
FO (Minimizar)													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1648	≤	1648	
Entrada 2	1,74	1,69	1,5310421	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,74	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,520101	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,36	0,00	≤	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	255817,2	≥	255817,2	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	162740,6	≥	162740,6	
λ_2													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO										1			
Solución Óptima	-8,33E-17	1	0	0	0	0	0	0	0	1			
FO (Minimizar)													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1130	≤	1130	
Entrada 2	1,74	1,69	1,5310421	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,69	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,520101	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,46	0,00	≤	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	2830,9	≥	2830,9	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	122755	≥	122755	
λ_3													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO										1			
Solución Óptima	0,1947623	0,370824548	0	0	0	0	0	0	0	0,632199346			
FO (Minimizar)	0,6321993												
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00	255,00	1296,00	390,00	270,00	740,00	≤	740,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,53	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262	0	0,350101	0,229587103	0	-1,52010096	-0,720854	≤	0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20	33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	50873,31	≥	6,30	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60	0,00	1447,60	2363,90	0,00	77216,30	≥	77216,30	
λ_4													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO										1			
Solución Óptima	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1			
FO (Minimizar)													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1163	≤	1163	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	0,00	0	≤	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,52	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,57	2,22E-16	≤	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	0	0	≥	0
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	46349,2	≥	46349,2	
λ_5													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO										1			
Solución Óptima	0,0807395	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11256793			
FO (Minimizar)	0,1125679												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	133,05875	≤	535	
Entrada 2	1,74	1,69	1,5310421	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,49	-0,03	≤	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,520101	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,26	0,00	≤	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	20654,561	≥	12998,2	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	13139,6	≥	13139,6	

λ_6													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
FO (Minimizar)	1												
Entrada 1	1648	1130	740		1163	535	255	1296	390	270	255	\leq	255
Entrada 2	1,74	1,69	1,53		0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,58	\leq	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,52		0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	0,00	\leq	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3		0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	33698,2	\geq	33698,2
Salida 3	162740,6	122755	77216,3		46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	0	\geq	0
λ_7													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0,0727261	0	0		0	0	0	0	0	0	0,077024836		
FO (Minimizar)	0,0770248												
Entrada 1	1648	1130	740		1163	535	255	1296	390	270	119,85	\leq	1296,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53		0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,65	\leq	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,52		0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,35	\leq	0
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3		0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	18604,6	\geq	18604,6
Salida 3	162740,6	122755	77216,3		46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	11835,497	\geq	1447,6
λ_8													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0,0186542	0	0		0	0	0,006588759	0	0	0	0,028923671		
FO (Minimizar)	0,0289237												
Entrada 1	1648	1130	740		1163	535	255	1296	390	270	32,42229	\leq	390
Entrada 2	1,74	1,69	1,53		0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,49	\leq	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,52		0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,23	\leq	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3		0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	4994,1	\geq	4994,1
Salida 3	162740,6	122755	77216,3		46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	3035,7992	\geq	2363,9
λ_9													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coef. FO											1		
Solución Óptima	0	0	0		0	0	0,357600703	0	0	0	0,444508649		
FO (Minimizar)	0,4445086												
Entrada 1	1648	1130	740		1163	535	255	1296	390	270	91,188179	\leq	270
Entrada 2	1,74	1,69	1,53		0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,27	\leq	0,00
Entrada 3	0,36	0,46	1,52		0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	0	\leq	0,00
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3		0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5	12050,5	\geq	12050,5
Salida 3	162740,6	122755	77216,3		46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0	0	\geq	0
Resumen													
Puerto	θ_{CCR14}												
Mar del Plata	1												
Puerto Madryn	1												
Puerto Deseado	0,632												
Ushuaia	1												
Caleta Olivia	0,113												
Rawson	1												
Comodoro Rivadavia	0,077												
San Antonio Este	0,029												
General Lavalle	0,445												

4. Modelo BCC₁₄

λ_1											
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ	
Coef. FO											1
Solución Óptima	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FO (Minimizar)											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00	1648,00 <= 1648,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27	0,00 <= 0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0	-0,35597851 <= -9,44E-16 <= 0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	255817,20 >= 255817,20
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00	162740,60 >= 162740,60
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1 = 1
λ_2											
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ	
Coef. FO											1
Solución Óptima	3,331E-16	1	0	-4,996E-16	0		0	0	0	0	1
FO (Minimizar)											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00	1130,00 <= 1130,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27	-1,69 <= 0,00 <= 0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0	-0,46065234 <= -3,89E-16 <= 0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	2830,90 >= 2830,90
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00	122755,00 >= 122755,00
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1 = 1
λ_3											
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ	
Coef. FO											1
Solución Óptima	5,551E-17	3,10862E-15	1	4,03053E-16	0		0	0	0	0	1
FO (Minimizar)											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00	740,00 <= 740,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27	-1,53 <= 0,00 <= 0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0	-1,52010096 <= -9,33E-15 <= 0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	6,30 >= 6,30
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00	77216,30 >= 77216,30
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1 = 1
λ_4											
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ	
Coef. FO											1
Solución Óptima	0	0	0	1	0		0	0	0	0	1
FO (Minimizar)											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00	1163,00 <= 1163,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27	0,00 <= 0,00 <= 0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0	-0,57010096 <= 2,22E-16 <= 0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	0,00 >= 0,00 <= 0,00
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00	46349,20 >= 46349,20
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1 = 1
λ_5											
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ	
Coef. FO											1
Solución Óptima	0,0172423	0	0	0,270145746	0		0	0	0	0,712612	0,631163366
FO (Minimizar)											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00	535,00 <= 535,00
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27	-1,49 <= 0,00 <= 0,00
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0	-0,25532617 <= -0,001004 <= 0
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50	12998,20 >= 12998,20
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00	15327,06 >= 13139,60
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1 = 1

λ_6																		
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ								
Coef. FO																		
Solución Óptima	0	0	8,882E-16	0	0	0	1	0	0	0	1							
FO (Minimizar)	1																	
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00			255,00	<=			255,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27			0,00	<=			0,00	
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0			0	<=			0	
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50			33698,20	>=			33698,20	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00			0,00	>=			0,00	
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1	=			1	
λ_7																		
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ								
Coef. FO																		
Solución Óptima	0,0421652	0	0	0,309064549	0	0	0	0	0,6487702	0,546150793	1							
FO (Minimizar)	0,5461508																	
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00			604,10	<=			1296,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27			0,00	<=			0,00	
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0			-5,55E-17	<=			0	
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50			18604,60	>=			18604,60	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00			21186,89	>=			1447,60	
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1	=			1	
λ_8																		
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ								
Coef. FO																		
Solución Óptima	0	0	0	-5,18908E-17	0	0	0	0	1	8,906E-15	1							
FO (Minimizar)	1																	
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00			390,00	<=			390,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27			0,00	<=			0,00	
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0			-0,2295871	<=			0	
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50			4994,10	>=			4994,10	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00			2363,90	>=			2363,90	
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1	=			1	
λ_9																		
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ								
Coef. FO																		
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1							
FO (Minimizar)	1																	
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00		255,00	1296,00	390,00	270,00			270,00	<=			270,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49		1,58	1,65	1,49	1,27			1,11E-15	<=			0	
Entrada 3	0,3559785	0,460652337	1,520101	0,57010096	0,2553262		0	0,350101	0,229587103	0			0	<=			0,00	
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20		33698,20	18604,60	4994,10	12050,50			12050,50	>=			12050,50	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60		0,00	1447,60	2363,90	0,00			0	>=			0	
Convexidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1			1,00	=			1,00	
Resumen																		
Puerto	θ_{BCC14}																	
Mar del Plata	1																	
Puerto Madryn	1																	
Puerto Deseado	1																	
Ushuaia	1																	
Caketa Olivia	0,631																	
Rawson	1																	
Comodoro Rivadavia	0,546																	
San Antonio Este	1																	
General Lavalle	1																	

5. Modelo CCR14/12

λ_1													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO											1		
Solución Óptima	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,868146898		
FO (Minimizar)	0,8681469												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1648	≤	1648	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,74	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,36	-0,09	≤	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1	240638,2	≥	255817,2	
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0	96432	≥	162740,6	
λ_2													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO											1		
Solución Óptima	0	0	1,527027	0	0	0	0	0	0	0	4,974546946		
FO (Minimizar)	4,9745469												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1130	≤	1130	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,69	-6,07	≤	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,46	0,00	≤	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1	4563,8257	≥	2830,9	
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0	96244,543	≥	122755	
λ_3													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO											1		
Solución Óptima	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,006531499		
FO (Minimizar)	1,0065315												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	740,00	≤	740,00	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,53	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-1,52	-0,029377	≤	0
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1	2988,70	≥	6,30	
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0	63027,40	≥	77216,30	
λ_4													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO											1		
Solución Óptima	0	0	0	0,669637104	0	0	0	0	0	0	0,610907409		
FO (Minimizar)	0,6109074												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	778,78795	≤	1163	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	0,00	0	≤	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,57	1,11E-16	≤	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1	0	0	≥	0
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0	46349,2	≥	46349,2	
λ_5													
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Coeff. FO											1		
Solución Óptima	0,1283933	0	0	0,010956822	0	0	0	0	0	0	0,130926019		
FO (Minimizar)	0,130926												
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	224,33488	≤	535	
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39	1,53	1,70	1,47	1,22	-1,49	0,00	≤	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21	0,00	0,32	0,20	0,00	-0,26	0,00	≤	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8	15768,2	16881,2	7805,5	12177,1	30896,324	≥	12998,2	
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8	0	5067,4	3678,6	0	13139,6	≥	13139,6	

λ_6														
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ				
Coef. FO											1			
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,968405124			
FO (Minimizar)	0,9684051													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535		255	1296	390	270		255	\leq	255
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39		1,53	1,70	1,47	1,22	-1,58	0,00	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21		0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0,00	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8		15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		15768,2	\geq	33698,2
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8		0	5067,4	3678,6	0		0	\geq	0
λ_7														
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ				
Coef. FO											1			
Solución Óptima	0,0773136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,071086833			
FO (Minimizar)	0,0710868													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535		255	1296	390	270		127,41	\leq	1296,00
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39		1,53	1,70	1,47	1,22	-1,65	0,00	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21		0,00	0,32	0,20	0,00	-0,35	-0,008189	\leq	0
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8		15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		18604,6	\geq	18604,6
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8		0	5067,4	3678,6	0		7455,5029	\geq	1447,6
λ_8														
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ				
Coef. FO											1			
Solución Óptima	0,0239173	0	0	0,000830805	0	0	0	0	0	0	0,024381729			
FO (Minimizar)	0,0243817													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535		255	1296	390	270		40,381978	\leq	390
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39		1,53	1,70	1,47	1,22	-1,49	2,082E-17	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21		0,00	0,32	0,20	0,00	-0,23	-6,07E-18	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8		15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		5755,4221	\geq	4994,1
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8		0	5067,4	3678,6	0		2363,9	\geq	2363,9
λ_9														
Variables de Decisión	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ				
Coef. FO											1			
Solución Óptima	0	0	0	0	0	0,764228003	0	0	0	0	0,919945031			
FO (Minimizar)	0,919945													
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535		255	1296	390	270		194,87814	\leq	270
Entrada 2	1,51	1,44	1,54	0,00	1,39		1,53	1,70	1,47	1,22	-1,27	2,22E-16	\leq	0,00
Entrada 3	0,22	1,47	1,50	0,52	0,21		0,00	0,32	0,20	0,00	0,00	0	\leq	0,00
Salida 2	240638,2	13604,4	2988,7	0	16283,8		15768,2	16881,2	7805,5	12177,1		12050,5	\geq	12050,5
Salida 3	96432	92529,5	63027,4	69215,4	14867,8		0	5067,4	3678,6	0		0	\geq	0
Puerto	$\theta_{CCR14/12}$													
Mar del Plata	0,868													
Puerto Madryn	4,975													
Puerto Deseado	1,007													
Ushuaia	0,611													
Caketa Olivia	0,131													
Rawson	0,968													
Comodoro Rivadavia	0,071													
San Antonio Este	0,024													
General Lavalle	0,920													

6. Modelo CCR12/14

λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	θ			
Variables de Decisión												
Coef. FO												
Solución Óptima	0,885277676	0	0	0	0	0,420465892	0	0	0	1,459125866	1	
FO (Minimizar)	1,459125866											
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270	1566,156412	<= 1648,00	
Entrada 2	1,74	1,69	1,531042106	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,51	4,44089E-16 <= 0,00	
Entrada 3	0,36	0,46	1,52010096	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,22	-1,11022E-16 <= 0	
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5		240638,2 >= 240638,2	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0		144070,6201 >= 96432,00	
Variables de Decisión												
Coef. FO												
Solución Óptima	0,489327918	0	0	0,278235247	0	0	0	0	0	0,591101203	1	
FO (Minimizar)	0,591101203											
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1130 <= 1130	
Entrada 2	1,74	1,69	1,531042106	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,44	0 <= 0,00	
Entrada 3	0,36	0,46	1,52010096	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-1,47	-0,536166044 <= 0,00	
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5		125178,4978 >= 13604,4	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0		92529,5 >= 92529,5	
Variables de Decisión												
Coef. FO												
Solución Óptima	0,345509681	0	0	0,146689636	0	0	0	0	0	0,391095843	1	
FO (Minimizar)	0,391095843											
Entrada 1	1648,00	1130,00	740,00	1163,00	535,00	255,00	1296,00	390,00	270,00		740 <= 740	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,54	1,11022E-16 <= 0,00	
Entrada 3	0,355978506	0,460652337	1,52010096	0,57010096	0,255326169	0	0,35010096	0,229587103	0	-1,50	-0,380276969 <= 0,00	
Salida 2	255817,20	2830,90	6,30	0,00	12998,20	33698,20	18604,60	4994,10	12050,50		88387,31909 >= 2988,7	
Salida 3	162740,60	122755,00	77216,30	46349,20	13139,60	0,00	1447,60	2363,90	0,00		63027,4 >= 63027,4	
Variables de Decisión												
Coef. FO												
Solución Óptima	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,096135181	1	
FO (Minimizar)	1,096135181											
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		1163 <= 1163	
Entrada 2	1,74	1,69	1,53	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	0,00	0 <= 0,00	
Entrada 3	0,36	0,46	1,52	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,52	3,33067E-16 <= 0,00	
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5		0 >= 0	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0		46349,2 >= 69215,4	
Variables de Decisión												
Coef. FO												
Solución Óptima	0,091358886	0	0	0	0	0	0	0	0	0,158390916	1	
FO (Minimizar)	0,158390916											
Entrada 1	1648	1130	740	1163	535	255	1296	390	270		150,5594449 <= 535	
Entrada 2	1,74	1,69	1,531042106	0,00	1,49	1,58	1,65	1,49	1,27	-1,39	-0,060019246 <= 0,00	
Entrada 3	0,36	0,46	1,52010096	0,57	0,26	0,00	0,35	0,23	0,00	-0,21	-6,93889E-18 <= 0,00	
Salida 2	255817,2	2830,9	6,3	0	12998,2	33698,2	18604,6	4994,1	12050,5		23371,17453 >= 16283,8	
Salida 3	162740,6	122755	77216,3	46349,2	13139,6	0	1447,6	2363,9	0		14867,8 >= 14867,8	