



Trabajo Final de proyecto para optar al
Grado de Magister en Administración y Gestión Portuaria

Servicio Móvil de Inertización de Aguas de Lastre.

Alumno.

Álvaro Francisco Pizarro Arriagada.

Diciembre 2018

SERVICIO MÓVIL DE INERTIZACIÓN DE AGUAS DE LASTRE.
Álvaro Pizarro Arriagada

COMISIÓN REVISORA	NOTA	FIRMA
NOMBRE REVISOR 1		
Profesor guía. Sr. Felipe Caselli B.	-----	-----
NOMBRE REVISOR 2		
Revisor Sr. Sergio Bidart L.	-----	-----
NOMBRE REVISOR 3		
Revisor Sr. Jaime Leyton S.	-----	-----

DECLARACIÓN.

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este trabajo final de graduación es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Grado de Magíster en Administración y Gestión Portuaria, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

El trabajo incluye el siguiente material complementario, cuya anexión ha sido justificada por el Profesor Guía y autorizada por su autor:

1. Planilla Excel con detalles de flujos.



Alvaro Pizarro A.

“A mi Esposa, mis Hijas, mi Padre y en recuerdo de mi querida Madre...”

Contenido

Índice de Figuras.	VII
RESUMEN	X
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Un problema Invisible.	1
1.2 El Lastrado.	2
1.3 Problemática.	4
1.4 Respuesta mundial al Problema.	5
1.5 Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques – BWM.	8
1.6 Normas para la gestión del agua de lastre (OMI, 2016) Anexo – Sección D del Convenio BWM.	9
1.7 Respaldo Jurídico en Chile.	10
1.7.1 La circular considera la siguiente base Normativa.	10
1.7.2 Se determinan las siguientes Instrucciones.	10
1.8 Implementación del Convenio BWM.	11
1.9 Consecuencias inevitables de la implementación.	13
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
2.1 Objetivos.	14
2.1.1 Objetivo General.	14
2.1.2 Objetivos específicos.	14
2.2 Alcances y limitaciones.	14
3. TECNOLOGÍA PROPUESTA	15
3.1 Filtro Biológico F8A.	15
3.2 Diseño.	19
3.3 Detalles Técnicos de la Maquinaria asociada al Filtro F8A.	19
3.4 Otras Tecnologías – Tipos de Tratamiento.	21
3.4.1 Sistema de tratamiento de lastre PureBallast de Alfa Laval.	21
3.4.2 Planta de Tratamiento de Lastre (Crystal Ballast) - Aura marine.	23
3.4.3 Sistema de Tratamiento de aguas de lastre Gloen-Patrol – Panasia.	24
3.4.4 Ejemplo de un sistema móvil de Inertización.	26
4. EFECTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD.	27

4.1	Las especies exóticas invasoras.....	28
4.2	Impacto Económico.	29
5.	METODOLOGÍA.	30
6.	RESULTADOS	31
6.1	Mercado.	31
6.2	Desarrollo de módulos CANVAS	35
6.3	Flujos esperados.	39
7.	CONCLUSIONES	43
8.	BIBLIOGRAFÍA	44
9.	ANEXOS	47
	Anexo A.	47
	Tratados Internacionales y Legislación nacional.....	47
	A. Convenio sobre la Diversidad Biológica.....	47
	B. Convención de las Naciones Unidas sobre derecho del mar.	47
	C. Convenio Internacional para prevenir la contaminación desde las naves (MARPOL).....	47
	D. Convenio para la Protección del medio marino y la zona costera del pacífico sur.	47
	E. Ley de navegación.....	47
	F. Ley general de pesca y acuicultura.....	47
	G. Reglamento sobre plagas hidrobiológicas.	48
	H. Reglamento para el control de la contaminación acuática.	48
	I. Circular Directemar A-51/002.	48
	Respecto a la Circular A-51/002 (Directemar), se señalan 4 Criticas principales:.....	48
	Anexo B.	49
	Formulario de “Notificación de Agua de Lastre.	49
	1.- Para nave procedente del extranjero con aguas de lastre cambiadas.	49
	2.- Para nave procedente del extranjero con aguas de lastre sin cambiar.	49
	3.- Para nave procedente de puertos nacionales con aguas de lastre cambiadas.	50
	4.- Para nave procedente de puertos nacionales con aguas de lastre sin cambiar.	50
	Anexo C	51
	Efectividad de los rayos UV.	51

1. Definición.....	52
2. Espectro Electromagnético.....	52
3. Aspecto Germicida.....	53
Anexo D	54
Efectos en la Biodiversidad a nivel Global	54
1. Algas	54
2. Especies Unicelulares.....	56
3. Moluscos	57
4. Medusas Cangrejos y otros	58
5. Peces agresivos	59
6. Organismos Patógenos.	60
Anexo E	60
Estimación de riesgo de afectación de ecosistemas marinos y costeros por introducción de especies exóticas invasoras a través de aguas de lastre.....	60

Índice de Figuras.

Figura 1: Calles tradicionales del Puerto de Valparaíso, pavimentadas con adoquines (Festivalpo, 2008).	1
Figura 2: Esquema general del flujo de agua de lastre en las naves. (Guimera, 2017)	3
Figura 3: Configuración clásica de los estanques de lastre de una nave tipo Bulk Carrier. (General Arrangement, 2016)	4
Figura 4: Descarga de lastre en los Puertos durante las faenas de embarque. Fuente: Elaboración propia.....	5
Figura 5: Portadas de los textos relativos al convenio del agua de lastre y la guía para su control y manejo. (OMI, s.f.).....	7
Figura 6: Esquema del proceso de muestreo de agua de lastre. (Maoto S.A.).....	16
Figura 7: Se registra el proceso de muestreo y cadena de custodia de las muestras. (Maoto S.A.)	16
Figura 8: Interior cámara de Radiación, que muestra el trabajo de las lámparas y los rayos UV. (Maoto S.A.).....	17
Figura 9: Transporte de la cámara de radiación. (Maoto S.A.)	18
Figura 10. Se señalan las operaciones realizadas durante las pruebas Piloto (Maoto S.A.)	18
Figura 11: Esquema del proceso de filtrado a través de cámara de radiación durante prueba piloto.....	19
Figura 12: Sistema Alfa Laval para el tratamiento de Agua de Lastre	23
Figura 13: Planta Crystal Ballast del Grupo AURA Marine, realizada por la empresa Frydenbø (uno de los representantes europeos del Grupo Aura Marine).....	24
Figura 14: Sistema de Tratamiento de Aguas de Lastre Gloen-Patrol de Pansia.	25
Figura 15: Señala las dimensiones del sistema InvaSave y la posibilidad de montarlo sobre barcaza. (DAMEN, 2014)	26
Figura 16: Se señala la posibilidad de transportarlo en camión e implementarlo sobre el propio terminal y la maquinaria al interior del contenedor. (DAMEN, 2014)	26
Figura 17: La cartografía mundial las rutas de tráfico marítimo usuales desde hace más de un siglo. Fuente: (Fundar, 2016).....	28
Figura 18: Ecorregiones marinas. Fuente: Circular A-51002, Directemar.....	50
Figura 19: Impreso de notificación de Aguas de Lastre. Fuente: Circular A-51002, Directemar.	51
Figura 20: Lámpara Ultravioleta (Blogspot, 2010).....	53
Figura 21: Efectos sobre la célula y ADN. (Blogspot, 2010).....	54
Figura 22: Odontella sinensis (López, 2013).....	55

Figura 23: Caulerpa taxifolia (López, 2013)	55
Figura 24: Undaria pinatífida (Ciget, s.f.).....	56
Figura 25: Laminaria asiática (López, 2013)	56
Figura 26: Pfiesteria piscicida (People, s.f.)	57
Figura 27: Mejillón Cebra (López, 2013)	58
Figura 28: Pulga de agua, Cangrejo Verde Europeo y Cangrejo Chino. (López, 2013)....	59
Figura 29: Neogobius Melanostomus. (www.fishbase.org, s.f.)	60
Figura 30: Bacilo del cólera. (López, 2013).....	60
Figura 31: Clasificación de ecosistemas marinos. (Pliscoff, 2009)	61
Figura 32: Matriz de Riesgo (Tapia, Evaluación Económica para la Implementación del Convenio de Aguas de lastre, BWM-2004, 2012)	63

Índice de Tabla.

Tabla 1: Reconocimientos para Renovación (Directemar.cl, s.f.)	9
Tabla 2: Tabla de Costos del cumplimiento del convenio BWM. (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012) ...	13
Tabla 3: Sistema de filtrado UV y sus elementos auxiliares	19
Tabla 4: Algunos de los sistemas de eliminación de organismos en el agua de lastre (Fernandez, 2012)	25
Tabla 5: Tabla de Costos Asociados (Maoto S.A.)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6: Tonelaje movilizado en exportación año 2007 – 2016. (Directemar, Boletín estadístico marítimo 2017, 2017)	32
Tabla 7: Tonelaje movilizado en exportación por puertos y según tipo de carga. Durante el año 2016. Las cantidades son presentadas en toneladas métricas (Fuente: www.directemar.cl).	32
Tabla 8: Número de recaladas mensual de naves extranjeras por puertos – 2016. (Directemar, Boletín estadístico marítimo 2017, 2017)	33
Tabla 9: Evaluación de los ingresos recibidos producto de la venta del Servicio correspondiente a una faena realizada en el año.....	41
Tabla 10: Evaluación de los ingresos recibidos producto de la venta del Servicio correspondiente a dos faenas realizadas en el mismo año.	42

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto presentar un sistema móvil de Inertización de aguas de lastre, que pueda ser utilizado en los terminales portuarios de Chile, equipado con tecnología nacional y a muy bajo costo. Esto, con objeto de entregar en los terminales, además de las opciones de servicio que siempre se ofrecen a las naves, la posibilidad de abordar uno de los problemas más grandes de contaminación que actualmente afectan los mares de la Tierra y es el que se refiere a la propagación de especies de organismos acuáticos invasores.

Con el fin de poder explicar claramente este problema, el proyecto contempla inicialmente, definir el concepto de agua de lastre, su origen, la importancia para las naves y el proceso operativo que desarrollan las embarcaciones utilizando dicho elemento natural, además de todos los aspectos técnicos necesarios que permitan dimensionar las cantidades de agua que se transfieren día a día, provocando que miles de microorganismos provenientes desde otras latitudes del mundo, arriben a nuestros puertos y terminales, contaminando los ecosistemas autóctonos e impactando fuertemente en su biodiversidad y por ende, en la economía nacional.

Como este es un tema de carácter mundial, la organización de Naciones Unidas – ONU, a través de la Organización marítima internacional – OMI, ha señalado el rumbo que se debe seguir en esta materia, a través de un Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques – BWM. La OMI, en conjunto con los países miembros asociados, han dispuesto una serie de directrices, las cuales son detalladas en este trabajo, junto con todas las medidas adoptadas a nivel nacional. Debido a que la puesta en marcha de las nuevas directrices es muy reciente, su implementación no ha estado exenta de problemas, por lo cual, el trabajo también aborda el respaldo jurídico que debe obligar su implementación y, sobre todo, lo referido a los costos asociados, lo que ha representado un fuerte desafío para los armadores de las naves.

Dentro de los aspectos más relevantes del convenio, este ha dispuesto la obligación de implementar dispositivos en todas las naves desde el año 2017, los cuales puedan tratar el agua de lastre, inertizándola y esterilizándola, con el fin de evitar así la propagación de los microorganismos exógenos. En orden a conocer parte de estos dispositivos aprobados por la OMI, el trabajo contempla señalar algunos de ellos y detallar los microorganismos patógenos presentes a nivel mundial y local.

Finalmente, y puesto que a nivel nacional aún no han surgido iniciativas provenientes del área portuaria y sus servicios periféricos, que puedan ser un aporte en la solución a un problema que, operativamente y eventualmente, podría afectarlos directamente, el trabajo presenta la opción de poder utilizar tecnología disponible a nivel nacional, a través de un modelo de negocio permita implementar un servicio privado terrestre de deslastrado de una nave, utilizando un filtro biológico que cumpla con la exigencias OMI, determinando su factibilidad a través de una evaluación económica.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Un problema Invisible.

Desde que los antiguos navíos comenzaron a realizar sus viajes por los mares del mundo, junto a ellos lo hacían también organismos acuáticos de distintas clases y procedencias. La flora y la fauna acuática característica de una región eran inevitablemente transportadas en el casco de las naves, en forma de incrustaciones o “En inglés: Fouling”, este fue el primer paso en un proceso transferencia de organismos exógenos que duraría hasta nuestros días.

Cuando comercialmente las naves no podían transportar mercancías y de igual forma debían efectuar navegaciones en demanda del puerto de carga, reemplazaban los mismos espacios de carga con algún tipo de lastre sólido que pudiese ser intercambiado por mercancía en el puerto de carga, manteniendo así una condición segura en la estabilidad de la nave, sin afectar su capacidad de almacenamiento.

Con el correr de los siglos, se mantuvo esta técnica de lastrado vigente en la navegación marítima y como consecuencia, las estadías en los puertos se tornaron eternas ya que las naves crecían en tamaño y los volúmenes en transferencia eran mayores. Sin duda que este era un proceso lento y costoso, ya que los elementos de lastre generalmente eran piedras con forma de adoquines, fabricadas en Inglaterra, cuya acumulación en los puertos, dio origen a la pavimentación de algunas de las calles del puerto de Valparaíso.



Figura 1: Calles tradicionales del Puerto de Valparaíso, pavimentadas con adoquines (Festivalpo, 2008).

La revolución industrial del siglo XIX trajo consigo la aparición de naves más sofisticadas, las cuales comenzaron a utilizar compartimientos distintos a los de carga, para almacenar agua de mar como lastre, esta técnica comenzó a sustituir a la anterior. El empleo del agua de mar como lastre le dio velocidad y autonomía al transporte marítimo, ya que se utilizaba un recurso abundante, que no tiene costo adicional y que al ser un fluido permitía un manejo mucho más dinámico en el proceso de transferencia. Por lo anterior, las aguas de lastre pueden tener el más diverso origen y característica, dependiendo de dónde la nave “tomó” o “lastró” su agua, ésta puede ser dulce o salada y de acuerdo con el procedimiento de

succión y las características del lugar donde, puede contener una gran cantidad de organismos vivos o sedimentos - sólidos en suspensión (Astudillo J. A., 2006).

Esto produjo que las especies contenidas en el agua de lastre embarcadas a bordo en un puerto determinado fueran trasladadas y luego descargadas en el agua de mar de otro país, introduciéndose en un hábitat distinto, alterando el ecosistema nativo y provocando serias consecuencias económicas y medioambientales. Hoy en día, con el aumento del comercio y el transporte marítimo, se estima que entre 3000 a 4000 especies son transportadas cada día por todo el mundo, transformando a las naves en el principal vector de transmisión (Gollash, 1995).

Los científicos descubrieron por primera vez los síntomas de la introducción de especies foráneas tras la aparición masiva de las algas fitopláncticas asiáticas *Odontella* (*Biddulphia sinensis*) en el mar del Norte en 1903. No obstante, hubo que esperar hasta la década de 1970 para que la comunidad científica empezara a estudiar el problema en detalle. A finales de la década de 1980 Canadá y Australia se encontraban entre los países que experimentaban problemas particulares con las especies invasivas, y señalaron sus preocupaciones al Comité de protección del medio marino (MEPC) de la IMO u OMI - Organización Marítima Internacional (Organización marítima Internacional, s.f.).

1.2 El Lastrado.

El Lastrado de una nave es el acto mediante el cual se llenan algunos estanques con agua de mar, que hace las veces de Lastre o peso (En inglés: Ballast Water), para mantener una condición de estabilidad y asiento deseado, mejorando las condiciones marineras de una nave (Corte, 1979).

Operativamente consiste en la aspiración directa de agua de mar desde el entorno en el que se encuentra la nave, en un momento determinado, utilizando las bombas de lastre que posee, para efectuar la inundación total o parcial de los estanques, especialmente diseñados para ese propósito, en inglés se denomina "Ballasting". El proceso también puede realizarse a la inversa y el agua puede ser expulsada de la nave, en un lugar que en general, suele ser un puerto distinto, y en cuyo caso la maniobra se llamará deslastrado o "de-ballasting".

Como norma general, es muy común que los estanques se llenen con agua de mar hasta rebalsar, y se mantengan en dicha condición durante toda la navegación, ya que con ello se anularán los efectos de superficies libres (Traslado dinámico de pesos). La cantidad de agua de lastre deberá ser la necesaria para:

- a) Mantener la hélice sumergida, con un asiento adecuado.
- b) Mantener un calado que permita una determinada condición marinera.
- c) Mantener una curva de estabilidad, con una amplitud y área suficiente, que permita compensar el menor valor de momento – par¹, por la disminución de desplazamiento, en la condición de nave en lastre (Corte, 1979).

¹ Momento-par: Concepto físico utilizado en dinámica, que en "Estabilidad" corresponde al Momento de Adrizamiento y se refiere al sistema formado por dos fuerzas paralelas entre sí, de la misma intensidad o módulo, pero de sentidos contrarios, separados por una distancia o brazo de adrizamiento, que actúan permanentemente sobre el casco de la nave al producirse el movimiento lateral (natural) o escora. Mientras

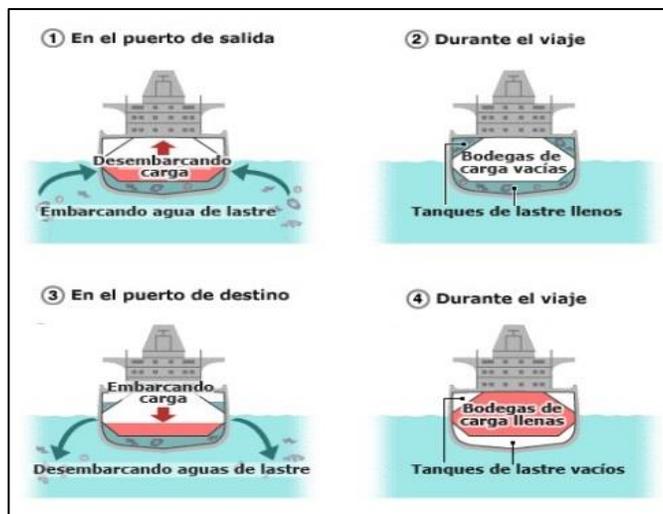


Figura 2: Esquema general del flujo de agua de lastre en las naves. (Guimera, 2017)

Las naves según su diseño presentan distintas configuraciones de estanques, en este aspecto el grado de especialización es variado y por ende resulta muy difícil dar normas de construcción. En términos generales se puede encontrar configuraciones comunes como por ejemplo los raseles, ubicados siempre a proa y popa; se pueden ubicar estanques en los espacios de doble fondo (Double Bottom), numerados desde proa a popa, por las bandas de babor y estribor, rodeando siempre los estanques de combustible de doble fondo, que generalmente van ubicados al centro. También existen estanques laterales (Side Tanks) que en algunas ocasiones se comunican interiormente con los dobles fondos y finalmente están los estanques altos conocidos como TST (Top Side Tanks). En naves que requieren transportar grandes volúmenes de carga, generalmente se añade la posibilidad de inundar una o varias de las bodegas de carga, con cantidades que fluctúan entre los 30.000 y 50.000 m³ de agua (OPServices Ltda., 2018).

mayor sea el brazo de adrizamiento, mayor será el "momento de adrizamiento" y mayor será la estabilidad de la nave.

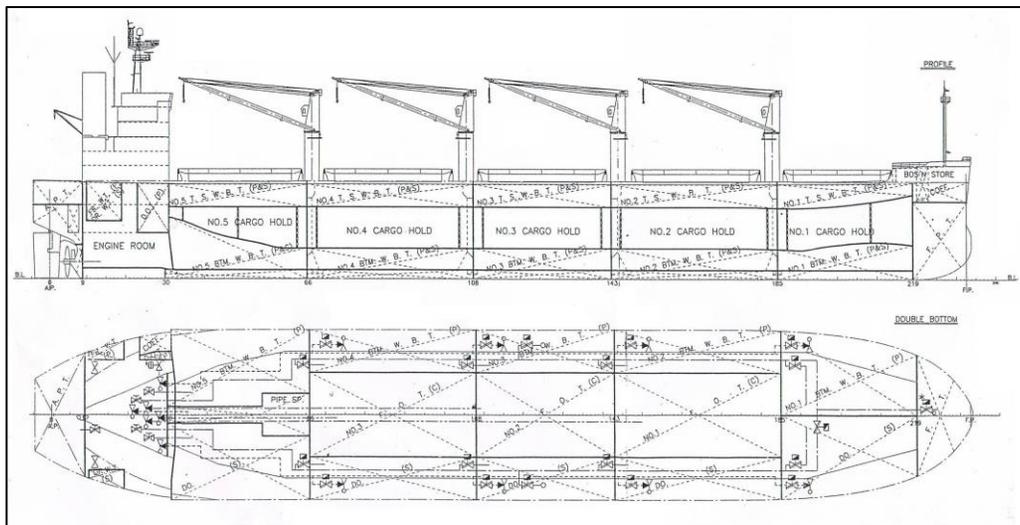


Figura 3: Configuración clásica de los estanques de lastre de una nave tipo Bulk Carrier. (General Arrangement, 2016)

En las naves de grandes desplazamientos y grandes esloras, se debe tener en cuenta los esfuerzos longitudinales del casco producto de la condición en lastre, que puede alcanzar grandes valores, si no se realiza la distribución del agua de lastre en los respectivos estanques, de acuerdo con lo señalado en los libros de estabilidad de cada nave.

Las grandes masas de agua de mar que se trasladan en este proceso, permitieron durante mucho tiempo, el transporte de sedimentos y particularmente, seres vivos animales y vegetales, incluyendo virus, bacterias y otros microorganismos, desde un continente a otro, a lo largo y ancho de todo el mundo, cuyas consecuencias no fueron dimensionadas ni abordadas por las organizaciones internacionales que regulan el tráfico marítimo, hasta el surgimiento de la normativa actual (Organización marítima Internacional, s.f.)

1.3 Problemática.

Según lo recomendado por las directrices de la OMI en sus inicios, la mejor medida para reducir el riesgo de la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales era el deslastre y lastre - "De-ballasting & Ballasting" en zonas específicas definidas por cada estado ribereño. Sin embargo, esta medida representaba, en algunos casos, exponer a la nave a niveles extremos de seguridad. De todas formas, esta técnica no representa un 100% de eficacia en la eliminación de los organismos de agua de lastre.

A su vez, existían posturas que sugerían que el "De-ballasting & Ballasting" en el mar podría, por sí mismo, contribuir a la más amplia dispersión de especies nocivas. Por lo tanto, se generaron investigaciones y desarrollo de soluciones referidas a la gestión y tratamiento de aguas de lastre alternativos, para reemplazar este proceso en el mar.

Si bien es cierto, inicialmente se recomendaban áreas específicas en alta mar, en donde se podía efectuar recambio de lastre en viaje o De-ballasting, para naves anteriores al 2012, en la práctica el problema persistía y además el procedimiento se tornaba difícil de controlar

para la propia autoridad. Por lo tanto, se determinó que la única manera de asegurar un recambio efectivo y con el mínimo riesgo de contaminación, era mediante la implementación de un sistema abordó que sea debidamente certificado y controlado periódicamente por el estado rector o por la clase. Este sistema debe obligar el paso del agua a través de un proceso de filtrado.

Respecto a los riesgos que se señalaban anteriormente, operativamente, para cumplir con el recambio o de-ballasting, las naves deberán efectuar una maniobra que requiere disponer personal con dedicación permanente, con la nave en movimiento y atendiendo específicamente este proceso. El gran problema que se presenta con esta técnica es que resulta una maniobra peligrosa para muchas embarcaciones en alta mar donde las operaciones de deslastrado y lastrado las hace altamente vulnerables a las condiciones oceánicas, peligrando tanto la carga como la integridad física de la embarcación y su tripulación.

Chile dispuso el cambio de aguas fuera de aguas territoriales a más de 12 millas de la costa, es decir, más allá del mar territorial. Pero esto no resolvió el problema totalmente, pues aún existe el peligro de la introducción de especies foráneas a las costas chilenas, perdiendo en forma parcial o total la biodiversidad existente.



Figura 4: Descarga de lastre en los Puertos durante las faenas de embarque. Fuente: Elaboración propia.

1.4 Respuesta mundial al Problema.

El 30 de abril de **1982** en Nueva York (Estados Unidos), en la 182^o sesión plenaria de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, se aprobó el convenio conocido como CONVEMAR, el que es considerado como uno de los tratados Internacionales más importantes de la historia, siendo llamada generalmente como la Constitución de los océanos. En el Artículo 196 -1 de la CONVEMAR, se estipula que “los Estados tomarán todas las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por la utilización de tecnologías bajo su jurisdicción o control, o la introducción intencional o accidental en un sector determinado del medio marino, de especies extrañas o nuevas que puedan causar en él cambios considerables y perjudiciales”.

Sin embargo, el problema de la transferencia de microorganismos fue mencionado por primera vez ante la organización marítima internacional OMI en **1988**. Desde entonces, el Comité de Protección del Medio Ambiente Marino (MEPC en sus siglas en inglés), junto con los subcomités técnicos, han estado tratando este asunto, enfocándose inicialmente en la normativa y posteriormente en el desarrollo de un nuevo Convenio Internacional.

En **1991** el Comité de Protección del Medio Ambiente Marino - MEPC, adoptó la resolución No. 50 (Sesión No. 31) introduciendo normas para prevenir la introducción de organismos no deseados y patógenos, a través de la descarga del agua de lastre y sedimentos de las Naves.

En **1992** la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (UNCED), realizado en el Puerto de Río de Janeiro - Brasil, mejor conocido como la cumbre de la Tierra, se reconoció que la introducción de organismos no deseados y patógenos debe ser considerado como una preocupación internacional de carácter mayor, por lo cual se solicitó a la Organización Marítima Internacional OMI que considere la adopción de reglas apropiadas, referidas a la descarga del agua de lastre.

En noviembre de **1993**, la Asamblea de la OMI adoptó la resolución A.774 (18), basada en las normas adoptadas en 1991. La resolución solicitó a los Comités de Protección del Medio Ambiente y Seguridad Marítima, que mantuvieran las directrices sometidas a examen con miras a elaborar disposiciones aplicables y jurídicamente vinculantes a nivel internacional. Además, se aprobó la “Guía para la prevención de Organismos Patógenos en aguas y sedimentos de Lastre”.

Mientras la OMI desarrollaba su labor para la elaboración de un tratado internacional, se adoptó en noviembre de **1997** la resolución A.868 (20), como un anexo del convenio MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships), con directrices para el control y la gestión del agua de lastre de los buques a fin de reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos, en la que se invita a los Estados Miembros a que utilicen estas nuevas directrices para abordar las cuestiones relacionadas con las especies acuáticas invasivas. Dichas directrices se materializaron en la “Guía para el Control y la Gestión de Agua de lastre”, para minimizar el traspaso de organismos acuáticos y patógenos.

Uno de los principales acuerdos firmados en la Cumbre de la Tierra fue el Convenio de Diversidad Biológica (CBD), inspirado en el creciente compromiso de la comunidad global con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. La Conferencia de Partes (COP) es el máximo órgano de este Convenio el cual a la fecha ha celebrado 12 sesiones. Respecto al tema en cuestión, la sesión COP4 celebrada en **1998**, en Bratislava, Eslovaquia dio como resultado la decisión IV/5 relativa a la conservación y utilización sostenible de los ecosistemas marinos y costeros. La sesión (COP 6) celebrada en **2002**, en La Haya (Países Bajos), obtuvo como resultado la decisión VI/23 respecto a las especies exóticas que amenazan los ecosistemas, los hábitats o las especies, incluidos los principios de orientación sobre especies invasoras.

Desde el año **2000**, e impulsados por el deseo de mitigar los impactos de las invasiones acuáticas dañinas, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y la OMI han colaborado en el marco del

Proyecto de Alianzas **GloBallast** para fomentar un nivel internacional sin precedentes, con cooperación público-privada en el área de gestión del agua de lastre. (OMI, s.f.)

El Programa GloBallast es una iniciativa de cooperación cuyo propósito es brindar asistencia a los países en desarrollo en la reducción de la transferencia de Organismos Acuáticos Nocivos y Patógenos en el Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques, junto con asesorar a los países en la implementación del Convenio de Aguas de Lastre.

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de **2002**, celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica. Se señala en el párrafo No. 34, respecto a mejorar la seguridad marítima y la protección del medio marino contra la contaminación adoptando medidas en todos los niveles para que, entre otros (letra b), Acelerar la elaboración de medidas para hacer frente al problema de las especies foráneas invasoras de las aguas de lastre, instar a la Organización Marítima Internacional a que finalice el proyecto de convenio internacional para el control y gestión de las aguas de lastre y los sedimentos de los buques.

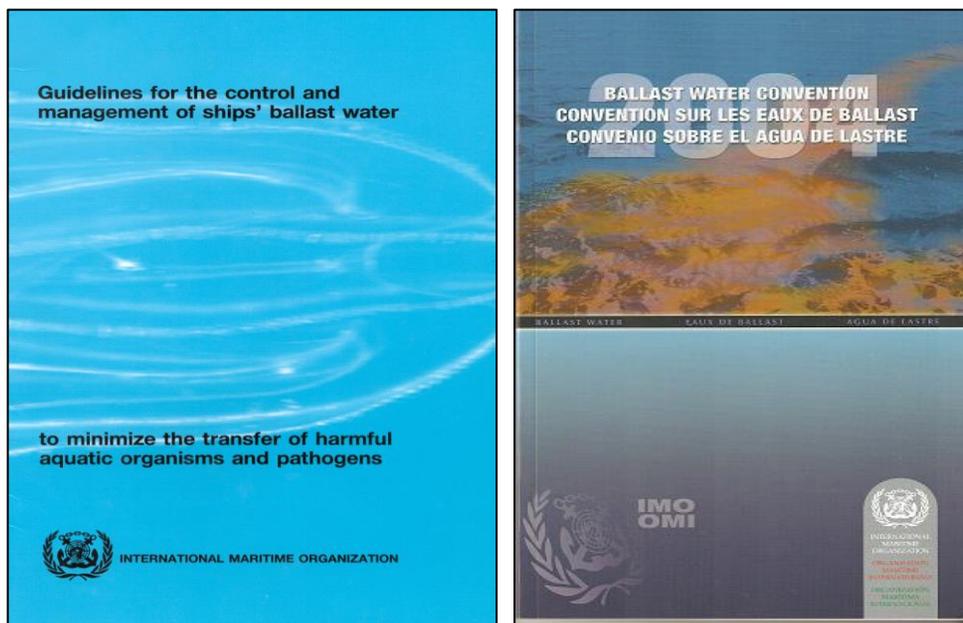


Figura 5: Portadas de los textos relativos al convenio del agua de lastre y la guía para su control y manejo. (OMI, s.f.)

Finalmente, el 13 de febrero del año **2004**, Chile aprobó el "Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques" (En Inglés: BWM Convention), el cual exige a todas las naves implementar un Plan de Gestión de Agua de Lastre y Sedimentos, controlado por la Administración Marítima de cada Gobierno, cuya entrada en vigor correspondería a los doce meses después de haber sido ratificada por a lo menos 30 Gobiernos miembros, de modo tal que se represente el 35 % del tonelaje de la Industria Marítima Mundial (Art. 18 del convenio).

En **2007**, solo 10 estados habían ratificado el convenio y representaba solo un 3,42 % del tonelaje mundial. El año **2012**, se logró la ratificación de 35 países, pero aun así representaba solo el 27,95 %.

El año **2016**, el convenio había sido ratificado por 50 países, pero solo se alcanzaba el 34,81% del tonelaje mundial, sin embargo, este mismo año, el pleno de la Asamblea Nacional de diputados de Panamá, aprobó el proyecto de Ley No 41, mediante el cual se adopta el Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques, 2004. Al ser adoptado por este país, que actualmente representa el 23% del tonelaje mundial, se sobrepasa los parámetros establecidos como necesarios para que pueda comenzar a regir esta normativa de la OMI a nivel mundial. De este modo, el convenio debió entrar en vigor doce meses después de la fecha, en que se haya depositado el pertinente instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión ante el Secretario General de la OMI, (Mundo Marítimo, 2011).

Finalmente, la Directemar o DGTM - Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile, informó públicamente que el Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos (Convenio BWM) entrará en vigor el **8 de septiembre de 2017**, lo cual marcó un hito hacia la prevención de la propagación de especies acuáticas invasoras. Bajo los términos del Convenio, se requiere que las naves realicen la gestión del agua de lastre para eliminar, neutralizar, o evitar la toma o la descarga de los organismos acuáticos y agentes patógenos en el agua de lastre y los sedimentos (Directemar, 2018).

1.5 Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques – BWM.

El Comité para la Protección del Medio Marino (MEPC, por sus siglas en español) acordó un plan de implantación práctico para que los buques cumplan con el Convenio BWM, que tiene como objetivo detener la transferencia de especies potencialmente invasoras en el agua de lastre de los buques.

A partir de la fecha de entrada en vigor, los buques deberán gestionar su agua de lastre a fin de evitar la transferencia de especies potencialmente invasivas. Todos los buques deberán contar con un plan de gestión del agua de lastre y mantener un libro de registro sobre lo que hacen con ella. Los buques deberán gestionar su agua de lastre para cumplir en principio las denominadas norma D-1 y norma D-2 (Directemar, 2018).

En el marco del artículo 2 del Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques – BWM, Obligaciones de carácter general, las Partes firmantes se comprometen a hacer plena y totalmente efectivas las disposiciones del Convenio y de su anexo con el objeto de prevenir, reducir al mínimo y, en último término, eliminar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos mediante el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques.

Se confiere a las Partes el derecho de adoptar, individualmente o junto con otras Partes, y de conformidad con el derecho internacional, medidas más rigurosas para la prevención, reducción o eliminación de la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos mediante el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques. Las Partes deberían velar por que las prácticas de gestión del agua de lastre no causen un daño mayor al medio ambiente, la salud de los seres humanos, los bienes o los recursos, propios o de otros Estados, que aquel que pretenden prevenir (OMI, 2004).

1.6 Normas para la gestión del agua de lastre (OMI, 2016) Anexo – Sección D del Convenio BWM.

Principalmente existe una norma para el cambio del agua de lastre y una norma de eficacia de la gestión del agua de lastre, ambas son complementarias y se describen a continuación:

La norma D-1 exige que los buques lleven a cabo el intercambio del agua de lastre de manera que como mínimo el 95% del volumen se intercambie lejos de la costa, donde se liberaría finalmente²

La norma D-2 prescribe que la gestión del agua de lastre restrinja a un máximo especificado, la cantidad de organismos viables permitidos que se van a descargar, así como el límite de la descarga de determinados microbios indicadores perjudiciales para la salud humana.

La Norma D-3 estipula que los sistemas de gestión del agua de lastre utilizados para cumplir las disposiciones del Convenio han de ser aprobados por la Administración (Estado rector del Puerto) teniendo en cuenta las Directrices que señala el Convenio.

La Norma D-4 señala el marco general de evaluación del rendimiento de los nuevos sistemas de tratamiento, que incluye la evaluación experimental a bordo de los prototipos.

El proyecto de enmiendas del tratado aprobado por el MEPC aclara el momento en que las naves tendrán que cumplir la norma D-2. Se distribuirá después de la entrada en vigor del Convenio BWM, el 8 de septiembre de 2017, con miras a su adopción en el próximo periodo de sesiones del MEPC (MEPC 72, en abril 2018). En el marco de las enmiendas aprobadas, los buques nuevos, es decir, los buques construidos el 8 de septiembre de 2017 o posteriormente, habrán de llevar a cabo la gestión del agua de lastre de forma que, como mínimo, cumpla la norma D-2 desde la fecha de la puesta en servicio.

Para los buques existentes, es decir, los buques construidos antes del 8 de septiembre de 2017, la fecha de cumplimiento de la norma D-2 estará vinculada con el reconocimiento de renovación relacionado con el Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos en virtud del Anexo I del Convenio MARPOL. En resumen, para las Naves existentes se procederá de la siguiente manera:

Tabla 1: Reconocimientos para Renovación (Directemar.cl, s.f.)

En el primer reconocimiento de renovación	En el segundo reconocimiento de renovación
Cuando el reconocimiento de renovación se lleve a cabo el 8 de septiembre de 2019 o posteriormente o se haya realizado un reconocimiento de renovación a partir del 8 de septiembre de 2014 pero antes del 8 de septiembre de 2017.	Si el primer reconocimiento de renovación tras el 8 de septiembre de 2017 tiene lugar antes del 8 de septiembre de 2019. En este caso, se deberá cumplir la norma en el segundo reconocimiento de renovación (siempre que el reconocimiento de renovación anterior no se haya completado entre el 8 de septiembre de 2014 y el 8 de septiembre 2017).

² Para naves construidas posterior al año 2017 esta norma ya no será suficiente y las naves existentes deberán adaptarse antes de la próxima renovación de certificado.

Un buque existente al que no aplique el reconocimiento de renovación del Certificado IOPP en virtud del Anexo I del Convenio MARPOL deberá cumplir la norma D-2 desde la fecha decidida por la Administración, pero a más tardar el 8 de septiembre de 2024. (Directemar, 2018)

1.7 Respaldo Jurídico en Chile.

Estudios realizados en Chile han determinado que previo a entrar en vigor el Convenio sobre el Agua de Lastre, existe escasa regulación a nivel normativo y el tema aún no ha sido abordado jurídicamente a nivel nacional.

El Sr. Jorge Bermúdez Soto, abogado y jurista chileno, doctor en Derecho, actualmente contralor general de la república y profesor de Derecho Administrativo y Derecho Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, señala en su informe respecto al análisis de la legislación internacional y chilena (**ANEXO A**) sobre gestión de las aguas de lastre y propuesta de modificación, “Que aún no existe una normativa clara al respecto”, reconoce que “En algunos órganos de la Administración del Estado podrían existir atribuciones en el tratamiento y control de los organismos acuáticos perjudiciales o dañinos provenientes de las aguas de lastre, las atribuciones en materia de aguas de lastre que se señalan no son expresas y se aplican al concebirla como una forma de contaminación acuática, por lo tanto se observan deficiencias o carencias de la regulación actual y las barreras que dificultan la creación de una nueva normativa que aborde de manera integral la gestión de las aguas de lastre”.

Establece que la única norma que regula explícitamente la gestión de las aguas de lastre en Chile, es la Circular A-51/002 de la DIRECTEMAR. Esta circular establece procedimientos y recomendaciones para la adopción de medidas preventivas, con objeto de reducir al mínimo los riesgos de introducción de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos por los buques que ingresan a los puertos nacionales. Este instrumento es de jerarquía inferior, por lo que, por su rango, no es capaz de otorgar una protección adecuada, frente a todos los supuestos que puede plantear la gestión del agua de lastre y su incidencia en el medio marino (Bermúdez, 2011), en términos muy resumidos señala lo siguiente:

1.7.1 La circular considera la siguiente base Normativa.

- A. La Constitución Política del Estado, la Ley de Navegación, artículo 142.
- B. La Resolución A. 868(20) de Organización Marítima Internacional (OMI) de 1997.
- C. Las Normas de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante - Directemar.
- D. El Reglamento de Plagas Hidrobiológicas, en su Artículo No 38.
- E. La Ley de Pesca en su Artículo N° 136

1.7.2 Se determinan las siguientes Instrucciones.

- A. Los términos utilizados serán los señalados en las Definiciones del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques 2004.

- B. Toda nave antes de recalar a puertos chilenos deberá realizar el cambio del agua de lastre en alta mar, a 12 millas náuticas de la costa, ya que “los organismos que viven próximos a la costa y que se descargan en alta mar no sobreviven, tampoco los organismos que se descargan en aguas costeras” (Resolución OMI A.868 - 20, 1997).
- C. Se prohíbe efectuar maniobras de lastre y deslastre en los fiordos y canales de las Regiones X, XI y XII.
- D. Se prohíbe realizar operaciones de lastrado en la oscuridad, ya que se considera que, a esa hora, muchos organismos planctónicos ascienden en la columna de agua, lo que los hace más susceptibles de ser transportados en el agua de lastre.
- E. Para efectuar tales acciones, siempre se debe tener en cuenta que se favorece la seguridad de las tripulaciones y personas involucradas en el intercambio o descarga de agua de lastre, junto con la seguridad de la nave, ante todo.
- F. El Capitán es responsable de implementar procedimientos escritos, seguros y eficaces para la descarga o intercambio del agua de lastre de su nave, debiendo llevar un registro a bordo.
- G. Mantener un registro con datos del formulario de “Notificación de Agua de Lastre”. **(ANEXO “B”)**
- H. Facilitar los planos del buque y registros relativos al lastre cuando sean requeridos.
- I. Establecer en detalle la ubicación de los puntos de acceso para muestreos de los tanques y/o registro del agua de lastre.
- J. Registrar el procedimiento de tratamiento del agua de lastre sin cambiar a su recalada a puerto.

1.8 Implementación del Convenio BWM.

La asociación nacional de Armadores de Chile - ANA, ha señalado en distintos foros, que la industria naviera está preocupada de estos temas y trabajando en ellos. La ANA, confirma que el convenio de Aguas Lastre, impulsado por la OMI, se adoptó el año 2004, sin que todavía pueda implementarse, debido fundamentalmente a la incertidumbre que produce la marginación en la práctica de EE.UU. del acuerdo, en favor de levantar su propia normativa. Además, señaló que existen otros inconvenientes como el alto precio de las plantas de tratamientos de agua a instalar en los buques, el que pueden alcanzar valores entre US\$500.000 y US\$ 1.000.000 más la propia instalación del equipo, que puede alcanzar los US\$200.000. Lo que se convierte en un “gran problema” para los armadores, debido la incertidumbre existente en cuanto a la aplicación de la normativa y la alta inversión que implica (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012).

Al implementarse el convenio, necesariamente se tendrá que producir una adaptación. En el caso de los buques existentes se van a tener que destinar los espacios necesarios para las plantas, otras naves tendrán que ir definitivamente de baja y otros deberán cambiar su tráfico, ya que, por ejemplo, el convenio no aplica a los buques dedicados exclusivamente a navegar en aguas jurisdiccionales”.

Respecto a Estados Unidos, las principales organizaciones internacionales de transporte (Bimco, la Cámara Naviera Internacional, Intercargo e Intertanko) han mostrado su preocupación nuevamente ante la convención que debe regular el agua de lastre en cuanto al calendario previsto para que entre en vigor la ejecución de los sistemas de gestión de agua de lastre de EE.UU. ya homologados.

Las cuatro entidades señaladas en el párrafo anterior creen que el dilema resultante entre las obligaciones en EE.UU. y en el resto del mundo obligaría a la industria del transporte internacional a gastar millones de dólares en los sistemas homologados por la administración norteamericana y, por lo tanto, deberán ser reemplazados en un corto período de tiempo. La mesa redonda ha subrayado, en todo caso, que apoya la necesidad de que existan requisitos internacionales para proteger los ecosistemas locales por el impacto de las especies invasoras transportadas en las aguas de lastre de los buques y, en este sentido, apuntan a que el transporte marítimo es una industria global que requiere una regulación a escala mundial. De tal modo, opinan que el Convenio sobre la Gestión del Agua de Lastre desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI) es el mejor instrumento para lograr este objetivo y esperan que sea ratificado en breve y pueda entrar en vigor lo antes posible. (Fundacion Nuestro Mar, 2015)

De este modo, los armadores que aún no lo hayan hecho, estarán obligados a gastar entre 1 y US\$ 5 millones para instalar las herramientas homologadas por EE. UU. en cada uno de sus buques, de acuerdo con el calendario establecido de manera unilateral por Estados Unidos. Se estima que hay 50.000 buques que requerirán estar equipados con este sistema en un período de cinco años. Sin embargo, esta situación se puede tornar en muy complicada para aquellos buques que comercian con EE.UU., donde la regulación nacional ya está en vigor. Sobre este punto, la normativa estadounidense requiere que todos los buques que realicen operaciones de lastrado en sus aguas lo hagan bajo la supervisión del Coast Guard. En este estado de la situación, las cuatro asociaciones han urgido al Coast Guard norteamericano la homologación inmediata de tantos sistemas de gestión del agua de lastre como sea posible y a ofrecer una programación pragmática para la instalación de dichos equipamientos. (Fundacion Nuestro Mar, 2015)

Hasta el año 2015, había 54 sistemas aprobados bajo el régimen de la OMI, pero sólo 17 fabricantes habían manifestado su intención de someter su sistema para las pruebas de aprobación norteamericanas. Por el momento tampoco hay garantía de que los sistemas que se presenten a homologación aprueben las estrictas normativas de Estados Unidos y, en consecuencia, cuando el convenio de la OMI sobre las aguas de lastre entre totalmente en vigor en cada país, los operadores de buques con relación comercial con USA, se verán obligados a adaptarse a unos sistemas que hayan pasado por el trámite del Coast Guard. (Fundacion Nuestro Mar, 2015)

En caso que el sistema elegido no obtenga la aprobación deberá ser reemplazado en un plazo de cinco años con el fin de continuar con el comercio con EE.UU. Bimco, la Cámara Naviera Internacional, Intercargo e Intertanko han señalado su contrariedad por el hecho que un armador que, de buena fe, quiera cumplir con los requisitos internacionales y nacionales de gestión del agua de lastre se podría enfrentar a la inaceptable situación de tener que invertir posiblemente dos veces en un mismo sistema por causas ajenas a su propia compañía. (Fundacion Nuestro Mar, 2015)

Tabla 2: Tabla de Costos del cumplimiento del convenio BWM. (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Costo en Miles de Pesos		Costo Total en Miles de Dólares	DETALLE DE CÁLCULO
				COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL		
Entrenamiento a miembros de la tripulación	Curso de entrenamiento de acuerdo a modelo propuesto por la OMI	Curso por persona	1.700	400,0	680.000,0	1.305,2	Se considera la capacitación de al menos 20 personas por nave con capacidad igual o mayor a 400 TRG (82 naves). El costo por persona utilizado es de \$400.000. Se incluyen 60 cupos adicionales para participación de otros agentes de Agencias Navieras, Puertos u otros.
Planes de BWM	Formulación de plan de BWM por nave	Plan por nave	82	5.000,0	410.000,0	786,9	Se consideran las 82 naves con tonelaje igual o mayor a 400 TRG, y un costo estimado por nave de 5 millones de pesos
Libros de registro de BWM	Diseño de libro de registro	Diseño	1	4.000,0	4.000,0	7,7	Se estimó el costo en base a Leal et al. (2011) y costos de estudios similares revisados en portal de Mercado Público de Chile
Opciones de manejo de Agua de Lastre							
Cambio de agua de lastre	Costo asociado a cambio de agua de lastre	Tonelada de agua de lastre	5.538.231	521,0	2.885.418.351,0	5.538.231,0	Se consideró un costo de 1.000 dólares la tonelada de agua de lastre cambiada, utilizando el valor estimado de agua deslastrada en los 6 principales puertos en base a la carga movilizadora por importación. El 95% del agua deslastrada asciende a 5.538.231 toneladas.
Tratamiento de Agua de Lastre	Sistemas de tratamiento a instalar en las naves	Nave	82	260.500,0	21.361.000,0	41.000,0	Considerando costos de 100 mil a 1 millón de dólares, se utilizó un valor intermedio de 500 mil dólares por sistema de tratamiento
1 dólar de Estados Unidos = 521 pesos chilenos				TOTAL	2.907.873.351,0	5.581.330,8	

La tabla anterior señala como valor promedio del costo de una planta de tratamiento de aguas de lastre en 500.000 dólares (Año 2012).

1.9 Consecuencias inevitables de la implementación.

La implementación del Convenio indica que en el futuro habrá entre 50.000 y 70.000 buques que tendrán que cumplir con las regulaciones. La mayoría tendrá que acatar las normativas después de llevar a cabo sus correspondientes renovaciones en los astilleros, el punto máximo de demanda de tecnología podría llegar nada menos que a 10.000 unidades de tratamiento de agua de lastre por año (o alrededor de 30 por día) para ser instaladas en todo el mundo.

La reconversión de sistemas de gestión del agua de lastre conlleva un trabajo personalizado y complejo, ya que para seleccionar el tratamiento más adecuado para un buque será necesario tener en cuenta las características propias de la embarcación determinadas por una serie de factores, incluyendo el espacio disponible, la potencia, los sistemas existentes, las rutas comerciales de navegación, la formación de la tripulación y las propias preferencias del cliente.

Es así como hoy en día los armadores nacionales e internacionales están realizando fuertes inversiones para adaptar sus naves con dispositivos de tratamiento de agua de lastre, con un alto costo de inversión y, por otra parte, quienes tienen naves en astillero o compran naves nuevas, deberán considerar la necesidad que esta traiga ya instalado el dispositivo de tratamiento. (Iturzaeta, 2017).

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 Objetivos.

Considerando la descripción del problema expuesto en párrafos anteriores, es muy probable que la entrada en vigor del convenio traiga consigo problemáticas a resolver para los Armadores y para los terminales Portuarios. Hasta el momento, estos últimos se han mantenido al margen de la discusión, pero es claro que pueden aportar o ser parte de la solución.

2.1.1 Objetivo General.

- Evaluar la posibilidad de implementar tecnología chilena, a fin de dar respuesta a la problemática surgida debido a la puesta en marcha del convenio para el control y la gestión de agua de lastre y sedimentos en las naves, en los puertos de Chile.

2.1.2 Objetivos específicos.

- Efectuar una evaluación Técnica que permita establecer un servicio portuario
- Definir un Modelo de Negocio que permita la inversión de un privado.
- Realizar una Evaluación Económica que le entregue factibilidad al proyecto de negocio.

2.2 Alcances y limitaciones.

El proyecto debe considerar la inversión de un ente privado distinto al Terminal Portuario, que pueda gestar la fabricación y operación de un sistema de filtrado que cumpla con el estándar y con la debida autorización del Terminal, posterior al pago de permisos y el “Royalty” correspondiente. Este ente privado, bien podría ser un consorcio, asociación u otra modalidad de negocio previamente definida entre quienes presenten la iniciativa.

Dentro de las limitaciones observadas en el proyecto, se observa que existe una variable referida al número de eventos de falla del sistema de recambio de lastre en las naves, que pudiese existir, lo que va a ser determinante para poder evaluar la factibilidad económica, por parte de quien va a realizar la inversión, por ende se deberá establecer un mercado potencial o en su defecto establecer un análisis de sensibilidad que permita reconocer el mínimo de atenciones requeridas para que el proyecto sea viable.

Otro aspecto importante es el costo de mantención del equipamiento, en los periodos de no utilización del servicio, que es un factor importante a considerar, por ello el sistema implementado debe ser simple, en cuanto a su capacidad de despliegue, montaje, desmontaje y almacenamiento. Se debe evaluar la posibilidad de utilizar el equipo en otras tareas, en los tiempos de para.

3. TECNOLOGÍA PROPUESTA

Para que el proyecto de negocio sea efectivo, se considera la ocurrencia relativamente periódica de potenciales eventos de falla del sistema de tratamiento implementado a bordo, lo que inevitablemente involucraría un problema para la nave durante la navegación y en puerto, impidiendo que las operaciones de carga y descarga se desarrollen sin interrupciones, mientras dure un potencial desperfecto. Entonces surgen las siguientes interrogantes:

¿Qué opciones tiene el Armador para solucionar el problema, sin afectar su programa de embarque y descarga, el cumplimiento con la entrega de mercancía a tiempo y las operaciones del propio terminal? y, por otra parte,

¿Qué alternativa puede ofrecer el propio terminal? Se debe tener en consideración que teóricamente la nave no puede cargar sin botar el lastre, ni descargar sin ingresar agua de lastre a sus estanques, por razones de esfuerzos estructurales y de estabilidad: Existen límites aceptables para la transferencia en puerto, pero ello dependerá de cada nave.

Para ofrecer una propuesta efectiva, se ha considerado para el presente proyecto, la utilización de un filtro biológico comúnmente usado en la limpieza de redes de acuicultura y recientemente en la limpieza de cascos de naves a flote.

3.1 Filtro Biológico F8A.

El filtro rotulado con nombre F8A, fue diseñado como proyecto piloto por la empresa chilena Maoto S.A., para el tratamiento e Inertización de riles de mar con resultados muy satisfactorios. Esta experiencia los llevó a implementar dicho sistema en el tratamiento de agua de lastre cuyos resultados fueron expuestos en el informe de análisis de resultados de Inertización de aguas de Lastre de la MN Surabaya Express (Ochoa, Informe analisis de resultados de inertización de aguas de lastre provenientes del estanque No 3 de la MV Surabaya Express, 2017), elaborado por el Núcleo de Biotecnología de Curauma, dependiente de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y presentado a la Autoridad Marítima para su validación.

El proceso de validación consistió en realizar un muestreo y análisis estandarizado por parte del Laboratorio de toxicología Humana y Ambiental de la Universidad de Playa Ancha, según Norma NCh 411. Los resultados respecto a parámetros como Coliformes fecales, Clorofila A y Recuento de anaerobios mesófilos a 37ª C, especialmente este último, evidenció claramente la efectividad del filtro F8A, al inertizar la Actividad Biológica en hasta un 4941%, en consecuencia, el filtro biológico produce eficazmente el efecto deseado.

Se puso énfasis en cumplir con los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral y que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos revisados según normas, no sean sobrepasados. Por lo anterior, se colocó especial rigurosidad y énfasis en la obtención de las muestras M3 y M4 (Fig. 11) que corresponden a la descarga de líquidos en el mar post tratamiento con filtro F8A.

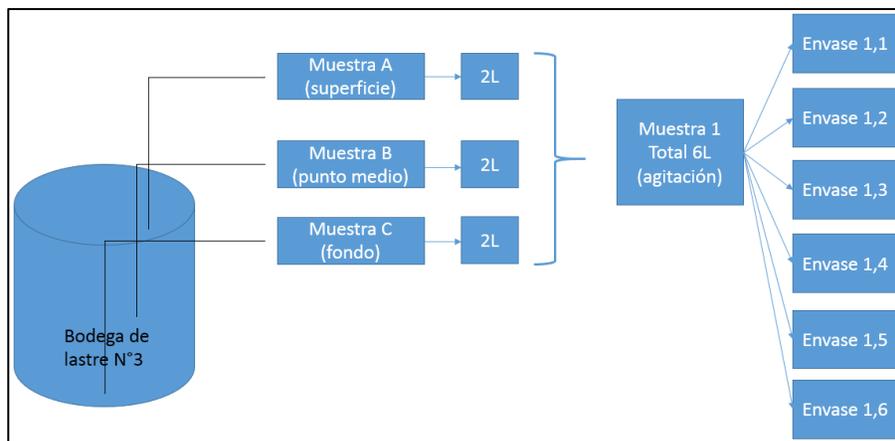


Figura 6: Esquema del proceso de muestreo de agua de lastre. (Maoto S.A.)



Figura 7: Se registra el proceso de muestreo y cadena de custodia de las muestras. (Maoto S.A.)

Respecto a los parámetros de interés para la OMI a través de la resolución MEPC:207 (Sesión 62), el texto es claro en cuanto a sus directrices referidas al control y la gestión de la contaminación biológica de los buques para los efectos de reducir al mínimo la transferencia de especies acuáticas invasivas. En base a lo anteriormente señalado, el Informe No 040-17 concluye que la operación de tratamiento de aguas de lastre propuesta por la empresa Maoto S.A. presenta una alternativa eficiente en el control de vectores biológicos externos que utilizan como medio, aguas de lastre.

El filtro F8A no solo cumple cabalmente con el efecto deseado, sino que, además, está perfectamente alineado con la visión y directrices estratégicas que promueve la OMI para asegurar la gestión y control de la contaminación biológica en el medio ambiente marino. La tecnología elimina la necesidad de realizar la maniobra de recambio en alta mar, con el riesgo que ello implica para la seguridad de la nave y su tripulación, permitiendo a la embarcación realizar el deslastre en puerto en cumplimiento de la normativa ambiental. Asimismo, podrá incluso implementarse esta tecnología en las propias embarcaciones permitiendo tratar el agua en cualquier parte del mundo, o mientras el buque navega.

La patente de invención que protege al filtro UV corresponde a un sistema de repotenciación de esta radiación de hasta un 600% (teórico), lo cual permite disminuir radicalmente el tamaño de los equipos del sistema de Inertización.

La utilización de radiación ultravioleta (UV) ha mostrado ventajas, ya que es un método altamente efectivo contra microorganismos gracias a la capacidad de la radiación UV de romper los enlaces que conforman el ADN. Esta molécula (así también como el ARN) tiene su máxima absorción en los 254-257 [nm], causando el rompimiento de enlaces, formación de enlaces cruzados entre los ácidos nucleicos y proteínas, deteniendo efectivamente la actividad biológica presente. **(ANEXO C)**

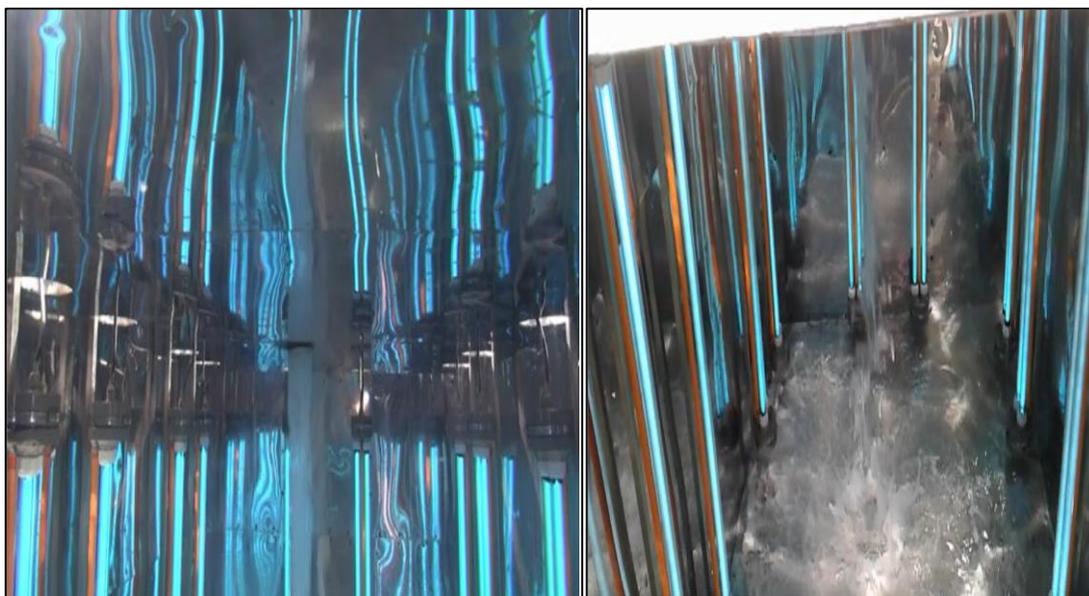


Figura 8: Interior cámara de Radiación, que muestra el trabajo de las lámparas y los rayos UV. (Maoto S.A.)

Debido a la capacidad natural de las células de regenerar este tipo de daño, es necesario que la exposición de los microorganismos a la radiación esté determinada de acuerdo a su capacidad para resistir la intensidad de radiación y el tiempo de exposición.

Producto que la radiación de por si no elimina partículas más grandes (partes de moluscos, pescados, algas y otros materiales), y su efectividad se ve altamente disminuida por la presencia de material en suspensión, es necesario acoplarlo con otros sistemas para remover esta fracción del contenido sólido más grueso, mediante filtros físicos: desde el entramado de mallas hasta el filtro rotatorio de 60 micras.

El sistema desarrollado, F8A, une la capacidad de la radiación UV potenciada en la eliminación de microorganismos, a la eliminación de la parte más gruesa, que es retirada mediante un filtro físico. Se ha desarrollado la ingeniería de dos modelos distintos para el sistema F8A: uno para ser implementado a bordo del buque, y el segundo del tipo móvil, permitiendo dar asistencia y servicio a los diferentes buques que atracan a puerto, durante la maniobra de carga y descarga.



Figura 9: Transporte de la cámara de radiación. (Maoto S.A.)



Figura 10. Se señalan las operaciones realizadas durante las pruebas Piloto (Maoto S.A.)

El Sistema propuesto para el proyecto piloto, aprovecha el efecto biocida de la radiación ultravioleta no sólo retirando todo el material mayor del medio, utilizando un filtro físico sino también concentrando la radiación en la parte central, mediante espejos reflectores colocados al interior de la unidad. Esto aumentará la intensidad de radiación al interior del volumen del reactor UV mejorando su capacidad de esterilización de las aguas de lastre. El tratamiento y deslastre se realizará durante las maniobras de desembarque / embarque del buque, por lo que no significa un tiempo extra en su estadía en puerto. Este sistema entregará una opción más segura a las embarcaciones en especial a los de mayor calado, ofreciendo la opción en este caso, de un sistema de tratamiento en el puerto de recalada, emplazado en el terminal o de manera móvil. Mediante la evaluación y valorización de la tecnología y el mercado potencial al que puede ingresar este equipo, se espera obtener una visión clara de su capacidad de introducción al mercado.

3.2 Diseño.

Este filtro patentado en Chile 200801565; Canadá 2,667,045, consiste en una estructura metálica, en cuyo interior se ubican los filtros y la cama de sanitización. El agua de lastre se bombea desde los estanques de las naves con bomba propia y se hace pasar a través del filtro 8A-T, donde se produce la sanitización y devolución al mar (con una carga biológica muy inferior a las exigencias).

El Filtro es una adaptación del Filtro para limpieza de redes in situ, montado para dar servicio de Inertización de sus aguas de lastre a los buques que, por razones de seguridad de la nave o la tripulación, no pudieron hacerlo en alta mar o en definitiva son víctimas de algún tipo de falla. El Dispositivo consta de un filtro físico y una cámara de radiación UV repotenciada. La operación de Inertización del agua de lastre consiste en pasarla por un filtro físico para eliminar impurezas mayores. El agua filtrada físicamente pasa a una cámara de radiación repotenciada, emitiendo una radiación UV inicial del orden de 1.050.000 [uWseg/cm²].

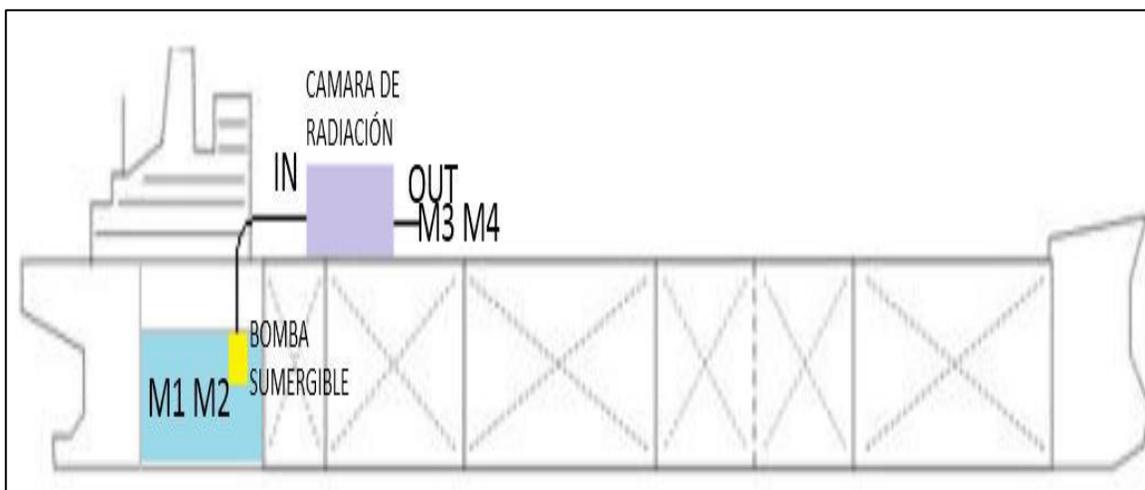
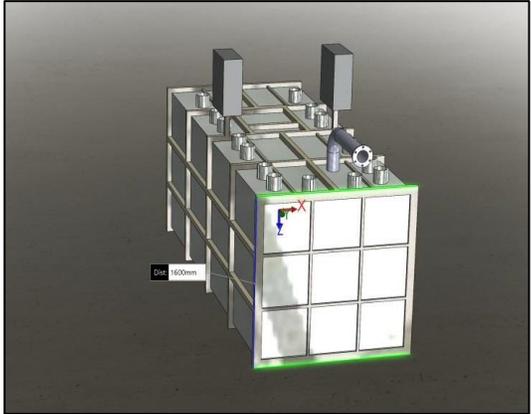


Figura 11: Esquema del proceso de filtrado a través de cámara de radiación durante prueba piloto.

3.3 Detalles Técnicos de la Maquinaria asociada al Filtro F8A.

Para efecto del presente proyecto, se ha considerado ampliar la capacidad, para obtener un mayor volumen en la cámara de radiación, logrando alcanzar los 50 m³ aproximadamente (Semejante al tamaño de un Contenedor de 40') y 6 min de residencia, ello debido a que se deberá utilizar una bomba de transferencia de mucha mayor capacidad, del orden de los 500 m³/hora, para poder deslastrar una nave con aproximadamente 30.000 m³ de lastre en un tiempo relativamente corto (aprox. 2,5 días). Adicionalmente, se deberá aumentar la cantidad de luces UV a 28 lámparas, equivalentes a 1 kW de consumo (36 W por lámpara), a fin de mantener la radiación mencionada en el párrafo anterior.

Tabla 3: Sistema de filtrado UV y sus elementos auxiliares

			
Filtro rotatorio retro lavable	Tamiz de 40 micras, de acero inoxidable		
Cámara de Radiación Diseño geométrico rectangular,	Mayor Estabilidad, Seguridad en traslado y en la operación.		
Transporte	En Camión		
Material	Acero Inoxidable AISI 316L		
Capacidad de carga	50 m ³		
Capacidad de radiación	1.512.000 uWseg/cm ²		
Lámparas UV	28/36 W		
Medidas (alto x ancho x largo).	2000 mm x 2000 mm x 12500mm		
Tipo	Bomba Centrifuga		
Caudal:	500 m ³ /H		
Tamaño de la entrada:	DN 300 m.m.		
Columna de elevación	50 m.		
Diámetro de Salida	DN 250 m.m.		
Velocidad:	1450 rpm		
Motor Modelo:	Cummings 6BTA5. 9-G2		
Velocidad:	1450 rpm.		
Generador Modelo	EP2500		
Salida de CA nominal	2000 W		
Max. salida de CA	2200 W		
Factor de potencia	1.0		
Salida DC	12 V/8.3A		
Motor	Honda GP160		
Capacidad del depósito (L)	12		
Trabajo continuo (H)	13		
Nivel de ruido LWA dB (A)	73		
Potencia en KVA	7,5		

3.4 Otras Tecnologías – Tipos de Tratamiento.

Actualmente existen diversos tipos de tratamientos de diferentes índoles, podemos destacar tratamientos tipo mecánicos, físicos y químicos.

Mecánicos:

- Separación ciclónica.
- Filtración.

Físicas:

- Ultrasonidos
- Cavitación
- Radiación Ultravioleta
- Eliminación por Calor
- Desoxigenación
- Coagulación

Químicas:

- Electro-Clorinación
- Ozono
- Clorinación
- Dióxido de Cloro
- Oxidación avanzada

Dentro de los tratamientos físicos que existen, se encuentra la utilización de radiación Ultravioleta, el Ultrasonido, el Tratamiento térmico, La Electro Ionización Magnética, Los Impulsos eléctricos e Impulsos electro – plasmático, etc. (Concha, 2013). Respecto a la tecnología utilizada, a continuación, se describen tres plantas diferentes de tratamiento de agua de lastre: Alfa Laval, Aura Marine y Panasia, además de un sistema móvil de Inertización de aguas de lastre de la empresa Damen. Los tres fabricantes proponen plantas de filtrado y eliminación de organismos mediante reactores UVA. Con el fin de conocer otras alternativas de tratamiento que existen en el mercado, a continuación, se señalan solo algunas:

3.4.1 Sistema de tratamiento de lastre PureBallast de Alfa Laval.

Alfa Laval, en conjunto con Wallenius Water, lanzaron un sistema de tratamiento de aguas de lastre llamado PureBallast, este es el primer sistema viable diseñado para prevenir el desplazamiento de especies invasoras que se introducen dentro del agua de lastre de los buques.

Esta tecnología innovadora, se creó con más de dos años de adelanto respecto a la normativa de la OMI para la prevención del transporte de organismos no deseados. El sistema Pureballast tiene el potencial para satisfacer los requisitos actuales de la OMI, de hecho, fue el primer tratamiento aprobado por ellos, que garantiza con éxito la eliminación en su totalidad de las especies invasoras que se encuentren en el agua de lastre.

El PureBallast a diferencia de otros tratamientos, no requiere de sustancias adicionales ni de tratamientos previos. Este sistema utiliza una avanzada tecnología de oxidación llamada

AOT (2) de Wallenius AOT Technology. Actualmente, este sistema libre de procesos químicos, se puede encontrar en otras ³aplicaciones, incluidos muchos "productos inteligentes" como por ejemplo sistemas de auto limpieza de ventanas de rascacielos y automóviles.

El sistema PureBallast, se destaca principalmente por su tamaño y simplicidad. Está diseñado para pasar casi desapercibido, tanto en su manipulación como en el tiempo de las maniobras. Además, su estructura de bloques permite que encaje perfectamente en espacios limitados.

En el corazón del sistema se encuentra una o más unidades AOT, cuyas dimensiones son de un poco menos de un metro cuadrado y 2 metros de altura. Estas unidades contienen catalizadores en base a dióxido de titanio, los cuales generan radicales libres cuando son combinados con luz. Los radicales libres, cuya vida útil es sólo unos pocos milisegundos, rompen la membrana celular de los microorganismos y así es como este sistema libera de especies bio invasoras las aguas de lastre.

Las unidades AOT, pueden ser combinadas para obtener capacidades de flujo de entre 250 a 5.000 m³/h. Inclusive, con una correcta planificación, se podría perfectamente adaptar este mecanismo a una nave ya existente, ya que su flexibilidad en la adaptación de todo el sistema así lo permite.

Para salvaguardar el desempeño de estas unidades, existe la unidad CIP (3), que utiliza una solución biodegradable, para limpiar por 15 minutos cada una de las unidades AOT después de cada operación de lastrado o deslastrado. El resto de los componentes que conforman este sistema de tratamiento incluyen un filtro de 50 micrómetros, el cual bloquea el paso de los organismos más grandes y reduce los sedimentos en los estanques de lastre, y un caudalímetro, el cual asegura que el tratamiento sea efectivo al caudal seleccionado.

Debido a que el sistema PureBallast no posee partes móviles o algunos elementos consumibles, el sistema se puede mantener con el mínimo esfuerzo. Por ejemplo, el elemento más delicado que podría tener el sistema, son las lámparas utilizadas en las unidades AOT, pero según estimaciones de Alfa Laval, estas podrían llegar a tener una vida útil de alrededor de 1.500 horas. La vida útil del sistema completo, se estima aproximadamente que es igual a la media de un buque convencional, lo que equivaldría a unos 20 años. (Ellies, 2011)

³ CIP: sigla en inglés que significa limpieza in situ (Cleaning in Place) – AOT: sigla en inglés que significa Tecnología de oxidación avanzada (Advanced Oxidation Technology)

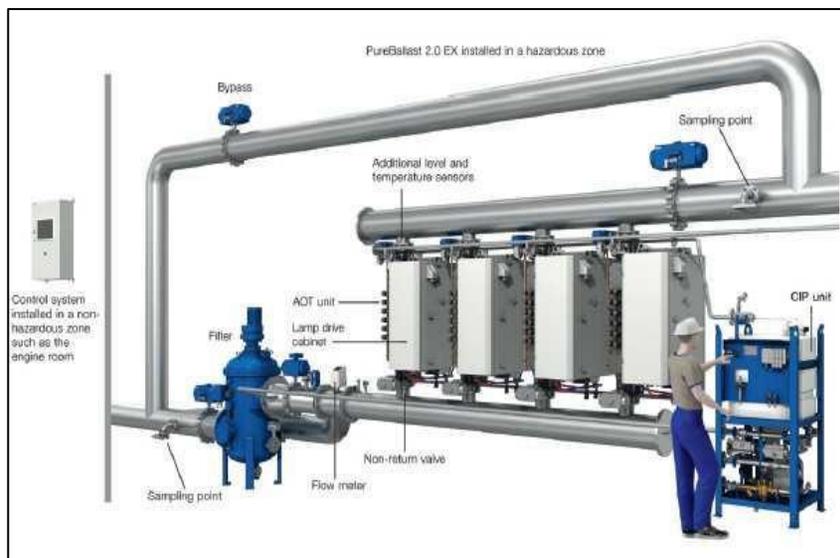


Figura 12: Sistema Alfa Laval para el tratamiento de Agua de Lastre

3.4.2 Planta de Tratamiento de Lastre (Crystal Ballast) - Aura marine.

Auramarine Ltd., con sede en Finlandia, recibió una aprobación de tipo IMO para su sistema de tratamiento de agua de lastre Crystal Ballast. Es un proceso de dos pasos, con un filtro automático eficiente para eliminar sedimentos y organismos más grandes, seguido de una unidad de UV de presión media intensiva para desinfectar e inactivar el plancton más pequeño, las bacterias y los patógenos.

El filtro y la desinfección UV son un proceso comprobado de desinfección puramente físico y sin químicos, y no se ven afectados por las variaciones de salinidad en el agua de mar. La desinfección es rápida y el agua de lastre está lista para ser descargada inmediatamente después del tratamiento sin ningún producto secundario.

El agua de lastre se trata con un filtro y UV durante la toma de agua de lastre y se trata nuevamente durante la descarga de agua de lastre a través del reactor de UV solamente (filtro omitido). El re-tratamiento durante la descarga es necesario para eliminar el posible recrecimiento de bacterias en los tanques de lastre debido a la contaminación cruzada o la desinfección de la ingesta incompleta. Ambos pasos del proceso se han seleccionado cuidadosamente para proporcionar una caída de presión mínima sobre el sistema de tratamiento y un área de instalación pequeña y compacta.

La planta posee un filtro automático, un Flujómetro más válvula reguladora de flujo, un reactor UV, Sistemas de válvulas, purgas y tubería. La luz UV tiene la capacidad de destruir el ADN contenido en los microorganismos, según la teoría AOT. (Ellies, 2011).

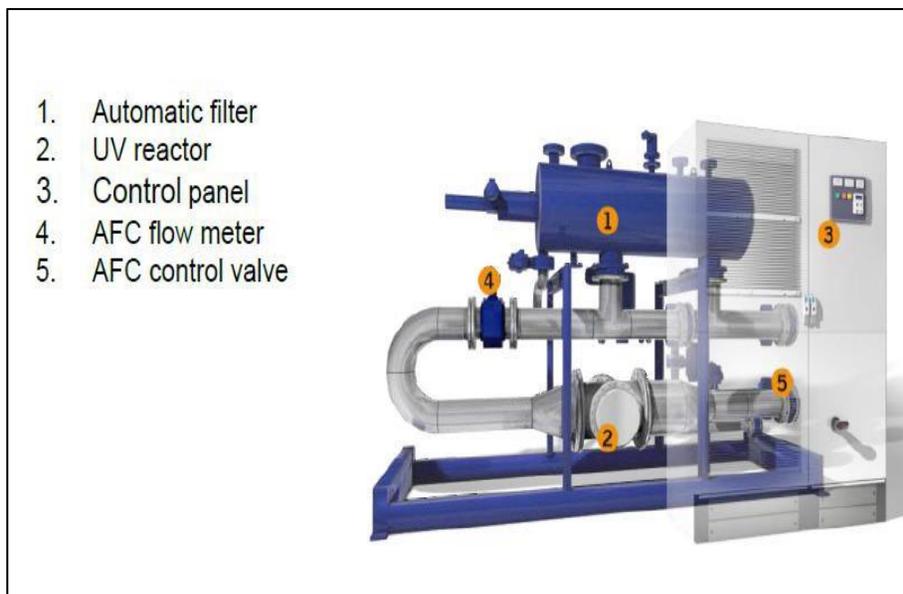


Figura 13: Planta Crystal Ballast del Grupo AURA Marine, realizada por la empresa Frydenbø (uno de los representantes europeos del Grupo Aura Marine).

3.4.3 Sistema de Tratamiento de aguas de lastre Gloen-Patrol – Panasia.

Panasia ha desarrollado un sistema de gestión modular de aguas de lastre en línea, que funciona durante el lastrado del mismo llamado GLOEN-PATROLTM.

El sistema es totalmente automático y realiza el proceso mediante dos etapas:

- Filtración. El cual tiene un sistema de auto lavado por contracorriente que tarda entre 10 y 30 segundos.
- UV: De alta intensidad.

Funcionamiento: Durante el lastrado, el agua pasa a través de un filtro para eliminar cualquier partícula un organismo grande. Antes de ir a los tanques el agua circula a través del sistema UV para eliminar o dañar el DNA de los organismos. Durante el deslastrado el agua vuelve a pasar por la unidad UV, por seguridad, y es descargada al mar. (García, 2014)

Dentro de los aspectos positivos, destaca el bajo consumo de energía, bajos costo de mantenimiento, sistema de operativo simple. Posee enjuague automático en la unidad de la filtración, limpieza automática del limpiador en la unidad Ultravioleta UV, su instalación es fácil y funciona independiente de la condición del agua, por lo tanto, no le afectan la salinidad, temperatura y no posee ningún requisito para dosificar los productos químicos líquido o del polvo para la desinfección No produce sustancias activas. (Nauticexpo, 2018)

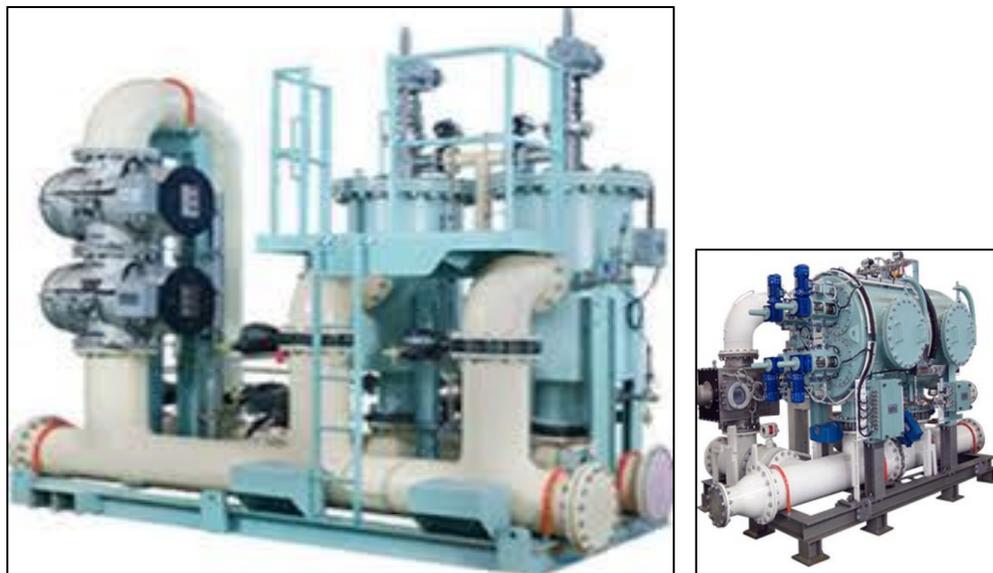


Figura 14: Sistema de Tratamiento de Aguas de Lastre Gloen-Patrol de Panasia.

Tabla 4: Algunos de los sistemas de eliminación de organismos en el agua de lastre (Fernandez, 2012)

SISTEMA/COMPAÑÍA	PROCESO
Alfa Laval-Pure Ballast	Filtración + Ultra-Violeta
Hyde Marine Guardian	Filtración + Ultra-Violeta
NEI-VOS (Venturi Oxygen Stripping)	Cavitación + desoxigenación
Hamann AG-SEDNA	Separación hidrociclónica + filtración + química
OceanSaver AS	Filtración + cavitación + electroclorinación + desoxigenación
Techcross Electro-Clean System	Electroclorinación
NK-O3 (Blue Ballast)	Ozono
Hamworthy-Sedinox	Electrólisis
JFE Engineering Corporation	Filtración + cloración + reducción química + cavitación
Marengo	Filtración + Ultra-Violeta
Severn Trent de Nora	Filtración + electrólisis + reducción
ATG Willand	Hidrociclón + Ultra-Violeta
Gauss	Filtración + Ultra-Violeta
Environmental Technologies Inc	Filtración + ultrasonido
MH Systems	Deoxigenación
Mitsubishi Heavy Industries	Filtración + electrólisis
Qwater	Filtración + ultrasonido
Ecochlor	Dióxido de cloro (preparado desde clorato de sodio, peróxido hidrogenado y ácido sulfúrico)
TG Ballastcleaner & TG Environmentalguard, Toagosei Group	Filtración + hipoclorito sódico en flujo turbulento + sulfito de sodio para eliminar cloro residual
Resource Ballast Technology	Electroquímica + cavitación ultrasónica + ozono + filtración
Clear Ballast, Hitachi	Floculación magnética + filtración
GloEn-Patrol, Panasia Co. Ltd	Filtración + presión media alta intensidad Ultra-Violeta + descomposición eléctrica
Special Pipe, Mitsui Engineering	Filtración + alta cavitation + ozono
Optimarin	Filtración + Ultra-Violeta

3.4.4 Ejemplo de un sistema móvil de Inertización.

La empresa holandesa Damen, de forma pionera, comenzó a realizar investigaciones, conscientes que existen muchas razones por las que no se puede llevar a cabo un tratamiento adecuado del agua de lastre a bordo de un buque que ingresa al puerto. Ya sea que se trate de un sistema que no funciona bien, la imposibilidad de (económicamente) instalar un sistema retro adaptado a bordo de un buque existente o una autoridad local con requisitos de agua de lastre que superen las expectativas. En reconocimiento a esto, Damen ha desarrollado su tecnología única de descarga de agua de lastre llamada InvaSave, que permite el procesamiento y descarga de agua de lastre en el puerto, procedimiento similar al que se sugiere en el presente estudio, pero con tecnología nacional.



Figura 15: Señala las dimensiones del sistema InvaSave y la posibilidad de montarlo sobre barcaza. (DAMEN, 2014)



Figura 16: Se señala la posibilidad de transportarlo en camión e implementarlo sobre el propio terminal y la maquinaria al interior del contenedor. (DAMEN, 2014)

Este dispositivo está diseñado completamente autónomo, con un generador incorporado y una manguera integrada, y viene en un contenedor de envío de tamaño estándar certificado

por CSC, que lo hace fácilmente transportable por carretera y por mar. Sin embargo, la mejor parte al respecto es que elimina los tiempos de espera requeridos. Esto significa que cualquiera que sea el agua de lastre que pasa a través de la unidad, sale certificada D-2 en una sola pasada. InvaSave es el único sistema de tratamiento de agua de lastre actualmente en el mercado que cuenta con la certificación IMO para operar de esta manera. (DAMEN, 2014)

4. EFECTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD.

Chile ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica el 9 de septiembre de 1994, mediante Decreto Supremo N° 1.963 del Ministerio de Relaciones Exteriores, el que fue publicado en el Diario Oficial con fecha 6 de mayo de 1995. El Convenio es el primer acuerdo global sobre todos los niveles de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce explícitamente que la conservación de la diversidad biológica es una meta común de la humanidad y la base fundamental del proceso de desarrollo. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.

En 2010, las Partes adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, un marco de acción decenal para que todos los países e interesados salvaguarden la diversidad biológica y los beneficios que proporciona a las personas.

En el caso de los océanos, estos cubren el 70% de nuestro planeta y representan más del 95% de la biosfera, con un amplio abanico de hábitats marinos y costeros, desde entornos casi terrestres como los arrecifes coralinos, los bosques de manglares, las praderas marinas y los estuarios a los que se encuentran a gran profundidad bajo la superficie como las zonas de alta mar, las fuentes hidrotermales, las montañas marinas y los sedimentos blandos del lecho oceánico. Además de ser una fuente valiosa de alimentos y la base de diversas actividades económicas, el océano es uno de los mayores reservorios naturales de carbono. Almacena aproximadamente 15 veces más CO₂ que la biosfera terrestre y los suelos, y juega un papel significativo en la moderación del clima.

Los hábitats profundos del lecho marino albergan entre 500.000 y 10 millones de especies. La vida marina de las profundidades es esencial para la vida en la Tierra debido a su papel crucial en los ciclos del carbono y los ciclos biogeoquímicos globales, incluida la regeneración de nutrientes.

Sin embargo, esta tremenda riqueza de diversidad biológica y servicios de los ecosistemas no es infinita. Hoy en día las actividades humanas suponen una gran amenaza para los mares y las costas y uno de los factores más perjudiciales corresponde a las especies exóticas invasoras, que conlleva a la destrucción de hábitats autóctonos y a las especies originarias. El cambio climático global conlleva presiones adicionales al elevar el nivel del mar, aumentar la temperatura del agua y provocar más tormentas y desastres naturales. El agua del mar se está acidificando debido al aumento de los niveles de CO₂ atmosférico, lo cual tiene importantes repercusiones para la diversidad biológica marina.

Esta evaluación realizada a nivel global determinó que los océanos están gravemente infra protegidos, sólo un poco más del 1% de la superficie de los océanos ha sido designada área protegida, en comparación con casi el 15% de la superficie de tierra firme. Por lo tanto, los países que han adoptado el Convenio sobre la Diversidad Biológica como Chile se

enfrentan a varios retos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica marina y costera. (ONU)

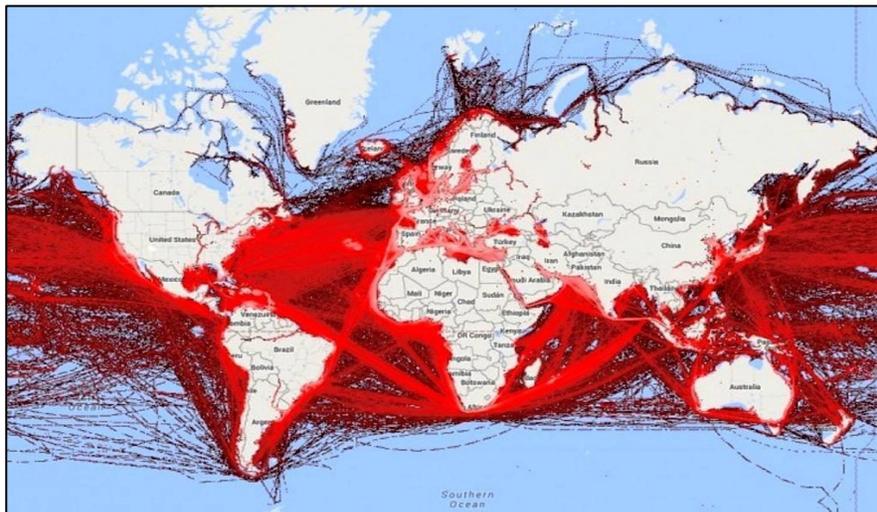


Figura 17: La cartografía mundial las rutas de tráfico marítimo usuales desde hace más de un siglo. Fuente: (Fundar, 2016)

4.1 Las especies exóticas invasoras.

En Chile existe una carencia de inventarios exhaustivos de especies exóticas invasoras, por lo cual es difícil evaluar grado de dispersión y condición de invasividad que existe (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

A diferencia del derramamiento de hidrocarburos, la introducción de especies invasoras no puede ser filtrada o asimilada por los océanos. Se podría decir que, mientras en el primer caso el impacto de un derrame de hidrocarburos desciende con el tiempo, en el segundo crece exponencialmente con el mismo. Una vez introducidas ciertas especies, son virtualmente imposibles de eliminar. (Fernandez, 2012).

A nivel global se estima en más de trece mil millones de litros el agua lastre que transporta anualmente la flota mercante en todo el mundo, arrastrando consigo piedras y sedimentos. Hasta siete mil especies diferentes, animales y vegetales, recorren cada día miles de millas en el agua de lastre de los barcos y, con el deslastre, alcanzan un nuevo destino para el que se convertirán en una amenaza en potencia. Este problema ha ocasionado ya graves daños ambientales y socioeconómicos en todo el planeta y, en consecuencia, este trasiego se ha convertido en el mayor vector para la transferencia marina de organismos. (ANEXO D)

En el Plano local, el territorio de Chile se caracteriza por un aislamiento de carácter biogeográfico, con un territorio limitado por barreras geográficas, lo cual ha configurado una biodiversidad que se caracteriza por un relativo alto endemismo en ecosistemas muy variados. Esto hace de Chile un país altamente heterogéneo en términos de las condiciones ambientales para la evolución de su diversidad biológica. Dicha heterogeneidad ambiental alberga alrededor de 30.000 especies, con un alto endemismo, con sitios importantes a

nivel mundial por su biodiversidad, los que han sido denominados puntos calientes o “hotspots” de la diversidad biológica global. (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012)

En el ámbito marino, se destaca la posible introducción de especies exóticas en aguas de lastre, considerando el alto tráfico marítimo de Chile, como, por ejemplo, la introducción de *Pyura praeputialis* en la bahía de Antofagasta, que habría sido introducida a través de aguas de lastre desde Australia. Actualmente, esta especie se distribuye en una extensión de línea de costa de alrededor de 70 Km en la zona intermareal y submareal somera.

En el Océano Austral o Antártico, que se consideraba un ecosistema marino libre de especies exóticas, se registró la introducción del cangrejo araña (*Hyaas araneus*), especie originaria del Océano Ártico y del Atlántico Norte, que fue colectada en las cercanías de la península antártica. Esta introducción se sospecha que haya ocurrido a través de aguas de lastre, debido al aumento del tráfico de embarcaciones en esta zona.

El análisis de las especies identificadas dio como resultado que la mayoría de las especies exóticas provenían de la costa oeste de Norte América y la costa este de Asia, con un total de 30 especies. El alto número de especies de estas zonas es consistente con el tráfico marítimo a esas regiones, identificando las zonas con más riesgo (ANEXO E). Además, de acuerdo a los antecedentes disponibles, considerando el mecanismo de introducción, 18 de las 51 especies exóticas habrían sido introducidas en aguas de lastre, incluyendo *P. Praeputialis*. Otras áreas de origen de las especies exóticas introducidas al país identificadas, corresponden al Pacífico Sur (i.e. Australia y Perú) con dos especies; el Atlántico Norte (i.e. Costa este de Norte América), con cuatro especies; el Atlántico Sur (i.e. Argentina, la costa oeste de África), con dos especies; y el Mar Mediterráneo y Mar del Norte, con nueve especies. (Neil, 2009) (CONAMA, 2009)

4.2 Impacto Económico.

Los antecedentes disponibles para poder dimensionar económicamente el impacto de la contaminación son escasos, incompletos y dispersos, lo cual no permite obtener un valor representativo, por lo cual cualquier cálculo estimado sería mucho menor al valor real.

No obstante, es posible determinar las zonas con mayor riesgo para el ingreso de especies exóticas invasoras trasladadas por aguas de lastre, en función del tonelaje movilizado de importación. De acuerdo a lo anterior, estas se encuentran en las regiones II (Mejillones y Tocopilla), III (Husaco/Guacolda), V (Quinteros, San Antonio, Valparaíso y Ventanas) y VIII (San Vicente), que en conjunto concentran más del 90% del tonelaje movilizado.

Dentro de las áreas más sensibles de la economía, se encuentra la pesca artesanal, dado que se realizan en zonas costeras, y en particular la referida a recursos bentónicos, incluidas las áreas de manejo. En este mismo sentido, la red de reservas marinas, a las que se debe sumar parques y otras áreas marinas protegidas, pueden ser altamente impactadas por la introducción de especies invasoras. (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012)

La actividad de acuicultura es altamente sensible a la introducción de especies invasoras, lo cual ha quedado en evidencia en experiencias internacionales, y en Chile con el efecto del virus ISA, que generó pérdidas estimadas de más de 3.000 millones de dólares.

El impacto de las especies invasoras sobre el turismo se genera principalmente por la introducción de organismos patógenos (p.ej. *Vibrio Cholerae*) y microalgas nocivas. Estas introducciones también afectan fuertemente toda la industria pesquera de alimentos, tanto para consumo humano como animal. Como ejemplo, en Perú, un brote de cólera significó pérdidas de más de 1.000 millones de dólares.

El efecto de la introducción de organismos patógenos o microalgas nocivas, además tiene un efecto inmediato, impactando rápidamente y en forma abrupta la economía de la localidad afectada. Considerando el desarrollo de la acuicultura en Chile, la introducción de nuevos organismos puede impactar fuertemente esta actividad, afectando las especies cultivadas, tanto en sistemas abiertos como en sistemas de cultivo en tierra, así como también los sistemas de cultivo, generando grandes pérdidas e incrementos de costos.

Las características de la costa de Chile, que incluye atributos que constituirían barreras a la introducción, no deben ser elementos para disminuir los resguardos, ya que el impacto es alto, generando pérdidas que tienen grandes efectos ecológicos, ambientales, económicos y sociales. (Neil, 2009)

El impacto en otras actividades de la economía, tales como industria de energía (p.ej. termoeléctricas), empresas portuarias, sistemas de desalinización de agua de mar, entre otras, es muy alto, estimando para las empresas termoeléctricas incrementos en los costos de mantención por obstrucción de tuberías y condensadores, y pérdidas por no producción, de alrededor de 2 millones de dólares por unidad generadora afectada.

Estudios basados en Ecología de Invasiones pueden prevenir con antelación potenciales introducciones de EEI, tal como fue predicha la posible invasión de *Didymo* a Chile el año 2007 (Spaulding, 2007), aun cuando esta predicción no tuvo una respuesta apropiada de la autoridad.

La ausencia de laboratorios certificados en Chile constituye una condición que dificulta la implementación del Convenio, ya que las muestras en el escenario actual deben ser enviadas a laboratorios fuera del país, lo cual implica mayor tiempo antes de conocer los resultados. En consecuencia, es imperativo promover la certificación de laboratorios a nivel nacional. Del mismo modo, se evidencia un déficit en investigadores dedicados a la identificación de especies marinas, por lo que será necesario promover la especialización de profesionales en universidades nacionales.

5. METODOLOGÍA.

Con el fin de poder desarrollar una solución rentable y así poder potenciar con éxito la iniciativa iniciada por la empresa Maoto S.A., se ha optado por utilizar el modelo Canvas, en orden a agregar valor a una iniciativa de negocio que cumpla con el objetivo del proyecto. Esta herramienta de análisis reflejará las fortalezas y debilidades que pudieran existir, entregando una visión global.

La metodología Canvas consiste en completar 9 módulos planteados por el autor Sr. Alexander Osterwalder, todos ellos interrelacionados y que explican la forma de operar de la empresa para generar ingresos, los módulos son los siguientes:

- a. Segmentos de clientes.

Se refiere a conocer bien al público objetivo; a quién va a ir dirigida la oferta; cuáles son las preferencias de ese mercado o mercados, sus gustos, así como cuáles serán los clientes más importantes para el negocio y su propuesta de valor.

b. Propuesta de valor.

Muy unido a este concepto están los clientes. Es decir, existe una propuesta de valor que marca diferencia en el mercado. Esa propuesta de valor hay que dirigirla hacia los potenciales clientes, por lo que se deberá establecer una relación con ellos a partir del principal argumento que señala la oferta.

c. Canales de distribución.

Es la forma con la que se va a establecer el contacto con el cliente. Estos canales pueden ser directos, mayoristas, a través de Internet o puntos de venta propios.

d. Relación con el cliente.

Corresponde a la relación con cada tipo de cliente, teniendo en cuenta sus características y sus necesidades.

e. Recursos.

Este punto identifica los activos que una empresa necesita tener.

f. Actividades clave.

Corresponde a las actividades estratégicas que se desarrollarán para llevar la propuesta de valor al mercado, relacionarse con el cliente y generar ingresos.

g. Socios clave.

Son los agentes con los que necesitas trabajar para desarrollar el negocio: inversores, proveedores, alianzas comerciales, o una autorización por parte de algún órgano de la Administración Pública.

h. Fuentes de ingreso.

Ingresos esperados; cómo es el flujo (mensual, semanal, diario); cómo y cuánto está dispuesto a pagar tu cliente. Todas estas cosas tienen que ser coherentes con la propuesta de valor de nuestra empresa.

i. Estructura de costos.

Implica todos los costos que tendrá la empresa, una vez analizadas las actividades, los socios y los recursos clave. Además, permitirá saber cuál es el precio que tendrá que pagar el cliente para adquirir el producto o servicio.

6. RESULTADOS

6.1 Mercado.

En orden a poder comprender un posible mercado existente, se utilizarán los datos entregados en el boletín estadístico marítimo 2017, entregado por la Directemar y lo señalado en el Informe de evaluación económica para la implementación del Convenio de

aguas de lastre realizado por la Directemar 2012. Ambos documentos se complementan y actualizan, en cuanto a la realidad actual del tráfico marítimo – portuario en la zona.

En relación con las aguas de lastre, la OMI ha señalado que es más importante conocer el volumen de carga transportada, más que la cantidad de naves que recalcan, ya que existe una relación entre la carga transportada y el agua de lastre descargada. (Astudillo B. , 2006). A partir de un estudio realizado en el Terminal Coloso (Antofagasta - 2010), se estimó que el agua de lastre descargada es en promedio un 17% de la carga que lleva una nave. (Tapia, Carlos, 2012) .

Considerando lo anterior, se estima que a nivel nacional (Año 2016 – Tabla No 4) se deslastraron alrededor de 10.401.709 toneladas de agua salada, correspondientes al 17% del total de las exportaciones, de lo cual, los puertos de Quintero, San Antonio, Mejillones y San Vicente reciben un 68% del total de aguas de lastre.

Además de lo anterior, los Indicadores observados en estos documentos, señalan que el tráfico marítimo en Chile se concentra básicamente en la V Región con 57,8% del tonelaje movilizado por exportación⁴, aportados por los puertos de Quinteros, San Antonio, Valparaíso y Ventanas; la II Región, con 18,7% del tonelaje movilizado a través de los puertos de Mejillones y Tocopilla; la VIII Región con 11,4% del tonelaje movilizado a través del puerto de San Vicente; y la III Región con 4,4% del tonelaje movilizado a través del puerto de Huasco-Guacolda. Estos 8 puertos en conjunto representan más del 92% del tonelaje movilizado a nivel nacional. (Tapia, Carlos, 2012)

Tabla 5: Tonelaje movilizado en exportación año 2007 – 2016. (Directemar, Boletín estadístico marítimo 2017, 2017)

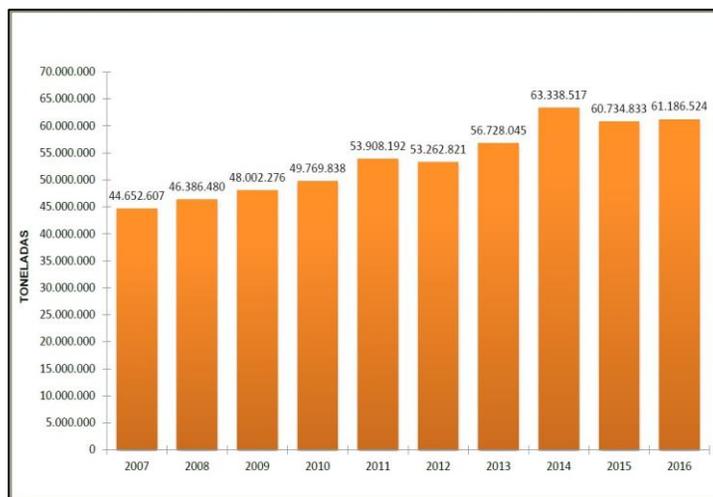


Tabla 6: Tonelaje movilizado en exportación por puertos y según tipo de carga. Durante el año 2016. Las cantidades son presentadas en toneladas métricas (Fuente: www.directemar.cl).

⁴ Se consideran las toneladas de exportación, toda vez que se asume que la nave arriba en condición de lastre parcial o total, para embarcar productos que el país exporta. Al embarcar, libera lastre en el puerto. También puede ocurrir con las naves que transportan importaciones, pero se asume que el lastre es menor.

PUERTOS	EXPORTACIÓN				TOTAL
	GENERAL	GRANEL	LÍQUIDO	FRIGORIZADO	
Arica	148.568	-	497	3.318	152.382
(a) Iquique	294.368	40.979	-	813	336.160
Patillos	3	4.297.899	-	-	4.297.902
Punta Patache	5	3.243.062	-	-	3.243.067
Tocopilla	368.991	1.784.919	-	-	2.153.910
Michilla Cove	4	828.106	-	-	828.111
Mejillones	179	-	21	-	200
Puerto Angamos	2.166.198	173.338	572	1.304	2.341.412
Antofagasta	942.463	634.062	536	811	1.577.873
Caleta Coloso	28	2.336.914	-	-	2.336.942
Chañaral/Barquito	10.421	180.925	-	-	191.347
Caldera/Calderilla	197	6.774.551	-	47.055	6.821.803
Huasco/Guacolda	140	7.736.328	24	16.250	7.752.743
Coquimbo	204	720.910	115	22.337	743.566
Guayacán	5	1.559.677	-	-	1.559.682
Punta Chungo	1	1.259.110	-	-	1.259.111
Ventanas	231	1.632.777	12.329	-	1.645.337
Quintero	480	-	149.892	-	150.372
Valparaíso	1.587.632	-	122.872	1.678.124	3.388.628
San Antonio	2.163.268	180.113	87.299	1.266.548	3.697.228
Penco	11	6.211	-	-	6.222
Lirquén	3.540.707	-	6.097	246.019	3.792.824
Talcahuano	3.905	-	33.130	7.659	44.694
San Vicente	2.455.832	1.276.297	217.020	327.786	4.276.935
Coronel	2.977.596	2.229.439	21.756	212.326	5.441.117
Corral	54	939.126	-	-	939.181
Puerto Montt	11.749	-	1.008	-	12.757
San José de Calbuco	56	785.521	-	-	785.577
Chacabuco	1.307	72.559	-	-	73.866
Otway-Isla Riesco	-	870.242	-	-	870.242
(a) Punta Arenas	1.720	-	16.836	186	18.742
Cabo Negro	1	-	421.157	-	421.158
Puerto Williams	-	-	4.347	-	4.347
Venta de Naves	21.087	-	-	-	21.087
Otros Puertos	0	-	-	-	0
TOTAL	16.697.412	39.563.067	1.095.508	3.830.537	61.186.524

(a) Valores indicados no consideran mercancías movilizadas por zona franca
Fuente: Servicio Nacional de Aduanas

Actualizando los datos de la tabla anterior con el último boletín entregado por la Directemar y tomando como ejemplo al Puerto de Valparaíso (Solo como referencia), se obtiene un valor aproximado de descarga de Lastre de 576.066,76 Toneladas métricas. No obstante, este estudio debe contemplar la cantidad de naves que representa el tonelaje señalado anteriormente, a fin de poder establecer una cantidad de naves que teóricamente podrían incurrir en algún tipo de fallas.

Tabla 7: Numero de recaladas mensual de naves extranjeras por puertos – 2016. (Directemar, Boletín estadístico marítimo 2017, 2017)

PUERTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Arica	33	30	39	34	33	32	34	26	22	35	34	33	385
Iquique	43	42	39	43	36	36	39	39	39	44	38	44	482
Punta Patache	8	11	9	8	9	7	11	9	9	9	11	13	114
Patillos	10	10	6	6	13	5	5	8	8	5	6	6	88
Tocopilla	6	11	11	7	8	8	6	8	7	9	10	8	99
Mejillones	58	66	63	69	63	66	68	69	70	57	62	79	790
Michilla Cove	3	3	5	4	5	2	6	5	4	2	9	8	56
Antofagasta	28	26	21	25	23	18	26	20	20	26	21	28	282
Caleta Coloso	1	2	3	2	6	1	3	4	1	1	4	2	30
Chañaral/Barquito	4	6	6	2	7	4	4	7	5	3	6	9	63
Caldera/Calderilla	15	11	9	8	14	9	6	9	19	7	10	18	135
Huasco/Guacolda	13	10	10	8	10	8	7	13	7	8	11	11	116
Coquimbo	10	9	10	7	3	3	9	6	6	5	11	17	96
Guayacán	-	1	1	1	1	-	1	1	6	2	-	1	15
Punta Chungo	3	6	5	4	4	4	4	5	5	9	3	5	57
Quintero	30	30	28	33	32	36	34	31	32	43	32	34	395
Ventanas	8	3	7	9	8	5	5	6	8	10	7	6	82
Valparaíso	76	76	72	53	48	40	63	53	49	49	46	62	687
Isla Juan Fernández	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4
Isla de Pascua	3	1	3	1	-	-	3	-	-	2	-	3	16
San Antonio	80	82	88	79	83	74	84	88	65	85	72	78	958
Penco	2	1	-	-	2	-	1	3	1	1	-	-	11
Lirquén	22	18	17	14	15	16	22	23	18	19	14	13	211
Talcahuano	30	21	22	20	22	35	39	37	42	34	24	29	355
San Vicente	36	36	27	31	36	37	39	42	47	40	38	40	449
Coronel	22	27	34	29	30	27	27	25	22	28	21	17	309
Corral	1	-	4	2	2	1	-	3	1	3	2	2	21
Puerto Montt	12	21	18	9	3	4	7	7	9	8	5	12	115
Calbuco	1	2	5	2	5	4	2	-	3	2	1	4	31
* Castro	2	4	2	-	-	-	-	-	-	1	2	3	14
* Ancud	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	4
* Chonchi	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
* Chaitén	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
* Achao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
* Baker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Chacabuco	7	12	4	2	-	1	1	-	2	3	4	1	37
Puerto Natales	-	-	5	-	-	-	-	-	-	1	1	-	7
Otway	-	2	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	6
Punta Arenas	30	35	29	16	7	13	5	13	7	8	18	36	217
Punta Delgada	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Cabo Negro	1	3	2	4	4	3	4	2	4	4	3	4	38
Gregorio	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Puerto Williams	21	17	10	1	-	-	-	-	-	1	15	16	81
*TOTAL SERV. REGIONAL	2	4	4	-	3	-	2	-	-	1	4	3	23
TOTAL SERV. EXT. y CABOTAJE	620	631	612	535	534	499	565	562	539	564	540	640	6.841
TOTAL NACIONAL	622	635	616	535	537	499	567	562	539	565	544	643	6.864

* Puerto Regional (Sur - Austral e Insular)

De acuerdo al cuadro anterior que señala la cantidad de recaladas de naves extranjeras⁵, 687 naves arribarían al Puerto de Valparaíso en condición de lastre total o parcial, con el fin de tomar las exportaciones nacionales y liberar aproximadamente 576.066,76 Toneladas métricas de lastre.

⁵ Se asume que las naves que recalán en condición de lastre total o parcial, con el fin de transportar las exportaciones, corresponden a naves extranjeras.

6.2 Desarrollo de módulos CANVAS

Los resultados del análisis realizado mediante el desarrollo de los módulos que entrega la planilla del modelo CANVAS, indicaron lo siguiente:

a. Segmentos de clientes.

Para el presente caso, el modelo de negocio apunta principalmente a las Navieras Nacionales y extranjeras, que eventualmente resultarán beneficiadas con la implementación de este sistema.

b. Propuesta de valor.

Por las características del servicio, la propuesta de valor radica en el diseño, fabricación e instalación de un equipamiento capaz de cumplir con el objetivo del proceso descrito en puntos anteriores y a bajo costo, que permita ofrecer un servicio portuario adicional a los ya establecidos.

c. Canales de distribución.

En este caso, dadas las características del producto, se requerirá establecer un contacto directo con el cliente – las navieras a través de los terminales portuarios, que también podría ser un tercero como las agencias de nave. También podría ser a través de la Autoridad marítima, toda vez que sería necesario formar parte del listado de empresas autorizadas y nominadas cuando sea requerido.

d. Relación con el cliente.

En este caso, el modelo que se pretende implementar requiere necesariamente efectuar un ofrecimiento directo al cliente, en base a charlas informativas y presentación en ferias del rubro marítimo. Se puede además realizar asociaciones con los terminales a fin de ofrecer los servicios en sus propios portales. Todos los detalles técnicos pueden ser ofrecidos en la Web de Maoto S.A. y asociados, en orden a que los clientes cuenten con información relevante de forma inmediata y a la mano.

e. Recursos.

Los recursos básicos que deben considerarse son los siguientes.

- Equipos – En General
- Tecnologías (Patente)
- Recursos humanos propios.
- Recurso Humanos de terceros.
- Almacenamiento.

f. Actividades clave.

Las actividades estratégicas que se desarrollarán para acercar la propuesta de valor al mercado, relacionarse con el cliente y generar ingresos son:

- Establecer de común acuerdo un “Royalty” portuario con las concesionarias

- Solicitar audiencias y generar instancias de reuniones con los potenciales clientes.
- Efectuar demostraciones del funcionamiento a entes fiscalizadores, para lograr la certificación.
- Generar plataforma Web mostrando las bondades y la importancia de contar con el equipamiento.

g. Socios clave.

El socio principal corresponde a la empresa inventora del dispositivo que permite cumplir exitosamente con los parámetros exigidos por la Autoridad Marítima, que es dueña de la patente del producto, en este caso la empresa Maoto S.A., Se debe establecer una nueva empresa con nombre distinto, ingresando a Maoto S.A. o su gerencia, como parte del Directorio o accionista de la nueva empresa, en porcentajes a convenir.

En Segundo término, se observa a un socio fundamental, que es el proveedor de luces ultravioleta, las cuales, por el costo involucrado, representa parte importante de la inversión y mantención.

En tercer término, se observa que un socio fundamental será la Concesionaria que explota el frente de atraque y las instalaciones portuarias, con quienes necesariamente se deben establecer acuerdos.

h. Fuentes de ingreso.

Para realizar la evaluación del proyecto y determinar su viabilidad, se considerarán los ingresos potenciales que se obtendrán por la venta del servicio directo a la naviera, constituyéndose un flujo que permita evaluar las distintas variables.

i. Estructura de costos.

Una vez analizadas las actividades, los socios y los recursos clave, se determinó los siguientes costos involucrados en base a información conocida, perteneciente principalmente a la empresa Maoto S.A. y datos logísticos suministrados por la Empresa LimpiaMares SpA.

Tabla 8: Tabla de Costos Asociados (Maoto S.A.)

Cámara de radiación de 50 m3 para 5.000 m3 /hr.	Costo
Diseño	-\$ 3.500.000
Maestranza (Fabricación)	-\$ 6.000.000
Estructura de acero inoxidable (Material)	-\$ 7.100.000
18 lámparas dobles de 36 W.	-\$ 3.690.000
Tableros eléctricos Incl / Elementos electricos	-\$ 240.000
Contenedor 40'	-\$ 2.000.000
Total	-\$ 22.530.000

Filtro F8A - Maoto S.A.	Costo
Moto Bomba 500 m3 / hora	-\$ 1.878.500
Generador 7,5 KVA - Luces	-\$ 1.000.000
Mangueras de 3 y 4" con conexión storz	-\$ 200.000
Total	-\$ 3.078.500

Gastos Notariales. (SII, Web Abogados del maule)	Costo
Constitución de Sociedad - Escritura /Abogados	-\$ 200.000
Escritura ante Notario	-\$ 128.200
Publicación en el Diario Oficial	\$ 0
Inscripción en Reg. de Comercio / Conservador	-\$ 48.000
Iniciación de Actividades y obtención del RUT	\$ 0
Total	-\$ 376.200

Recursos Humanos	P/mes	Costo
Administrador (Contrato)	-\$ 1.500.000	-\$ 18.000.000
Operador y Logístico (Contrato)	-\$ 600.000	-\$ 7.200.000
Contador (Boleta)	-\$ 120.000	-\$ 1.440.000
Prestaciones (Adm. y Op.) 7%	-\$ 238.000	-\$ 2.856.000
Total		-\$ 29.496.000

Arriendos	P/mes	Costo
Almacenaje en Bodega	-\$ 300.000	-\$ 3.600.000
Arriendo de Oficina	-\$ 500.000	-\$ 6.000.000
Total		-\$ 9.600.000

Certificación	Costo
Certificación OMI	\$ 30.000.000
Análisis Biológico muestras	-\$ 1.737.818
Certificación AAMM	\$ 0
Total	\$ 28.262.182

Mantenimiento	Costo
Taller Mecánico	-\$ 300.000
Insumos	-\$ 100.000
Repuestos	-\$ 500.000
Total	-\$ 900.000

Otros	Costo
Difusión	-\$ 1.000.000
Post venta	-\$ 1.000.000
Investigación y Mejoras	-\$ 2.000.000
Total	-\$ 4.000.000

Seguros	Total
Seguro accidentes personales	-\$ 1.200.000
Seguro frente a siniestros	-\$ 1.200.000
Seguro por robo	-\$ 300.000
Total	-\$ 2.700.000

Costos Variables		
Permisos	P/día	Costo
Permiso de acceso al Terminal	\$ 80.000	\$ 320.000
Royalty por uso del Terminal	\$ 975.000	\$ 3.900.000
Sub Total		\$ 4.220.000
Costos de operación	P/faena	Costo
Combustible	\$ 40.000	\$ 40.000
Lubricantes	\$ 25.000	\$ 25.000
Operador - Prevencionista 1 (Bol)	\$ 300.000	\$ 300.000
Operador Ayudante 2 (Boleta)	\$ 300.000	\$ 300.000
Arriendo Camioneta (2)	50.000 p/día	\$ 300.000
Arriendo Camion Grúa*	\$ 404.600	\$ 404.600
Sub total		\$ 1.369.600

Mantenimiento	Costo
Taller Mecanico	\$ 300.000
Insumos	\$ 100.000
Repuestos	\$ 500.000
Sub total	\$ 900.000
Costos variables (por faena)	\$ 6.489.600
Cantidad de faenas	\$ 1
Costo variables total	\$ 6.489.600

6.3 Flujos esperados.

Con el fin de poder realizar una evaluación económica, se ha determinado establecer los siguientes supuestos:

- Se asume que el costo de un equipo similar en mercado extranjero es del orden de USD 500.000 (322.000.000 CHP) - Primer Mundo, por lo cual ese es el precio con el cual se debe comparar.
- Se asume como promedio por nave, una cantidad de lastre de 30.000 m³
- Se realizará análisis de sensibilidad considerando entre 1 y 2 faenas año.
- Se considera una sola Cámara como parte de los Activos (1 cámara, 1 Bomba, 1 Generador).
- Se asume realizar una sociedad con la empresa Maoto S.A., para poder acceder a la inversión, patente y capital de trabajo.
- Reparto miembro directorio según porcentajes pactados 50% c/u (Empresa Maoto S.A. e Inversionista particular).
- Se Asume como promedio de estadía de una nave en Puerto 3 días.
- Se Asume una tarifa a cobrar de 2.333 CHP por M³ a las naves (En Base a tarifado de faenas de limpieza de casco – Limpiamares SpA).
- El Proyecto asume una Inversión de 10.000.000 CHP (50% cada miembro de la sociedad)
- Tasa de descuento considera un 30% (tasa de mercado más incentivo para el inversionista).
- Tasa de interés promedio en depósitos a plazo del mercado 3% anual - Banco de Chile.
- No existe mercado determinado para este proyecto, solo se conoce la cantidad de lastre descargado por puerto y numero de arribos de nave por año.
- Se asume que las naves están equipadas con un sistema de copla internacional y los circuitos de agua de lastre poseen una descarga en la cubierta principal.
- La Vida Útil de cámara de radiación se tomará como estanque según SII.
- La Vida Útil de la Bomba se tomará como ítem Bombas, perforadoras, carros remolques, motores a gasolina, grupos electrógenos, soldadoras, según SII.
- La Vida Útil del Generador eléctrico como Bombas, perforadoras, carros remolques, motores a gasolina, grupos electrógenos, soldadoras, según SII.
- Horizonte de evaluación, 10 años.

Tabla 9: Evaluación de los ingresos recibidos producto de la venta del Servicio correspondiente a una faena realizada en el año.

	Horizonte de Evaluación (Años)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por Venta		\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000
Costos Variables		-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600	-\$ 6.489.600
Recursos Humanos		-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000
Arriendos		-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000
Certificación		-\$ 31.737.818									
Mantenimiento		-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000
Seguros		-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000
Depreciación Cámara		-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000
Depreciación Bomba		-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083
Depreciación Generador		-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667
Otros (Incl. Post venta)		-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000
Valor Libro Cámara											-\$ 500.000
Valor Libro Bomba							-\$ 50.000				
Valor Libro Generador							-\$ 40.000				
Utilidades antes del Imp.		-\$ 17.656.168	\$ 14.081.650	\$ 14.081.650	\$ 14.081.650	\$ 14.081.650	\$ 13.991.650	\$ 14.081.650	\$ 14.081.650	\$ 14.081.650	\$ 13.581.650
Impuesto (27%)		-\$ 4.767.165	\$ 3.802.046	\$ 3.802.046	\$ 3.802.046	\$ 3.802.046	\$ 3.777.746	\$ 3.802.046	\$ 3.802.046	\$ 3.802.046	\$ 3.667.046
Utilidad Neta		-\$ 12.889.003	\$ 10.279.605	\$ 10.279.605	\$ 10.279.605	\$ 10.279.605	\$ 10.213.905	\$ 10.279.605	\$ 10.279.605	\$ 10.279.605	\$ 9.914.605
Depreciación Cámara		\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000
Depreciación Bomba		\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083
Depreciación Generador		\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667
Inversión	-\$ 10.000.000										
Filtro F8A - Maoto S.A.	-\$ 25.608.500						-\$ 2.878.500				
Constitución de la Sociedad	-\$ 376.200										
Capital de Trabajo	-\$ 10.000.000										\$ 10.000.000
Venta de la Cámara											\$ 700.000
Venta de la Bomba							\$ 70.000				
Venta del Generador							\$ 50.000				
Valor Libro Cámara											\$ 500.000,00
Valor Libro Bomba							\$ 50.000,00				
Valor Libro Generador							\$ 40.000,00				
Flujo	-\$ 45.984.700	-\$ 10.156.253	\$ 13.012.355	\$ 13.012.355	\$ 13.012.355	\$ 13.012.355	\$ 10.278.155	\$ 13.012.355	\$ 13.012.355	\$ 13.012.355	\$ 23.847.355
VAN	-\$ 17.968.468										
TIR		15%									
Tasa de descuento = 30%											

Tabla 10: Evaluación de los ingresos recibidos producto de la venta del Servicio correspondiente a dos faenas realizadas en el mismo año.

	Horizonte de Evaluación (Años)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por Venta		\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000	\$ 140.000.000
Costos Variables		-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200	-\$ 12.979.200
Recursos Humanos		-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000	-\$ 29.496.000
Arriendos		-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000	-\$ 9.600.000
Certificación		-\$ 31.737.818									
Mantenimiento		-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000	-\$ 900.000
Seguros		-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000	-\$ 2.700.000
Depreciación Cámara		-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000	-\$ 2.253.000
Depreciación Bomba		-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083	-\$ 313.083
Depreciación Generador		-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667	-\$ 166.667
Otros (Incl. Post venta)		-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000	-\$ 4.000.000
Valor Libro Cámara											-\$ 500.000
Valor Libro Bomba							-\$ 50.000				
Valor Libro Generador							-\$ 40.000				
Utilidades antes del Imp.		\$ 45.854.232	\$ 77.592.050	\$ 77.592.050	\$ 77.592.050	\$ 77.592.050	\$ 77.502.050	\$ 77.592.050	\$ 77.592.050	\$ 77.592.050	\$ 77.092.050
Impuesto (27%)		\$ 12.380.643	\$ 20.949.854	\$ 20.949.854	\$ 20.949.854	\$ 20.949.854	\$ 20.925.554	\$ 20.949.854	\$ 20.949.854	\$ 20.949.854	\$ 20.814.854
Utilidad Neta		\$ 33.473.589	\$ 56.642.197	\$ 56.642.197	\$ 56.642.197	\$ 56.642.197	\$ 56.576.497	\$ 56.642.197	\$ 56.642.197	\$ 56.642.197	\$ 56.277.197
Depreciación Cámara		\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000	\$ 2.253.000
Depreciación Bomba		\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083	\$ 313.083
Depreciación Generador		\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667	\$ 166.667
Inversión	-\$ 10.000.000										
Filtro F8A - Maoto S.A.	-\$ 25.608.500						-\$ 2.878.500				
Constitución de la Sociedad	-\$ 376.200										
Capital de Trabajo	-\$ 10.000.000										\$ 10.000.000
Venta de la Cámara											\$ 700.000
Venta de la Bomba							\$ 70.000				
Venta del Generador							\$ 50.000				
Valor Libro Cámara											\$ 500.000,00
Valor Libro Bomba							\$ 50.000,00				
Valor Libro Generador							\$ 40.000,00				
Flujo	-\$ 45.984.700	\$ 36.206.339	\$ 59.374.947	\$ 59.374.947	\$ 59.374.947	\$ 59.374.947	\$ 56.640.747	\$ 59.374.947	\$ 59.374.947	\$ 59.374.947	\$ 70.209.947
VAN	\$ 92.286.751										
TIR	103%										
Tasa de descuento = 30%											

7. CONCLUSIONES

Considerando lo anteriormente expuesto se puede concluir lo siguiente:

El análisis realizado a la situación actual, respecto al grave problema de contaminación de las aguas que afecta la biodiversidad autóctona de las zonas costeras de **Chile**, producto de la propagación de microorganismos exógenos, ha demostrado que el principal vector corresponde sin lugar a dudas a las aguas de Lastre, impactando comercialmente al país, a la fauna costera y por ende a la pesca artesanal, la acuicultura, el turismo y en mayor medida a los Armadores, quienes deben incurrir en fuertes inversiones para cumplir con la normativa y no detener sus operaciones.

Además, si bien es cierto que, a nivel internacional, dicho problema ha sido abordado lo suficiente como para establecer ciertas directrices, la gran deuda es a nivel local, ya que los esfuerzos recién comienzan, a pesar de ya haber entrado en vigor el convenio de aguas de lastre, por lo cual el sistema de control, legal y administrativo liderado por la autoridad marítima de Chile, aun presenta muchas dificultades para poder implementarse, tal como lo exige la organización marítima internacional.

El proyecto demuestra que los terminales portuarios pueden contribuir a ser parte de las soluciones al problema y de paso obtener un dividendo económico rentable, en la medida que se cumplan las condiciones identificadas en este estudio como necesarias, ya que se descargan 576.065,76 m³ de lastre y recalán 687 naves al año, solo en el puerto de Valparaíso. Lo anterior es indicativo de la gran carga de transferencia de microorganismos que se produce solo en la zona central.

Finalmente, el análisis de sensibilidad realizado a partir de los costos que significa implementar un sistema móvil de tratamiento de agua de lastre, con tecnología nacional y en los terminales portuarios, ha demostrado que manteniendo una tasa de descuento atractiva de un 30%, se puede llevar a cabo el proyecto con tecnología chilena, siempre y cuando se pueda obtener como mínimo 2 ventas anuales, posterior a ello el valor actual neto es positivo, del orden de los \$ 92.286.751, con una Tasa de retorno de 103%. El sistema móvil de Inertización chileno es lejos más económico que las tecnologías provenientes del primer mundo (22.530.000 Chp v/s 325.000.000 Chp).

8. BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, B. (2006).
- Astudillo, J. A. (2006). La realidad de las aguas de Lastre.
- Bermúdez, J. (2011). *Análisis de la legislación internacional y chilena sobre gestión de las aguas de lastre y propuesta de modificación*. Valparaíso.
- Blogspot. (2010). *Blogspot.com*. Obtenido de <http://agua-purificacion.blogspot.com/2010/01/tratamiento-de-agua-por-rayos.html>
- Ciget, E. (s.f.). *www.ecured.cu*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Undaria_pinnatifida
- CONAMA. (2009).
- Concha, I. C. (2013). *ESTUDIO TÉCNICO SOBRE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA*. Cantabria.
- Corte, A. B. (1979). *Teoría del Buque*.
- DAMEN. (2014). *www.damen.com*. Obtenido de https://www.damen.com/news/2014/05/damen_pioneers_mobile_ballast_water_treatment_invasive
- Directemar. (2017). Boletín estadístico marítimo 2017. *Boletín estadístico marítimo 2017*.
- Directemar. (24 de 5 de 2018). *www.Directemar.cl*. Obtenido de <https://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/aguas-de-lastre>
- Directemar.cl. (s.f.). *Directemar.cl*. Obtenido de <https://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/aguas-de-lastre>
- Ellies, R. A. (2011). *Problemática sobre el intercambio de aguas de lastre y Nuevas tecnologías para el tratamiento de esta*. Valdivia.
- Fernandez, R. P. (2012). *Contaminación costera por agua de lastre de las embarcaciones mercantes: su problemática y métodos de tratamiento*. Madrid.
- Festivalpo. (13 de Febrero de 2008). *Festivalpo*. Obtenido de <http://festivalpo.blogspot.cl/2008/02/cobblestones.html>
- Fundacion Nuestro Mar. (14 de Mayo de 2015). *www.nuestromar.org*. Obtenido de <http://www.nuestromar.org/noticias/categorias/14-05-15/asociaciones-mar-timas-cargan-contra-coast-guard-sistemas-lastrado-agua>
- Fundar. (04 de Julio de 2016). *Fundación para el desarrollo Argentino Regional*. Obtenido de <http://www.fundar.info/2016/07/04/el-oceano-atlantico-vs-el-pacifico-una-enganifa-de-moda/>
- García, J. U. (2014). *Definición y Cálculo de un sistema de lastre LNG de 176 m³ Selección Planta de tratamiento para cumplimiento de convención IMO aguas de lastre*. Cádiz.
- General Arrangement, MV Queen Jhansi (2016).
- Gollash, S. (1995). *Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters*.

- Guimera, L. d. (2017). *Esquema general de flujo de agua de lastre en las naves*. Madrid: Instituto de la Ingeniería de España.
- Iturzaeta, E. C. (Junio de 2017). *Recalada*. Obtenido de <http://www.avccmm.org/innovaeditor/assets/Rcalada/RECALADA161.pdf>
- J. Suárez, A. J. (s.f.). *Desinfección UV*.
- López, P. B. (2013). *Contaminación biológica del mar por el agua de lastre de los buques y medios para evitarla*. Madrid: Grupo de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.
- Maoto S.A. (s.f.). Informe 040-17.
- Meulemans, C. (1986). *The basic principles of UV-sterilization of water*. Amsterdam.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *QUINTO INFORME NACIONAL DE BIODIVERSIDAD DE CHILE*.
- Mundo Marítimo. (16 de Agosto de 2011). www.mundo-maritimo.cl. Obtenido de <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/panama-ratificara-convenio-de-aguas-de-lastre>
- Nauticexpo. (2018). [Nauticexpo.es](http://www.nauticexpo.es). Obtenido de <http://www.nauticexpo.es/cat/agua-residuos-reduccion-emisiones-vertidos/tratamiento-aguas-lastre-buques-RL-1405.html>
- Neil, J. C. (2009). *Marine Bioinvasions in the Southeastern Pacific*.
- Ochoa, J. (2017). *Informe analisis de resultados de inertización de aguas de lastre provenientes del estanque No 3 de la MV Surabaya Express*. Calbuco.
- Ochoa, J. (2018). Gerente Maoto S.A.
- OMI. (2004). *Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques – BWM*. OMI.
- OMI. (2016). Directrices 2016 para la Aprobación de los Sistemas de gestión de Aguas de Lastre. ANEXO 5, (pág. 4).
- ONU. (s.f.). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Obtenido de www.cbd.int/nbsap
- OPServices Ltda. (2018). *Archivo Draft Survey MV Great Fortune*.
- Organización marítima Internacional. (s.f.). www.imo.org. Obtenido de <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Paginas/Default.aspx>
- People. (s.f.). people.ucsc.edu. Obtenido de <https://people.ucsc.edu/~flegal/migrated/etox80e/SpecTopics/AlgalBlooms/pfiesteria.html>
- Phillips, R. (1983). *Sources and applications of ultraviolet radiation*. New York.
- Pliscoff, P. (2009). *Análisis de representatividad ecosistémica de las áreas públicas y privadas en Chile*.

Tapia, C. (2012). *Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004*.

Tapia, C. (2012). *Evaluación Económica para la implementación del convenio de Aguas de Lastre BWM 2004*.

Wolfe, R. L. (1990). *Ultraviolet disinfection of potable water*. Los Angeles.

www.fishbase.org. (s.f.). *www.fishbase.org*. Obtenido de
<http://www.fishbase.org/summary/12019>

9. ANEXOS

Anexo A.

Tratados Internacionales y Legislación nacional.

A nivel internacional, Chile cuenta actualmente con algunos Tratados ya ratificados, que hacen referencia indirecta al problema ocasionado por el vertimiento de aguas de lastre, los cuales otorgan un marco normativo, en el cual se puede incluir la obligación del Estado de dar tratamiento a las aguas de lastre, como parte de su obligación de prevenir la contaminación acuática y resguardar la biodiversidad, estos tratados son:

A. Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Ratificado por Chile mediante DS N°1963 del Ministerio de Relaciones Exteriores, del año 1995.

B. Convención de las Naciones Unidas sobre derecho del mar.

Esta convención fue ratificada mediante DS N° 1393 del Ministerio de Relaciones Exteriores del año 1997.

C. Convenio Internacional para prevenir la contaminación desde las naves (MARPOL).

Este Convenio fue ratificado por Chile mediante Decreto N° 1686 del Ministerio de Relaciones Exteriores en el año 1995.

D. Convenio para la Protección del medio marino y la zona costera del pacífico sur.

El presente convenio fue suscrito por Chile, Colombia, Ecuador, Panamá y Perú en la ciudad de Lima en el año 1981 y fue ratificado por nuestro país a través del DS N° 296 del Ministerio de Relaciones Exteriores del año 1986.

Respecto a la legislación Nacional, en Chile aun no existen leyes nacionales que mencionen expresamente el problema del agua de lastre, no obstante, tanto en la Ley de Navegación, como en la Ley General de Pesca y Acuicultura, establecen, genéricamente, la obligación del estado de proteger el medio ambiente marino.

E. Ley de navegación.

Ley aprobada por DL N° 2222 de 21 de mayo de 1978 y publicada en el Diario Oficial el 31 de mayo del mismo año y rige todas las actividades concernientes a la navegación o relacionadas con ella.

F. Ley general de pesca y acuicultura.

Ley publicada el 21 de enero de 1992, se aplica a la preservación de los recursos hidrobiológicos y a toda actividad pesquera extractiva, de acuicultura y de investigación que se realice en aguas de jurisdicción nacional, así como su procesamiento y distribución.

G. Reglamento sobre plagas hidrobiológicas.

El 19 de diciembre de 2005 se aprueba el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas mediante DS N° 345 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

H. Reglamento para el control de la contaminación acuática.

Este reglamento es dictado por el Ministerio de Defensa a través de la Subsecretaría Marina y fue publicado en el Diario Oficial el 18 de noviembre de 1992.

I. Circular Directemar A-51/002.

Mediante Oficio ordinario N° 12.600/344 de fecha 14 de octubre de 2002, la DIRECTEMAR la Circular A-51/002.

Además de lo anterior, existen órganos del Estado que deben resguardar el medio marino y que podrían tener competencia sobre un eventual plan de gestión de agua de lastre. Existe una multiplicidad de organismos cuyas funciones podrían resultar aplicables, considerando que en el tratamiento de las aguas de lastre se involucran aspectos sanitarios, económicos y medioambientales. Ello genera un conflicto en torno a la superposición de competencias, problema que en la legislación comparada se ha buscado evitar mediante el otorgamiento de facultades expresas a un organismo para vigilar el tratamiento de las aguas de lastre o establecer la coordinación necesaria entre los distintos órganos competentes.

Respecto a la Circular A-51/002 (Directemar), se señalan 4 Críticas principales:

1. En cuanto a las formalidades de la circular, se critica que las instrucciones y procedimientos que ella contempla no están estipuladas en un instrumento de mayor jerarquía normativa. Es muy discutible que una normativa que tiene carácter nacional e internacional establezca obligaciones a los particulares (navíos chilenos y extranjeros) por la vía de una circular. Al establecer obligaciones para los particulares y remitirse al Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática, al momento de sancionar su incumplimiento, puede considerarse dentro de la clasificación doctrinaria de resolución reglamentaria.
2. Sin embargo, lo anterior provoca otra crítica, que es la falta de publicación en el Diario Oficial, como debe hacerse con los instrumentos de carácter reglamentario.
3. Otra crítica y tal vez la más importante es que existen ciertas falencias en la prevención de la introducción de especies foráneas perjudiciales y agentes patógenos. En este punto resulta fundamental que se señale alguna referencia a los sedimentos que son vertidos al deslastrar, ya que la circular establece casos en los que es posible deslastrar con autorización de la Autoridad Marítima y en lugares determinados. La descarga de sedimentos debe encontrarse siempre prohibida, con autorización sólo en el evento que estos sedimentos hayan contado con un tratamiento previo para su neutralización o inicialización.
4. En el mismo sentido, otra falencia importante dice relación con la fiscalización, entendida como la toma de muestra de agua de lastre de cada buque antes de recalar en puerto nacional, la cual no se contempla. (Bermúdez, 2011)

Anexo B.

Formulario de “Notificación de Agua de Lastre.”

Las naves deberán ser inspeccionadas en los puertos, ocasión en que se debe verificar que poseen un certificado válido, se inspeccionará el libro de registro de aguas de lastre y se tomarán muestra de agua de lastre.

Las muestras estarán dirigidas a verificar el cumplimiento de la Regla D-1, referida al cambio de agua de lastre, que exige que la menos el 95% sea cambiada; y la Regla D-2, referida a la cantidad de organismos por metro cúbico y la presencia de microorganismos que amenacen la salud humana. (Tapia, Carlos, 2012)

1.- Para nave procedente del extranjero con aguas de lastre cambiadas.

Se entiende por aguas de lastre cambiadas cuando se realice dicha maniobra a más de 12 millas náuticas de la costa. A su recalada a puerto, el capitán de la nave deberá entregar a la Autoridad Marítima el formulario de “Notificación de Agua de Lastre”, cuyo formato se adjunta en el Anexo “A”, antes de proceder con la descarga del agua de lastre.

2.- Para nave procedente del extranjero con aguas de lastre sin cambiar.

- A. Si la nave recalca a puertos chilenos, que no cuentan con métodos, tecnología o equipos de tratamiento de agua de lastre aprobado mediante resolución por el Comité de Protección del Medio Ambiente Marino (MEPC) de la OMI, y no ha efectuado cambio de lastre durante su navegación, por razones operativas, de seguridad u otras, el capitán de la nave deberá retener el agua de lastre a bordo, debiendo agregara los estanques que deslastrará, 11 gramos de Hipoclorito de Sodio en polvo o 14 gramos de Hipoclorito de Calcio en polvo por tonelada de agua de lastre. El tratamiento indicado, debe ser realizado con a lo menos cuatro horas antes de iniciar el deslastrado, considerando movimientos del agua que permitan homogeneizar la mezcla.
- B. Al respecto, y de requerir deslastrar por razones operacionales, se deberá solicitar la autorización al Capitán de Puerto respectivo, el cual asignará un punto de fondeo a la gira para realizar la maniobra. Las consideraciones para seleccionar el punto de fondeo para el deslastre, siempre y cuando la seguridad de la nave lo permita, será el siguiente:
 1. Punto fuera del límite de las aguas interiores, lo más alejado de la costa.
 2. Profundidad no menor a 200 m y con rápido efecto dispersante de mareas o corrientes.
 3. Lugar alejado del tráfico marítimo del área.
 4. Lugar alejado de tomas de agua submarinas, con un radio no menor a 1 milla.

3.- Para nave procedente de puertos nacionales con aguas de lastre cambiadas.

Toda nave que haya realizado su deslastre, a su recalada a puerto, deberá entregar a la Autoridad Marítima Local el formulario de “Notificación de Agua de Lastre”. Quedan exentos de lo anterior, los buques Graneleros, Quimiqueros y Gaseros que provengan de puertos nacionales que no se encuentren bajo ninguna condición de marea roja u otro fenómeno de Floraciones Algales Nocivas (FAN), decretado por alguna Autoridad Nacional. Se considerarán aguas de lastre cambiadas, cuando se realicen maniobras de cambio de agua de lastre a lo menos una vez, navegando entre puertos nacionales que traspasen las Ecorregiones Marinas. Las Ecorregiones marinas son:

1. Humboldt 18° a 25° S
2. Chile Central 25°S a 33°S
3. Araucana 33°S a 41°S
4. Chiloense 41°S a 47°S
5. Canales y Fiordos del Sur de Chile 47°S a 56°S
6. Juan Fernández y Desventuradas.

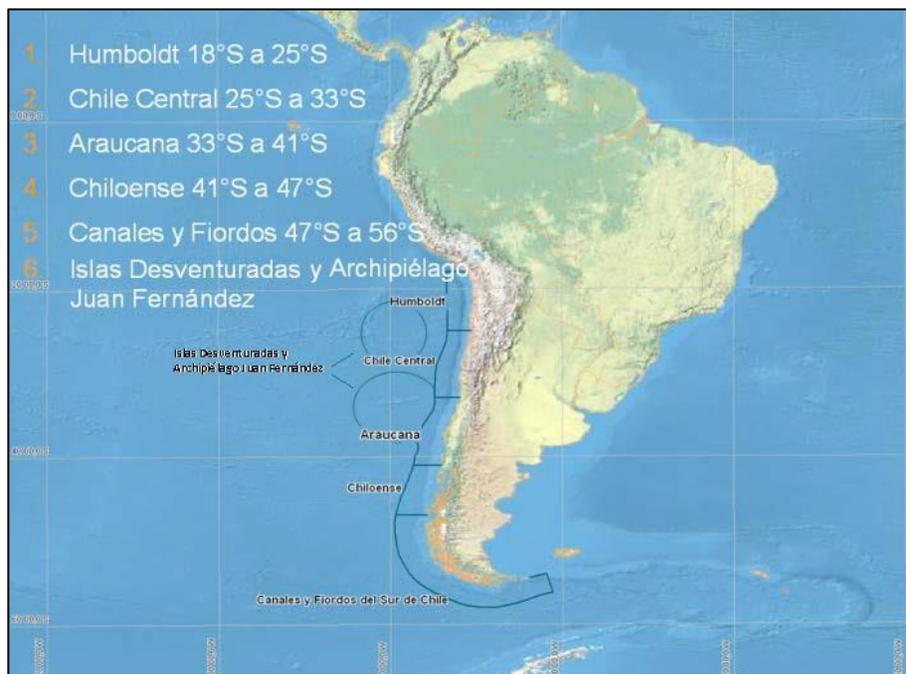


Figura 18: Ecorregiones marinas. Fuente: Circular A-51002, Directemar.

4.- Para nave procedente de puertos nacionales con aguas de lastre sin cambiar.

- a) Cuando no sea posible cambiar “a lo menos una vez el agua” de lastre navegando entre puertos nacionales y Ecorregiones Marinas, el capitán de la nave deberá retener el agua de lastre en los tanques o bodegas respectivos, sin poder

descargarla en puerto o seguir los procedimientos establecidos en el punto 2, letras a) y b), precedente.

- b) Si durante la navegación se cambió sólo parte del agua de lastre, se autorizará sólo la descarga del agua cambiada, siempre y cuando sea posible manejarla en forma separada del resto del agua de lastre.
- c) En caso que el capitán de la nave señale que no efectuará “deslastrado” en puerto, no será exigible el formulario de “Notificación del Agua de Lastre” (Anexo A).
- d) Las naves que quedan exentas de efectuar cambio de aguas de lastre y de presentar el formulario de “Notificación del Agua de Lastre” en el puerto de recalada, son las que en forma permanente realizan navegación regional o de cabotaje, cuando el agua de lastre transportada es una cantidad fija y sólo se descarga eventualmente.

APÉNDICE 1

IMPRESO DE NOTIFICACIÓN DEL AGUA DE LASTRE
(que se proporcionará a la autoridad del Estado rector del puerto que lo solicite)

1 INFORMACIÓN SOBRE EL BUCQUE				2 AGUA DE LASTRE			
Nombre de buque:		Tipo:		N° IMO		Especifíquense las unidades: m ³ , MT, LT, ST	
Propietario:		Arqueo bruto:		Distintivo de llamada:		Cantidad total de agua de lastre a bordo:	
País/Origen:		Fecha de llegada:		Consignatario:		Puerto de llegada:	
Último puerto y país:		Próximo puerto y país:				Capacidad total de agua de lastre:	

3 TANQUES DE AGUA DE LASTRE ¿HAY UN PLAN DE GESTION DEL AGUA DE LASTRE A BORDO? SI ___ NO ___ ¿SE HA SEGUIDO? SI ___ NO ___
N° TOTAL DE TANQUES A BORDO ___ N° DE TANQUES EN LASTRE ___ SI NINGUNO DE LOS TANQUES VA EN LASTRE PÁSESE AL N° 5
N° DE TANQUES EN LOS QUE SE HA HECHO EL CAMBIO ___ N° DE TANQUES EN LOS QUE NO SE HA HECHO EL CAMBIO ___

4 HISTORIAL DEL AGUA DE LASTRE: INDIQUESE TODOS LOS TANQUES QUE SE DESLASTRARÁN EN EL ESTADO DEL PUERTO DE LLEGADA; SI NO SE VA A DESLASTRAR NINGUNO PÁSESE AL N° 5

Tanques/ Bodegas (Enumérense las diversas fuentes/ tanques por separado)	ORIGEN DEL AGUA DE LASTRE				CAMBIO DEL AGUA DE LASTRE <small>Redócese si que comborson: yaciado/milenado o lavado con flujo continuo</small>				DESCARGA DEL AGUA DE LASTRE				
	FECHA	PUERTO o	VOLUMEN	TEMPERATURA	FECHA	DESTINO FINAL	VOLUMEN	% del cambio	MAR	FECHA	PUERTO o	VOLUMEN	SALINIDAD
	Día mes año	Latitud longitud	(unidades)	(unidades)	Día mes año	Latitud longitud	(unidades)		Altura (m)	Día mes año	Latitud longitud	(unidades)	(unidades)

Códigos para los tanques de agua de lastre: Pique de proa= FP, Pique de popa= AP, Doble fondo= DB, Lateral= WT, Alto= TS, Bodega de carga= CH, Otro= O

SI NO SE HA EFECTUADO NINGUN CAMBIO DE AGUA DE LASTRE, INDIQUESE QUE OTRAS MEDIDAS DE CONTROL SE HAN TOMADO: _____
SI NO SE HA TOMADO NINGUNA, INDIQUESE EL MOTIVO: _____

5 ¿SE LLEVAN A BORDO LAS DIRECTRICES DE LA OMI SOBRE AGUA DE LASTRE (RES. A.868(20))? SI ___ NO ___

NOMBRE Y CARGO DEL OFICIAL RESPONSABLE (EN LETRA DE IMPRENTA) _____ Y FIRMA _____

Figura 19: Impreso de notificación de Aguas de Lastre. Fuente: Circular A-51002, Directemar.

Anexo C

Efectividad de los rayos UV.

La luz ultravioleta (UV) es una alternativa establecida y cada vez más popular frente al uso de productos químicos para la desinfección de agua potable, aguas residuales y aguas industriales de varias calidades. Los sistemas de desinfección UV pueden ser diseñados para una amplia gama de aplicaciones siempre que se preste la debida atención a la calidad del agua que se está desinfectando y a los objetivos de desinfección buscados.

En 1878, Downs y Blunt reportaron por primera vez los efectos germicidas de la energía radiante del sol. Sin embargo, las aplicaciones prácticas requirieron el desarrollo de la lámpara de vapor de mercurio como fuente de luz UV artificial en 1901 y el reconocimiento del cuarzo como la envoltura ideal de lámpara en 1905. Los primeros intentos experimentales para usar UV como desinfectante del agua se llevaron a cabo en Marsella, Francia, en 1910. Entre 1916 y 1926, se usó UV en los Estados Unidos para la desinfección del agua y para proveer agua potable en los barcos. Sin embargo, el bajo costo de la desinfección del agua con cloro, además de los problemas operativos y de confiabilidad observados en los primeros equipos de desinfección UV retardaron el crecimiento de las aplicaciones de UV hasta la década de los 50.

En 1955, se pusieron en funcionamiento instalaciones prácticas de desinfección UV para agua potable en Suiza y Austria. En 1985, el número de instalaciones en dichos países había aumentado a 500 y 600 respectivamente. Con el descubrimiento de los subproductos de la cloración, la desinfección UV se hizo popular en Noruega, poniéndose en funcionamiento la primera instalación en 1975. La primera instalación en Holanda se puso en funcionamiento en 1980. Hoy en día existen más de 2.000 instalaciones en Europa que usan UV para desinfectar agua potable y más de 1.000 instalaciones en los Estados Unidos (USEPA, 1996). La desinfección UV es popular en Nueva York donde se le usa para desinfectar más de 6,4% de todos los sistemas de aguas subterráneas. Similarmente se reportó que 761 de los 10.700 sistemas públicos de 2 abastecimiento de agua en Pensilvania usan UV sola o en combinación con cloro. En el Reino Unido, la desinfección UV mediante el uso de tecnologías de lámparas de baja y mediana presión se ha combinado con el uso del cloro en una planta de tratamiento de agua de 14.5 mgd en Londres para la desinfección primaria y el mantenimiento de un residual. (Wolfe, 1990)

1. Definición.

La luz ultravioleta es la porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos X y la luz visible. Se han definido cuatro regiones del espectro UV.

- Vacío UV, entre 100 y 200 nm⁶
- UVC, entre 200 y 280 nm
- UVB, entre 280 y 315 nm
- UVA, entre 315 y 400 nm

La aplicación práctica de la desinfección UV se basa en la capacidad germicida de UVC y UVB. (Meulemans, 1986)

2. Espectro Electromagnético.

Si bien el sol es una fuente de luz ultravioleta, la absorción de la radiación de onda corta por parte de la capa de ozono de la tierra impide que cantidades significativas de UVB y UVC alcancen la superficie de la tierra. Por ello, las aplicaciones prácticas de desinfección UV dependen de fuentes artificiales de UV. (Phillips, 1983).

La generación artificial de la luz UV se realiza a través de un emisor (lámpara) de cuarzo puro, el cual contiene un gas inerte que es el encargado de proveer la descarga inicial, y

⁶ Longitud de onda medida en nm (Nanómetro)

conforme se incrementa la energía eléctrica, el calor producido por el emisor también aumenta junto con la presión interna del gas, lo cual genera la excitación de electrones que se desplazan a través de las diferentes líneas de longitud de onda, produciendo la luz UV. Una descarga de presión baja produce un espectro a 185 y 253.7 nm. Los emisores de luz UV de presión media producen radiación multionda, es decir, diferentes longitudes de onda de diversa intensidad a través del espectro UV-C (200-300 nm).

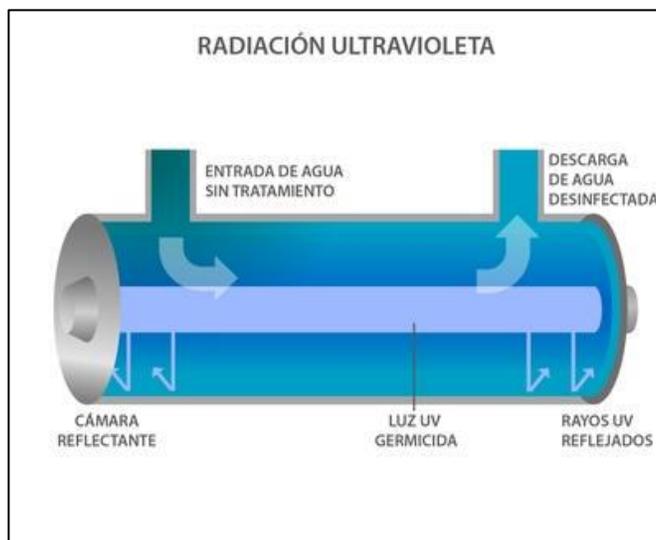


Figura 20: Lámpara Ultravioleta (Blogspot, 2010)

3. Aspecto Germicida.

La desinfección UV inactiva los microorganismos por absorción de la luz, la cual origina una reacción fotoquímica que altera los compuestos moleculares esenciales en la función celular. La desinfección tiene lugar como consecuencia de la inactivación del ácido desoxirribonucleico (ADN) de los microorganismos. Los ácidos nucleicos son los puntos de ataque de la radiación UV.

El ADN, o ácido desoxirribonucleico, es responsables de dirigir las actividades dentro de todas las células vivas. Todas las células deben tener ADN intacto para funcionar correctamente. SU estructura es muy similar a una escalera que se ha torcido de ambos extremos dando como resultado un aspecto espiral. Cuando los microorganismos son expuestos a una dosis adecuada de radiación ultravioleta a 253.7 nm de longitud de onda (UV-C), el ADN (ácido desoxirribonucleico) de las células absorben los fotones UV causando una reacción fotoquímica irreversible, la cual inactiva y destruye las células.

A una longitud de onda de 250-260 nm la absorción suele ser máxima. El poder germicida de la radiación UV es máximo a 264 -265 nm. Las lámparas UV emiten el 90 % de su radiación a 253,7 nm. La actuación de estas radiaciones sobre dos de las moléculas contiguas de timina o citosina (pirimidinas) de una misma cadena de ADN o ARN forma moléculas dobles o dímeros, lo cual impide la duplicación del ADN y ARN de los microorganismos y por tanto su reproducción. (J. Suárez)

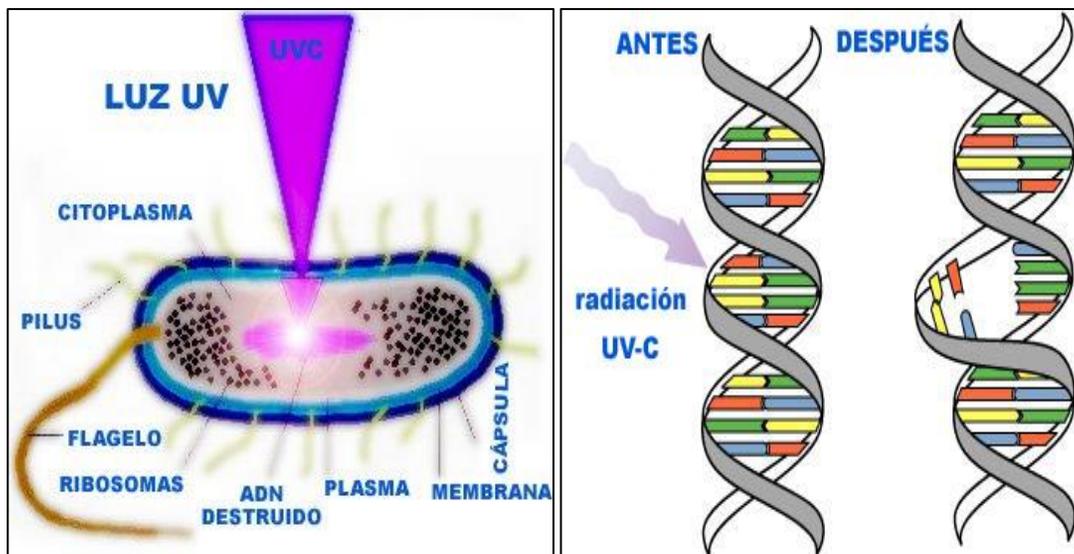


Figura 21: Efectos sobre la célula y ADN. (Blogspot, 2010)

Anexo D

Efectos en la Biodiversidad a nivel Global

1. Algas

Los antecedentes de las primeras invasiones se centran en la **Odontella sinensis**, un alga asiática del plancton que se reproduce con extrema facilidad y que invadió el mar del Norte en 1903. Fue el primer registro de introducción de un alga por agua de lastre. Posteriormente se detectaron otros casos similares en todo el mundo, como el de la llamada alga asesina. Todo empezó en 1970, a raíz de ciertos experimentos llevados a cabo en Stuttgart para dotar de mayor resistencia y tamaño a la especie tropical originaria, con el propósito de obtener una variación genética que pudiera utilizarse para decorar acuarios. En 1984 el Museo Oceanográfico de Mónaco, que ya contaba en sus acuarios con la nueva variedad genética, introdujo el alga asesina en las costas francesas del Mediterráneo en un accidentado proceso de limpieza de tanques. Entonces, comienza el desastre: la Riviera francesa, las costas italianas y las islas españolas, se ven invadidas por una nueva especie que todo lo arrasa a su paso. Más tarde, el fatal organismo comienza a extenderse hasta lugares tan remotos como Croacia. En muy poco tiempo llega a ocupar el fondo marino a lo largo de 3.300 ha de costa. (López, 2013)

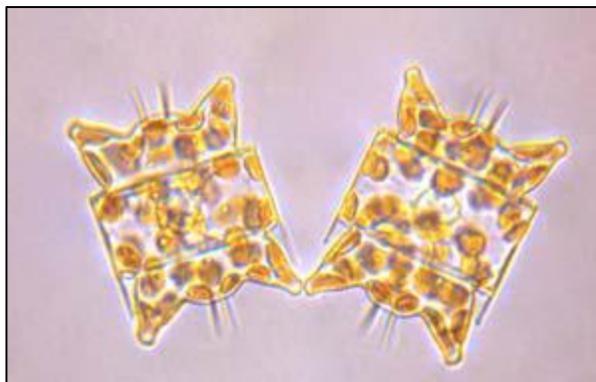


Figura 22: *Odontella sinensis* (López, 2013)

En el caso del alga **Caulerpa taxifolia**, esta siguió extendiéndose y, poco después, en 1992, alcanzó el litoral levantino español introducida por las aguas de lastre de los buques. En la actualidad el alga asesina constituye un serio problema ambiental, ya que a su rápido crecimiento hay que sumar una gran capacidad para reproducirse y su resistencia a medios muy diversos. Todas estas características le permiten desarrollarse con velocidad y sustituir a otras especies autóctonas, como la Posidonia (*Posidonia oceánica*), una fanerógama marina de aguas poco profundas, al tiempo que provoca la desaparición de otras muchas debido a las toxinas que produce, inocuas para el ser humano pero letales para multitud de organismos acuáticos, lo que impide que ningún fitófago mediterráneo pueda deshacerse de ella de forma natural. El empobrecimiento de las poblaciones a las que desplaza puede alcanzar un 75%, la mayoría de las algas indígenas entran en regresión y suelen desaparecer de la zona. (López, 2013)



Figura 23: *Caulerpa taxifolia* (López, 2013)

El alga llamada **Undaria pinatifida** también ha provocado invasiones importantes. Conocida popularmente como alga Wakame, es anual y tiene un ritmo de crecimiento desmesurado, que le lleva a alcanzar tamaños entre uno y tres metros. Además, es muy prolífica, pues el número de esporas que libera puede llegar incluso a los cien millones. Originaria de Japón, donde se cultiva para uso gastronómico (ensaladas, sopas, garniciones de pollo y pescado, condimento para arroces y vegetales...en el mundo se

consumen anualmente 20.000 toneladas de Wakame), fue introducida de forma accidental en las costas francesas en el año 1971. Desde entonces se han producido varias invasiones, como la de Argentina en 1992, donde llegó a través de las aguas de lastre de los buques procedentes de Corea. (López, 2013)



Figura 24: *Undaria pinatifida* (Ciget, s.f.)

El alga **Laminaria asiática** es originaria del norte de Asia. Introducida en el sur de Australia, Nueva Zelanda y costa Oeste de USA, Europa y Argentina. Crece y se extiende rápidamente de forma vegetativa y mediante de las dispersiones de esporas. Desplaza las algas nativas y especies marinas. Altera el ecosistema y la cadena trófica. Puede afectar los stocks comerciales de marisco por la competición del espacio y alteración del hábitat. (López, 2013)



Figura 25: *Laminaria asiática* (López, 2013)

2. Especies Unicelulares

Entre los polizones problemáticos que pueden introducirse con las aguas de lastre figuran también los dinoflagelados, un extenso grupo de protistas –fundamentalmente planctónicos que pueden vivir tanto en aguas dulces como saladas. También producen potentes toxinas que, en algún caso, sí llegan a afectar a la salud humana. Estos organismos son los

responsables de las mareas rojas, un fenómeno conocido desde tiempos remotos y actualmente afecta esporádicamente las costas de Chile. Además, estas toxinas de los dinoflagelados se acumulan en peces y moluscos, con el consabido efecto sobre toda la cadena trófica. Por otro lado, una plaga de dinoflagelados puede provocar asimismo una disminución del oxígeno en el agua, lo cual, junto con su toxicidad, pueden afectar fuertemente la piscicultura del salmón en el sur de Chile. Las plagas más peligrosas son las causadas por los géneros *Gymnodinium* y *Alexandrium*, que han afectado a las costas de Noruega y el Reino Unido. Una de estas especies, *Alexandrium minutum*, fue observada por primera vez en la costa occidental de Suecia y desde allí se extendió al mar del Norte, luego a la costa oriental de Estados Unidos y por fin a Australia y a Nueva Zelanda.

Otro dinoflagelado a tener en cuenta es *Pfiesteria piscicida*, especie descubierta en 1988 por científicos de Carolina del Norte. Existen veinticuatro formas distintas de este microorganismo, algunas de las cuales producen una serie de toxinas inocuas para el ser humano, pero asociadas a lesiones y a mortandades de una gran cantidad de peces, como la que tuvo lugar en Carolina del Norte y en la bahía de Chesapeake tras haber sido introducida en las aguas de lastre. (López, 2013)



Figura 26: *Pfiesteria piscicida* (People, s.f.)

3. Moluscos

Una de sus primeras consecuencias de la invasión de polizones indeseables fue la llegada a Europa del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), un pequeño bivalvo de agua dulce – aunque también resiste aguas salobres - originario de la cuenca del mar Caspio. El mejillón cebra colonizó los muelles de Londres en los años veinte del siglo XIX, introducido por la navegación fluvial, y desde allí se extendió poco a poco por todo el continente. En 1988 fue visto por primera vez en América del Norte, en un pequeño lago de Detroit (Estados Unidos), detectándose, en esa fecha, una densidad de 200 ejemplares por metro cuadrado; al año siguiente la densidad aumentó hasta los 4.500 individuos por metro cuadrado en dicho lago, mientras que en otro lago alcanzó la cifra de 750.000 por metro cuadrado en pocos meses (Schloesser, Nalepa & Mackie, 1996) y, desde los Grandes Lagos, ha penetrado en diversos ríos norteamericanos de tal forma que el mejillón cebra ha infestado alrededor del 40% de los canales internos, siendo necesaria una inversión de casi 1.000 millones USD en medidas de control entre 1989 y 2000.

También en la cuenca del Ebro, se ha confirmado la presencia de almeja china (*Curbicula fluminea*) en el Canal Imperial de Aragón desde el año 2006. Los ejemplares detectados tienen un tamaño en torno a dos centímetros, cuando la especie no suele pasar de cinco en los estadios de mayor desarrollo. Este molusco es susceptible de provocar graves daños ambientales cuando coloniza un ecosistema acuático, ya que pone en peligro la existencia de otras especies al alterar la cadena alimentaria. También puede dañar las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, aunque en menor medida que el mejillón cebra. La almeja asiática prefiere las superficies limosas a las duras para instalarse, por lo que es más frecuente encontrarla en los lechos de ríos, pantanos y canales que en infraestructuras como presas, tuberías y conductos de canales y centrales hidroeléctricas. Su ritmo de reproducción es también menor, aunque sus colonizaciones llegan a superar varios millares de ejemplares por metro cuadrado. (López, 2013)



Figura 27: Mejillón Cebra (López, 2013)

4. Medusas Cangrejos y otros

La medusa (*Mnemiopsis leidy*) es originaria de las costas occidentales del continente americano. La pesca excesiva y la contaminación han provocado el declive de sus principales depredadores, como el rodaballo, el pez azul y la foca monje. Debido a la introducción de esta medusa en el Mar Negro, donde ha alcanzado la densidad de 1kg de biomasa por m³.

Otro intruso reciente es la estrella de mar (*Asteiras amurensis*), originaria del Pacífico norte (China, Corea, Japón y Rusia). Tiene un diámetro de cincuenta centímetros y se reproduce con extrema rapidez, ya que las hembras adultas de mayor tamaño pueden llegar a producir hasta 19 millones de huevos entre junio y septiembre. Las larvas son capaces de permanecer más de noventa días en el agua. Se alimenta de una gran cantidad de moluscos, por lo que puede provocar graves alteraciones del ecosistema.

La Medusa Peine Norteamericana (*Mnemiopsis leidy*) es originaria de la costa este americana y ha sido introducida en el Mar Negro, en el Mar de Azov y en el Caspio. Se reproduce rápidamente (hembra hermafrodita auto-fertilizante) en condiciones favorables. Se alimenta de forma masiva de zooplankton agotando los stocks y alterando la cadena

trófica y el ecosistema, habiendo contribuido de forma significativa en los 90 al colapso de las pesquerías del Mar Negro y del Mar de Azov, con grandes consecuencias económicas y sociales, provocando similares amenazas en el Mar Caspio.

La Pulga de agua Cladoceran (*Cercopagis pengoi*) es originaria del Mar Negro y Mar Caspio, habiendo sido introducida en el Mar Báltico. Se reproduce formando poblaciones muy numerosas que dominan las comunidades de zooplancton y obstruyen las redes de pesca con el consiguiente efecto económico asociado.

El Cangrejo Chino o *Mitten crab* ha sido introducido en Europa Occidental, Mar Báltico y costa Este de Norte América. Emprende migraciones masivas con objeto de reproducirse. Se entierra en las orillas de los ríos y diques causando erosión y sedimentos. Captura peces e invertebrados nativos, causando su extinción. (López, 2013)



Figura 28: Pulga de agua, Cangrejo Verde Europeo y Cangrejo Chino. (López, 2013)

5. Peces agresivos

El gobio redondo (*Neogobius melanostomus*), proviene de las cuencas del Caspio y del Mar Negro y fue introducido accidentalmente, en primer lugar, en el Báltico y en los humedales del Este de Europa. Los gobios son peces extremadamente agresivos que compiten fieramente con otras especies por los lugares más apropiados para desovar. También tienen un sistema sensorial muy desarrollado que les permite detectar cualquier movimiento en el agua, lo que supone una gran ventaja pues pueden alimentarse en aguas turbias o sumidos en una total oscuridad. Este depredador de 12 cm de longitud devora los huevos y las crías de cualquier otra especie presente en su hábitat, como: la perca, el lucio o la lubina. Al igual que otras especies invasoras, el gobio redondo cuenta con una enorme capacidad de reproducción y las hembras llegan a producir 5.000 huevos en los meses de verano. Su introducción accidental en los Grandes Lagos en 1990 ha supuesto un grave problema medioambiental, económico y social. (López, 2013)



Figura 29: *Neogobius Melanostomus*. (www.fishbase.org, s.f.)

6. Organismos Patógenos.

En el terreno de la salud humana, un grave problema es el causado por la bacteria *Vibrio Cholerae*, responsable de la enfermedad del cólera. Esta bacteria produce una enterotoxina que origina diarreas, vómitos y una fuerte deshidratación, capaz de provocar incluso la muerte si no se aplica rápidamente el tratamiento adecuado. Sin embargo, la mayor parte de los individuos infectados por el cólera no presentan síntomas de ningún tipo, aunque la bacteria puede permanecer en las heces por un período de tiempo que oscila entre los siete y los catorce días. Sólo un 10% desarrollan la enfermedad y padecen los típicos síntomas de deshidratación. El cólera causa unas 120.000 muertes al año y en África hay 79 millones de personas que corren el riesgo de padecerlo. La bacteria puede sobrevivir en el agua durante largos periodos de tiempo, incluso cincuenta días cuando se asocia con algas o crustáceos marinos, lo que la convierte en una buena candidata para su transporte en aguas de lastre. Entre 1991 y 1992 se localizó la presencia de *Vibrio Cholerae* en el agua de lastre de cinco cargueros atracados en Estados Unidos, concretamente en el golfo de México. (López, 2013)

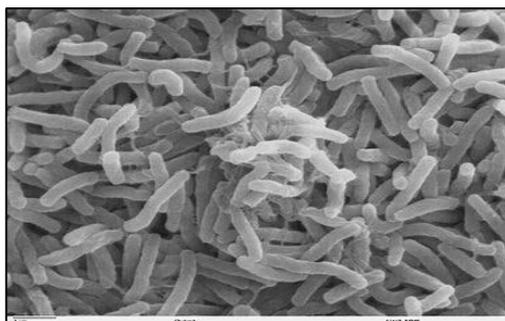


Figura 30: Bacilo del cólera. (López, 2013)

Anexo E

Estimación de riesgo de afectación de ecosistemas marinos y costeros por introducción de especies exóticas invasoras a través de aguas de lastre.

En el ámbito marítimo, la Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA ha aceptado la clasificación del Chile marítimo en zonas zoogeográficas, basándose en lo propuesto por

la Universidad Austral en el Informe FIP 2006 “Actualización y validación de la clasificación de las zonas biogeográficas litorales”. Esta clasificación es la que presenta una zonificación más completa del territorio marino, ya que combina antecedentes ya existentes (Clasificación de regiones y provincias biogeográficas propuesta por Sullivan y Bustamante 1999), que corresponde a una clasificación basada en elementos abióticos e información de reciente recopilación sobre distribuciones de diferentes grupos de la biota marina. La combinación de estos dos elementos permite dividir al país en nueve zonas por rango latitudinal. Esta propuesta es reconocida como el esfuerzo de zonificación más completo existente en el país⁷. (Pliscoff, 2009).

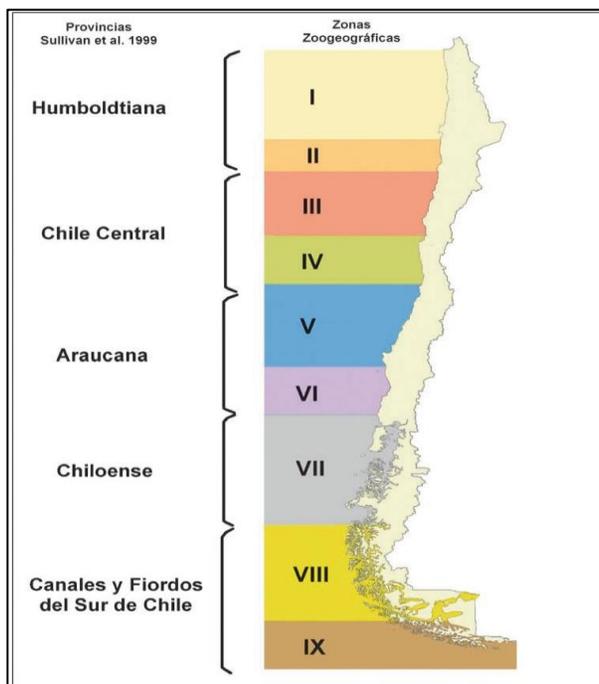


Figura 31: Clasificación de ecosistemas marinos. (Pliscoff, 2009)

Una matriz de riesgo fue construida para los nueve ecosistemas propuestos por CONAMA (2009), y la definición de los bienes y servicios se realizó a partir de una revisión de literatura técnica, seleccionando aquellos bienes y servicios más comúnmente utilizados y teniendo en consideración aspectos relevantes de cada uno de los ecosistemas. Posteriormente se calificó cada bien o servicio identificado, utilizando una escala conceptual, determinando si el riesgo de afectación es bajo, medio o alto, para lo cual se tuvo en consideración el riesgo asociado a la introducción de Especies Exógenas Invasoras - EEI a través de aguas de lastre, teniendo en cuenta el tráfico marítimo en los puertos asociados a cada uno de los ecosistemas.

⁷ No se debe confundir la división realizada por CONAMA, con clasificación de ecorregiones marinas realizada por la Directemar, para exigir el uso de cambio de Lastre fuera de zonas tipificadas para ello.

- a) Actividad portuaria en función de tonelaje movilizado: a mayor actividad portuaria mayor riesgo. También se consideró el cabotaje.
- b) El nivel de actividad de investigación científica: asociado a presencia de reservas marinas, parques u otras áreas de interés para la investigación científica marina. Áreas costeras de interés científico son altamente sensibles a la introducción de EEI.
- c) El desarrollo turístico: asociado al nivel de desarrollo del turismo en cada zona. Se considera al turismo en su totalidad, y no sólo el turismo costero, ya que el turismo se ve afectado principalmente por eventos de introducción de organismos patógenos o algas nocivas, lo cual afecta al turismo en forma transversal.
- d) El desarrollo de la acuicultura: asociado el desarrollo de la acuicultura, principalmente en sistemas abiertos, donde existe una mayor exposición y dificultad de control ante situaciones de introducción de EEI que generen efectos negativos sobre los cultivos.
- e) La actividad pesquera artesanal: referida principalmente a la actividad costera, asociada a recursos bentónicos, tanto de AMERB como de áreas de libre acceso.

ECOSISTEMA	Bienes	Posibilidad de afectación			Servicios	Posibilidad de afectación		
		Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Zona I (Norte de Chile): desde el límite norte de Chile hasta los 24º de latitud sur. (XV, I, II Región al sur de Antofagasta, aproximadamente el 60% de la costa lineal de la II Región)	Banco de recursos genéticos			X	Pesca			X
	Biodiversidad			X	Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies			X	Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial			X	Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas			X				
	Protección Costa (macroalgas)			X				
Zona II (zona zoogeográfica "buffer" entre las zonas zoogeográficas I y III) desde los 24º de latitud sur hasta los 26º de latitud sur. (Al sur de la ciudad de Antofagasta, II Región. Aproximadamente un 40% de la costa lineal de esta Región)	Banco de recursos genéticos		X		Pesca			X
	Biodiversidad		X		Investigación		X	
	Hábitat y refugio de diversas especies		X		Turismo y recreación		X	
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial		X		Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas		X					
	Protección Costa (macroalgas)		X					
Zona III (Transicional de Chile centro-norte) desde los 26º de latitud sur hasta los 30º de latitud sur. (III Región y IV Región, hasta el sur de Coquimbo. Aproximadamente 27% de la costa lineal de la IV Región)	Biodiversidad			X	Pesca			X
	Hábitat y refugio de diversas especies			X	Investigación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial			X	Turismo y recreación			X
	Alimentación, cadenas tróficas			X	Acuicultura			X
	Protección Costa (macroalgas)			X				
	Retención de nutrientes y larvas de especies de importancia comercial		X					
Zona IV (zona zoogeográfica "buffer" entre las zona transicional de Chile centro-norte y centro-centro) desde los 30º de latitud sur hasta los 33º de latitud sur. (IV Región, al sur de Coquimbo, V Región al norte de Viña del Mar. Aproximadamente un 50% de la costa lineal de la V Región)	Biodiversidad			X	Pesca			X
	Hábitat y refugio de diversas especies			X	Investigación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial			X	Turismo y recreación			X
	Alimentación, cadenas tróficas			X	Acuicultura			X
	Protección Costa (macroalgas)			X				
	Retención de nutrientes y larvas de especies de importancia comercial			X				
Zona V (Transicional de Chile centro-centro) desde los 33º de latitud sur hasta los 38º de latitud sur. (V Región, al norte de Viña del Mar, aproximadamente un 50% de la costa lineal de la V Región, VI Región, VII Región, VIII Región al sur de Lebu. Aproximadamente un 80% de la costa lineal de la VIII Región)	Banco de recursos genéticos			X	Pesca			X
	Biodiversidad			X	Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies			X	Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial			X	Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas			X				
Zona VI ("buffer" entre las zonas zoogeográficas V y VII) desde los 38º de latitud sur hasta los 41º de latitud sur. (Extremo sur de la VIII Región, aproximadamente un 20% de la costa lineal, IX Región, XIV Región, extremo sur de la X Región, aproximadamente un 20% de la costa lineal de la X Región)	Banco de recursos genéticos		X		Pesca			X
	Biodiversidad		X		Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies		X		Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial		X		Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas		X					
Zona VII (Sur de Chile) desde los 41º de latitud sur hasta los 48º de latitud sur. (X Región, al sur de Bahía San Pedro, aproximadamente un 80% de la costa lineal de la X Región, y aproximadamente un 90% de la costa lineal de la XI Región)	Banco de recursos genéticos		X		Pesca			X
	Biodiversidad		X		Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies		X		Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial		X		Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas		X					
Zona VIII (Sur de Chile) desde los 48º de latitud sur hasta los 54º de latitud sur (extremo sur de la XI Región, aproximadamente un 10% de costa lineal de esta región, hasta Isla Dawson en XII Región)	Banco de recursos genéticos		X		Pesca			X
	Biodiversidad		X		Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies		X		Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial		X		Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas		X					
Zona IX (Sur de Chile) desde los 54º de latitud sur hasta el límite sur de Chile continental (Externo sur de Chile, al sur de Isla Dawson, XII Región)	Banco de recursos genéticos		X		Pesca			X
	Biodiversidad		X		Investigación			X
	Hábitat y refugio de diversas especies		X		Turismo y recreación			X
	Hábitat de reproducción de recursos de importancia comercial		X		Acuicultura			X
	Alimentación, cadenas tróficas		X					

Figura 32: Matriz de Riesgo (Tapia, Evaluación Económica para la Implementación del Convenio de Aguas de lastre, BWM-2004, 2012)

A partir de este análisis de riesgo, se puede establecer que las zonas de mayor riesgo en relación con los efectos generados por posibles introducciones de EEI mediante aguas de lastre, corresponden a las Zonas I, III, IV y V, que corresponden a las zonas donde se realiza el mayor tráfico marítimo internacional, y también en el tráfico de cabotaje, lo cual incrementa el riesgo de propagación facilitado por el transporte marítimo interno. (Tapia, Evaluación Económica para la implementación del convenio de agua de lastre BWM 2004, 2012)