

Revisión: Gestión del Agua de Lastre en los Buques, los Puertos Marítimos y las Autoridades Ambientales

Andrea Carolina Monsalve Rivera y Darly Paola Garrido Bedoya
Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Nota de autor

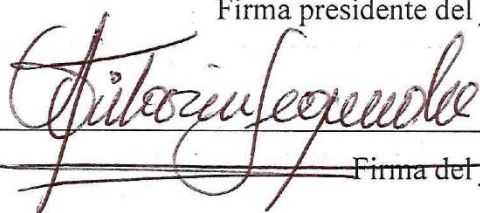
Artículo de revisión presentado como requisito final para cumplir con el Diplomado en Logística Portuaria 4ª Promoción

Programa de Ingeniería Industrial

Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura

Nota de Aceptación

Firma presidente del jurado



Firma del jurado

Firma del jurado

Sincelejo, Sucre, 02 de junio de 2016

Revisión: Gestión del Agua de Lastre en los Buques, los Puertos Marítimos y las Autoridades Ambientales

Resumen

Los buques transfieren aproximadamente alrededor del mundo aproximadamente entre 3000 y 5000 millones de toneladas de agua de lastre, transportando al menos 7000 especies animales y plantas. El transporte de agua de lastre por medio de la navegación marítima es una de las operaciones de mayor preocupación de la Organización Marítima Internacional ya que incrementa la transferencia de organismos a ecosistemas no nativos, generando impactos económicos, sociales y medioambientales. Esta revisión se fundamenta en la búsqueda de información consultada en fuente de información secundaria de carácter académico-científico y explica la gestión, métodos de tratamientos, decisiones, directrices y reglas que las entidades ambientales relacionadas proponen para que los buques y zonas portuarias cumplan con el fin de minimizar y mitigar las afecciones que la utilización agua de lastre implican.

Palabras clave: Agua de lastre, contaminación marina, especies exóticas, gestión de tratamientos.

Abstract

Vessels transfer around the world approximately between 3000 and 5000 billion tons of ballast water, carrying at least 7000 species of animals and plants. Carrying ballast water is a huge concern for the International Maritime Organization as it increases the transfer of organism to non-natives ecosystems, generating economics, social and environmental impacts. This review is based on the search of information consulted in source of secondary information of an academic and scientific sources and explains treatment methods, decisions, guidelines and rules that the environmental entities related, proposed for ships and in port areas in order to minimize and mitigate the conditions that the use of ballast water imply.

Keywords: Ballast water, marine pollution, exotic species, treatments management.

Introducción

La navegación por medio marítimo, desde un poco antes del siglo XV se convirtió en el principal medio de transporte y exploración. La cantidad, tamaño y la velocidad de los barcos se elevó drásticamente, permitiendo el desarrollo de mercados, servicios, necesidades y tecnologías. En el siglo XIX, las tecnologías con vapor y buques con casco de acero empezaron ser utilizadas de manera frecuentemente, creando la necesidad de usar agua de lastre e incrementando el potencial para la transferencia de muchos organismos en ecosistemas no nativos que se hacen pueden realizar desde un punto A en el mundo hasta otro punto B a muchas millas de distancia. (Hamer, McCollin, & Lucas, 2000) (Jung, Hong, Yoon, Kwon, & Kang, 2014) (Verna & Harris, 2016)

El transporte del agua de lastre es una de las actividades de mayor preocupación para la OMI por su impacto ambiental, es por ello que han establecido legislaciones internacionales con el fin de regular las descargas y sistemas de tratamientos en los buques para mitigar el impacto ambiental

reduciendo la transmisión e introducción de especies y microorganismos patógenos en lugares en donde no son nativos. (Jung, Yoon, Hong, Kwon, & Kang, 2013) (Ottoey Olsen, y otros, 2015)

En este trabajo se ve reflejada la importancia de la utilidad del agua de lastre, los impactos ambientales que produce, el comportamiento de los buques ante esta problemática, la gestión de los puertos para mitigar los impactos y por último cómo se manifiestan las autoridades ambientales que participan para combatir este fenómeno ambiental. El objetivo es realizar una revisión bibliográfica sobre la gestión de agua de lastre que se realizan en los buques, puertos marítimos y por las autoridades ambientales correspondientes con el fin de ampliar el conocimiento respecto al manejo que se le está dando al agua de lastre en la actualidad.

1. Método

Se realizó una búsqueda detallada consultando fuentes de información secundaria de carácter académico-científico, donde sobresalieron los trabajos realizados con mayor afinidad y pertinencia a la temática escogida.

El criterio de selección de los artículos científicos de revistas indexadas dependió de la pertinencia, actualidad y profundidad en la temática. Luego se realizó una lectura crítica y análisis de todos los artículos seleccionados, contrastando sus resultados y conclusiones; haciendo inferencia sobre la fiabilidad y validez de los artículos respecto al tema.

Se realizó la organización y estructuración de la información recolectada, se compiló en una base de datos y se definió afinidad entre los autores; finalmente se realizó el proceso de redacción de acuerdo a los artículos consultados.

2. Desarrollo del tema

Anualmente se transfieren alrededor del mundo aproximadamente entre 3000 a 5000 millones de toneladas de agua de lastre, transportando al menos 7000 especies animales y plantas, actualmente se conoce que el cargue y descargue de agua de lastre es la manera más conocida de transferencia accidental de organismos indeseables que no son nativos en los puertos de llegada. (Tsolaki & Diamadopoulos, 2009)

Cuando se recoge el agua de lastre desde puerto de partida, son muchos los organismos y sedimentos que se introducen en los tanques de almacenamiento en el buque. Muchos de estos organismos pueden sobrevivir durante el todo el tiempo del viaje, cuando llegan a su punto de llegada estos son liberados en este nuevo ecosistema y si las condiciones del entorno en las que estos son liberados son adecuadas pueden llegar a sobrevivir y reproducirse, generando la posibilidad de: alterar la cadena alimenticia, desplazar especies autóctonas, exterminar especies que no pueden defenderse ante nuevos depredadores; el agua de lastre tiene un gran impacto medioambiental, económico y de salud. (Pérez Fernández, 2013)

Si un buque no se encuentra totalmente cargado, debe ser compensado con un peso adicional para posibilitar la flotabilidad adecuada (David, 2015), de ahí la importancia del agua de lastre. Este se conoce como el conjunto de agua, arena, piedra y otros elementos (Ramírez Cabrales, 2011) que le brinda navegabilidad y seguridad al buque permitiendo que se regule el peso, genere estabilidad, maniobrabilidad y que a su vez compense la cantidad de carga que esté llevando consigo (Mitchell, Webber, Buddo,

& Webber, 2014) (Chen, Hu, Hong, & Sandoe, 2016) durante el viaje y también durante el cargue y descargue de las operaciones en el puerto. Por otro lado, la utilización del agua de lastre es beneficiosa, ya que esta agua que se utiliza es un recurso que está en abundancia, es de fácil acceso, no tiene costos adicionales y además por tener propiedad líquida, se adapta de cualquier manera al tanque, brindándole un almacenamiento adecuado al bote. (Ramírez Cabrales, 2011)

Las operaciones de agua de lastre, se realizan normalmente frente al puerto y se carga o descarga dependiendo si el buque está más pesado o está desbalanceado. Se procura liberar el lastre para que el buque pueda tener estabilidad y el cargue de mercancía sea exitoso, también se puede realizar cargue descargue de agua de lastre durante la navegación o en el anclaje, teniendo en cuenta el tipo de embarcación, condiciones marítimas y las operaciones del buque. Estas operaciones ejercen una influencia negativa que afecta la estabilidad del buque e influye en las fuerzas estáticas en el casco del buque por lo que se debe tener máxima precaución en el proceso; el uso del agua de lastre afecta directamente la estabilidad longitudinal y

transversal, la integridad del buque y por ende la seguridad del personal en él.

Al dejar superficies libres en el tanque de lastre se genera un efecto indeseable es causado porque que el agua es capaz de moverse libremente y estas ondas generadas pueden ejercer fuerzas que se adicionan en el buque del casco. Tener un balance inadecuado del agua de lastre afecta su principal objetivo, reduciendo considerablemente su estabilidad transversal y esto podría generar que el buque pueda voltearse. (David, 2015)

Sin embargo, justo cuando se dispone esta agua dentro del puerto de llegada del buque, esta agua de lastre es considerada como un producto de desecho (por lo que debe ser tratado) contiene variedad de bacterias, plancton, animales, bacterias y virus. (Pérez Fernández, 2013) Por consiguiente, todos estos organismos que están en el agua de lastre por el movimiento de las mareas pueden llegar y afectar playas, puertos, actividades pesqueras, áreas de producción de cultivo marino y biodiversidad causando. (Takahashi, Lourenço, Lopes, Rall, & Lopes, 2008) (Jóźwiak & Barańska, 2014)

Para prevenir las invasiones de los organismos anteriormente mencionados, se han trabajado con diferentes tipos de métodos que permiten regular al máximo las posibles invasiones evitando consecuencias como: extinción de especies y desbalance de los ecosistemas, generando riesgos a la salud humana y a los recursos pesqueros de los habitantes cercanos a las zonas portuarias y también daños a las estructuras de los puertos. (Balaji & Yaakob, 2011)

Otra alternativa para disminuir la transferencia de organismos es realizar una limpieza que permita retirar los sedimentos, esto se llevará a cabo en alta mar y justo cuando se esté cargando el lastre. Todo esto se debe realizar para evitar toma de organismos que sean perjudiciales, sedimentos que puedan contener tales organismos como bacterias, fitoplancton y ciliados incluyendo agentes patógenos. (Árias-Lafargue, 2014) (Steichen & Quigg, 2015)

La organización marítima Internacional y la Organización mundial de la salud reconocen que existe una gran posibilidad de que el agua de lastre sea un vector de propagación de bacterias causantes

de enfermedades epidémicas. (Matheickal & Raaymakers, 2003) Por lo que es de gran importancia que se ejerzan medidas desde diferentes puntos de vista, evitando al máximo cualquier tipo de transferencia de organismos y microorganismos no deseados.

Se pueden tomar medidas desde los buques y en ellos los tratamientos al agua de lastre, también en instalaciones situadas en zonas portuarias y también entidades ambientales pueden definir normativas que aminoren esta situación.

2.1. Gestión en los buques

Las tecnologías que se utilizan para el tratamiento del agua de lastre generalmente son derivadas por tratamientos y equipos de tipo industrial, el uso de cualquier tratamiento se encuentra delimitado por factores determinantes como su costo y su eficacia.

Todos estos procedimientos se encuentran bajo investigación porque ninguno de estos métodos ha sido determinado como capaz de eliminar todos los organismos al 100%, por lo que se siguen haciendo mejoras en los tratamientos existentes y desarrollando nuevos métodos

que sean efectivos para la eliminación total de organismos y microorganismos que se encuentren en el agua de lastre. (Takahashi, Lourenço, Lopes, Rall , & Lopes , 2008)

El agua de lastre puede ser tratada de 3 maneras diferentes por medio de: separación física de líquidos y sólidos, desinfección química y desinfección física. (Zhang, Ma, Li , & Zhang, 2013),

2.1.1. Separación física de líquidos y sólidos.

2.1.1.1. Pretratamiento de filtración.

Este tipo de tratamiento simplemente es la separación de material solido antes de entrar en los tanques o mientras se está descargando. La ventaja de la filtración si se realiza antes de cargar el agua de lastre es que las especies filtradas se queden su habitat, pero por otro lado, este tipo de tratamiento necesita un equipo especializado que por lo generar es costoso al comprar y al instalar. (Tang, Butkus, & Xie, 2008)

2.1.1.2. Separación

centrifuga/Hidrociclones.

El agua de lastre es sometida a altas fuerzas centrifugas, haciendo que los elementos pesados choquen contra las paredes y sean llevados a la periferia para ser removidos del depósito acumulador posteriormente. La efectividad de este tratamiento radica en la densidad de las partículas y también del agua de lastre, el tamaño de las partículas, la velocidad de rotación y el tiempo implementado en el proceso. (Nielson, Moffit, & Watten, 2012)

2.1.1.3. Coagulación.

Este procedimiento es opcional y se utiliza antes de realizar alguno de los dos tratamientos antes mencionados para aumentar el tamaño de las partículas, mejorando la eficiencia al momento de realizar el procedimiento. Su desventaja es que puede requerir un tanque adicional para asegurar el agua que ha sido tratada durante un tiempo para que el proceso sea efectivo y luego realizar el tratamiento escogido. (Lloyd's Register Marine, 2014)

2.1.2. Desinfección química.

Estos tratamientos que implican productos químicos, antes de realizar el vertimiento de agua de lastre necesitan ser neutralizados para evitar un daño ambiental en el lugar de la descarga. Altas concentraciones de estos productos pueden generar sustancias venenosas. (Satir, 2014)

2.1.2.1. Cloro.

El uso del cloro es clasificado como una biocida oxidante que al diluirse en agua, destruye las paredes celulares de los microorganismos. Su eficacia es mayor dependiendo de diferentes condiciones como: cantidad de pH del agua, la temperatura y los tipos de organismos que se encuentran ahí. Las ventajas de la utilización del cloro son su: bajo costo, fácil manejo, aplicación y volumen de agua tratada la pone en ventaja. (Culin & Mustac, 2015)

2.1.2.2. Ácido peracético y peróxido de hidrogeno.

Al igual que el cloro, el Ácido peracético y peróxido de hidrogeno al diluirse en el agua destruye las paredes celulares de los microorganismos. Estos reactivos generan pocos productos peligrosos. Estos elementos

pueden ser relativamente costosos teniendo en cuenta la cantidad que se necesitan. (Lloyd's Register Marine, 2014)

2.1.2.3. Ozonificación.

En donde se introduce ozono mediante un sistema inyector Venturi para la destrucción de los microorganismos, las biocidas generadas son de bromo, siendo el resultado de la ozonización del agua. Se necesitan grandes generadores de ozono para tratar grandes volúmenes de agua de lastre, estos pueden ser costosos y requerir de un espacio adicional para su instalación. (Wright, y otros, 2010)

2.1.2.4. Menadiona o Vitamina K3.

Al aplicar esta sustancia al agua de lastre produce un efecto tóxico para los invertebrados que allí se encuentran. Este producto es de manejo seguro y para este tratamiento es producido sintéticamente. (Lloyd's Register Marine, 2014)

2.1.2.5. Elevación del pH del agua (NaOH).

La elevación del nivel de pH en el agua de lastre es una solución que está siendo desarrollada por el Servicio Geológico de

Estados Unidos. Se realiza agregando hidróxido de sodio, el cual al ser usado en la cantidad justa u esperando el tiempo necesario se producirá la descontaminación deseada aumentando los niveles de pH. (Starliper & Watten, 2013) (Starliper C. E., y otros, 2015)

2.1.3. Desinfección física.

2.1.3.1. Radiación UV.

Este es un tratamiento secundario a la filtración, ya que no funciona para microorganismos más grandes que un protozoo, hongos o algas. Este método funciona para la eliminación de microorganismos a través del agua de lastre, ya que lámparas de amalgama rodeadas de cuarzo producen luz ultravioleta y esta desnaturaliza el ADN de los microorganismos impidiendo su futura reproducción. Se puede utilizar peróxido de hidrógeno, ozono o dióxido de titanio para aumentar la eficacia del método. (Penru, Guastalli, Esplugas, & Baig, 2013)

2.1.3.2. Calor.

Este método puede se puede usar con una de estas opciones: la primera, el agua de lastre puede ser usada para enfriar los

motores mientras que está siendo desinfectada mediante el aumento de la temperatura y la segunda, se genera calor por medio de sistemas de calefacción instalados en el buque. La temperatura mínima a la que el agua de lastre debe ser calentada es 40°C para poder destruir los microorganismos. Se recomienda aplicar este tratamiento a aguas de lastre que estén a más de 30°C, de lo contrario el calentamiento demorará más, generando mucha energía. (Tsolaki & Diamadopoulos, 2009)

2.1.3.3. Cavitación.

Este proceso es eficiente dependiendo de la amplitud y la frecuencia de las ondas inducidas, estas generan estrés mecánico y perturban las membranas celulares, por otro lado, también se puede sobresaturar con gas el agua de lastre, esta presión formará micro burbujas y estas provocarán efectos hemorrágicos destruyendo los organismos. (Balaji & Yaakob, 2011)

2.1.3.4. Desoxigenación.

La restricción completa de la existencia del oxígeno en el de agua de lastre causa asfixia de animales y microorganismos, así como: dinoflagelados, bacterias anaeróbicas

y varios organismos bentónicos. (Takahashi, Lourenço, Lopes, Rall , & Lopes , 2008)

2.2. Gestión portuaria

Varias pautas desarrolladas y adoptadas por la convención de tratamiento de agua de lastre, clarifican los requisitos y aseguran la realización de las normas. Las pautas que se aplican en este caso son la G1: directrices para instalaciones receptoras de sedimentos y G5: directrices para instalaciones receptoras de agua de lastre. (American Bureau of Shipping & Affiliated Companies, 2014)

La gestión del agua de lastre en los buques con los tratamientos anteriormente mencionados, no siempre puede ser aplicada a todos los buques por limitaciones en el espacio disponible a bordo de la nave, capacidad y reforzamiento de capacidades. Además, los costos de instalación de algunos de estos sistemas podrían alcanzar los 2 millones USD\$. Existe otro tipo de posibilidad y es la transferir agua de lastre a una planta de tratamiento situada en tierra para tratar el agua de lastre en el puerto, capturando y tratando y almacenando este lastre en tierra. Informes consideran que este tipo de tratamientos favorecen eficaz y económicamente al puerto en comparación a

los sistemas instalados en los barcos al tratar el mismo volumen del agua de lastre. Por otro lado, en términos de construcción y operación, alivia las obligaciones de la tripulación a bordo y el manejo de los diferentes tipos de tratamientos de gestión de agua de lastre en el buque. Otra ventaja significativa es que se eliminaría eficazmente la acumulación de sedimentos acumulados. (Narciso Pereira & Luiz Brinati, 2012)

La presión que recae en los buques para el tratamiento estricto del agua de lastre dentro del buque, puede disminuir significativamente si se realiza el tratamiento en el puerto. Si se llegara a aprobar la utilización y generación de agua dulce mediante el proceso de desalinización, estos suministros de agua dulce podrían extenderse a la población cercana, además de crear nuevos puestos de trabajo. Sin embargo, el tamaño de la planta de tratamiento dependerá del número, tiempo y tipo de nave que entren al sistema portuario; hay temas como la cantidad de espacio necesario, el establecimiento de qué tipo de unidades de tratamiento se utilizarían, inversión de las instalaciones y recuperación del costo invertido, que deben analizarse más a fondo.

El tratamiento que se le puede hacer al lastre debe ser específicamente diseñado para cada puerto, dependiendo de su necesidad. Alternativamente, el agua de lastre podría ser recogido directamente de un buque a otro para luego ser transportado a la instalación localizada en tierra; en este caso, se necesitan tuberías entre las instalaciones de tratamientos y además todos los amarres de un sistema portuario, cada buque debe tener un sistema funcional de bombeo de agua de lastre. Conjuntamente de las instalaciones en tierra, se debe contar con una autoridad portuaria que tenga un sistema móvil para descarga de agua de lastre con el fin de disminuir la profundidad del buque al momento de cruzar a una zona de poca profundidad. (California Environmental Protection Agency, 2002) (Balaji, Yaakob, & King Koh, A review of developments in ballast water management, 2014)

2.3. Gestión de autoridades ambientales

Las gestiones que se le hacen al agua de lastre va más allá que tomar precauciones respectivas para mitigar sus impactos, por lo que además cada entidad portuaria y buque deben tener regulaciones que puedan cumplir con las demandas locales, teniendo en cuenta

la conservación ecológica de la zona y también la estructura técnica de cada buque. (Endresen, Behrens, Brynestad, Andersen, & Skjong, 2004) Pero además de estas acciones, también existen autoridades ambientales que buscan aminorar, mitigar y hacer cumplir las decisiones, reglas y/o directrices que se tomen respecto al agua de lastre al transferir especies exóticas invasoras y otros impactos operacionales incluyendo el ruido generado durante la operación de naves destruyendo los sistemas de audición de los mamíferos marinos, colisiones con mamíferos marinos. (Ma, Fang, & Guan, 2016)

Dentro de estas autoridades tenemos a la OMI: Organización Marítimo Internacional, ROCRAM: Red operativa de Cooperación Regional de Autoridades Marítimas de las américas y el Ministerio De Defensa Nacional Dirección General Marítima

3.3.1 OMI: Organización Marítimo Internacional.

En Londres, Reino Unido, La OMI fue establecida en el año de 1948 es una instancia de las Naciones Unidad que está

reconocida por la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, que junto a 169 naciones (miembros) desarrollan una serie de convenios de operación, protocolos, códigos y recomendaciones enfocadas a la seguridad marítima, protección del medio ambiente, asuntos legales, operación técnica y eficiencia de la navegación con la finalidad de que funcione de manera eficaz haciendo cumplir este marco normativo para que el sector de transporte marítimo que sea eficaz y justo, que se logre adoptar y aplicar en el plano internacional. (Silber, y otros, 2012). Esta organización marítima internacional, cuenta con programas, proyectos y convenios que velan por la minimización de transferencia de organismos indeseados, así como:

2.3.1.1. MARPOL: Adopción: 1973, Protocolo: 1978, Protocolo – Anexo VI: 1997; entrada en vigor: Octubre 2 de 1983 (Anexos I y III)

Es la principal convención internacional responsable de la prevención de la contaminación por buques, es adoptado desde el 2 de noviembre de 1973 en la sede de la OMI. Los 6 anexos de la MARPOL

están conformado por reglas y normas destinadas a disminuir y prevenir al mínimo la contaminación que pueda ser ocasionada por buques por aceite, sustancias nocivas líquidas, sustancias nocivas envasadas, aguas residuales, basura y la contaminación atmosférica, ya sea de manera accidental o procedente de las operaciones normales. (Unger & Harrison, 2016)

2.3.1.2. Proyecto Globallast (2000 – 2004)

Es un proyecto de gran escala internacional que junto con la OMI, enfrentan una amenaza mundial respecto a la salud de los océanos de todo el mundo; se busca mejorar la sostenibilidad ambiental y socio económico y reducir impactos negativos en los ecosistemas marinos. (IMO-GloBallast R&D, 2003)

2.3.2. ROCRAM: Red Operativa de Cooperación Regional de Autoridades Marítimas de las Américas.

Es una red formar de cooperación horizontal entre autoridades marítimas, junto a instituciones y autoridades existentes en cada país. Las autoridades marítimas

fiscalizan y controlan los aspectos de seguridad en puertos, incluyendo el control del agua de lastre, el adecuado control y gestión del agua de lastre es un desafío ambiental importante, y en esta Red Operativa estos países han considerado criterios que permiten proceder bajo una normatividad en áreas bajo su jurisdicción. (Red Operativa de Cooperación Regional de Autoridades Marítimas de las Américas, 2013)

2.3.3. Resolución número 0477 (2012)

Busca adoptar y establecer medidas, control y procedimientos de verificación para la gestión que se haga en el agua de lastre y los sedimentos a bordo de naves y buque nacionales y extranjeros en aguas colombianas con el fin de reducir el riesgo al mínimo el riesgo de introducción o transferencia de organismos acuáticos y agentes patógenos.

Según la resolución N° 0477, en el capítulo IV se encuentran las obligaciones que se deben cumplir y que están relacionadas a la gestión del agua de lastre de naves y artefactos navales de bandera nacional o extranjera de buques que se

encuentren en jurisprudencia de aguas colombianas o en vías fluviales; deben tener en cuenta que cualquier buque de navegación marítima internacional que procedan de un puerto extranjero y que vayan a deslastrear en aguas o puertos colombianos deberán hacerlo o cambian a totalidad su agua de lastre en aguas oceánicas a una distancia no menor de 200 millas, es decir, 370.4 kilómetros y a una profundidad no menor a 200 metros (excepto cuando provengan del mar Caribe, en este caso la distancia no será menor a 50 millas náuticas, es decir, 92.6 kilómetros, y a una profundidad no menor de 200 metros)

El capitán del buque, debe entregar a la Capitanía de Puerto la “notificación de agua de lastre” más el aviso de arribo, antes de poder proceder con la descarga del agua de lastre. Al permitirse el descargue, estos deben proceder con procedimientos seguros y eficaces, sin afectar la seguridad de la tripulación ni del buque y así reduciendo la posibilidad de transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos.

Además, todo de reparación o dique seco que por su actividades manejen sedimentos o lodos depositados en los tanques de agua de lastre de los buques,

deben de disponer una instalación de recepción y también presentar un Plan de Gestión que debe ser entregado a la Autoridad Marítima Nacional, este a su vez verificará la existencia de este plan y también del Plan de Navegación para el viaje y los registros correspondientes en el Formulario de Notificación del Agua de Lastre.

La Autoridad Marítima Nacional, no permitirá que se deslastre en zonas diferentes a las que se han determinado a través de acto administrativo o zonas declaradas como especialmente sensibles (excepto cuando por razones de seguridad y de salvaguardia de la vida humana en el mar o ante el riesgo inminente de un perjuicio mayor).

Cualquier buque que no pueda o no desee cumplir las condiciones previamente mencionadas y descritas, debe retener las aguas de lastre abordo y marcar las válvulas de descarga del agua de lastre, hasta cuando salgan de la zona delimitada para poder deslastrear.

Para poder descargar las aguas de lastre en cualquier puerto que tenga facilidades de recepción, ya sea el armador o el capitán de la nave por medio de la agencia marítima, deben dejar constancia de lo

siguiente: el lugar de origen del lastre que se pretende descargar, salinidad del agua de lastre, temperatura, fecha de la actividad, tipo de tratamiento aplicado y la autoridad que aprobara dicho sistema, identificación y volumen (metros cúbicos o toneladas) - capacidad- de todos los tanques comprometidos en la operación de deslastre, cantidad de agua embarcada y desembarcada, posición del buque: latitud y longitud, al momento de formalizar la solicitud, fecha y hora pronosticada de arribo al puerto, método aplicado en el cambio de agua de lastre en el viaje inmediatamente anterior al solicitado y el tipo de tratamiento aplicado a la misma (si corresponde) y si se efectuó la remoción de sedimentos en la operación anterior.

Los buques que tengan destino a algún puerto colombiano, debe informar a la Capitanía de Puerto la condición del lastre que se encuentra a bordo, mediante la Agencia marítima que los representa, haciendo el envío de Notificación del Agua de Lastre más el aviso de arribo. (Dirección General Marítima Colombiana, 2012)

Por otro lado, las autoridades marítimas portuarias están en la obligación de informar al buque y a sus agentes las situaciones en las

que convendrá reducir al máximo la toma de agua de lastre así como: conocimiento de las zonas en la que se conozcan mayores *turbulencias*, zonas que estén próximas a desagües cloacales, zonas en las que se estén realizando actividades de dragado, zonas que se encuentren afectadas por plagas y/o epidemias (organismos patógenos u organismos perjudiciales) (Árias-Lafargue, 2014)

3. Discusión

La situación respecto a la utilización de agua de lastre sigue siendo y continuará así durante mucho más tiempo. Sin embargo, las autoridades ambientales están insistiendo en que se sigan investigando y mejorando los tratamientos que se le hacen al agua de lastre en los buques actualmente.

Por otro lado, además de estas medidas que se han tomado existen diseños y prototipos que buscan que existan busques con sistemas que no almacenen agua de lastre, sino que tengan sistemas con compuertas en donde el agua entre y salga, brindándole estabilidad y flotabilidad al buque; la seguridad de la tripulación y las mercancías a bordo son prioridad por lo que se siguen realizando investigaciones. Si estos

prototipos y diseños llegan a ser viables, los propietarios deben considerar los costos a corto y largo plazo que podrían tener estos tipos de buques en comparación con los que tienen sistemas de tratamientos de agua de lastre.

4. Conclusiones

Luego de hacer una revisión exhaustiva del tema seleccionado, podemos concluir que a nivel mundial se están tomando acciones para disminuir los impactos económicos, sociales y medio ambientales que provoca el traslado de agua de lastre de una zona geográfica a otra. Existen diversas propuestas de diferentes métodos de tratamientos para agua de lastre, los cuales siguen en estudios e investigación para su mejora constante, también se sigue apuntando a los tratamientos en zonas portuarias y las autoridades ambientales buscan mejorar sus reglamentaciones para regular y minimizar al máximo cualquier tipo de impactos.

Referencias

- American Bureau of Shipping & Affiliated Companies. (2014). *Ballast Water Treatment Advisory*. Obtenido de American Bureau of Shipping: <http://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/2014/BWTAdvisory14312rev3.pdf>
- Árias-Lafargue, T. (2014). Alternativa de solución a la contaminación marina por agua de lastre. *Tecnología Química*.
- Balaji, R., & Yaakob, O. (2011). Emerging Ballast Water Treatment Technologies: a review. *Journal of Sustainability Science and Management*.
- Balaji, R., Yaakob, O., & King Koh, K. (2014). A review of developments in ballast water management. *NRC Research Press*.
- California Environmental Protection Agency. (Diciembre de 2002). *Evaluation of Ballast Water Treatment Technology for Control of Nonindigenous Aquatic Organisms*. Obtenido de CalEPA.
- Chen, S., Hu, W., Hong, J., & Sandoe, S. (2016). Electrochemical disinfection of simulated ballast water on PbO₂/graphite felt electrode. *Marine Pollution Bulletin*.
- Culin, J., & Mustac, B. (2015). Environmental risks associated with ballast water management systems that create disinfection by-products (DBPs). *Ocean & Coastal Management*.
- David, M. (2015). Vessels and Ballast Water. *Springer Science+Business Media Dordrecht*.
- Dirección General Marítima Colombiana. (6 de Septiembre de 2012). *Dirección General Marítima Colombiana - Autoridad Marítima Colombiana*. Obtenido de Resolución 477 (06-sept-2012): <https://www.dimar.mil.co/content/resoluci%C3%B3n-477-06-sept-2012>
- Endresen, Ø., Behrens, H., Brynestad, S., Andersen, B., & Skjong, R. (2004). Challenges in global ballast water

- management. *Marine Pollution Bulletin*.
- Hamer, J., McCollin, T., & Lucas, I. (2000). Dinoflagellate Cysts in Ballast Tank Sediments: Between Tank Variability. *Marine Pollution Bulletin*.
- IMO-GloBallast R&D. (21 - 23 de Julio de 2003). *GLOBALLAST MONOGRAPH SERIES NO.15*.
Obtenido de International Ballast Water Treatment R&D Symposium:
<http://globallast.imo.org/wp-content/uploads/2014/11/Mono15.pdf>
- Józwiak, Z., & Barańska, M. (2014). Ecological risk assessment of ballast water. *Procedia Social and Behavioral Sciences*.
- Jung, Y., Hong, E., Yoon, Y., Kwon, M., & Kang, J.-W. (2014). Formation of Bromate and Chlorate during Ozonation and Electrolysis in Seawater for Ballast Water Treatment. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*.
- Jung, Y., Yoon, Y., Hong, E., Kwon, M., & Kang, J.-W. (2013). Inactivation characteristics of ozone and electrolysis process for ballast water treatment using *B. subtilis* spores as a probe. *Marine Pollution Bulletin*.
- Lloyd's Register Marine. (2014). *Understanding ballast water management*. London: Lloyd's Register Group Limited,.
- Ma, D., Fang, Q., & Guan, S. (2016). Current legal regime for environmental impact assessment in areas beyond national jurisdiction and its future approaches. *Environmental Impact Assessment Review*.
- Matheickal, J., & Raaymakers, S. (2003). *2nd International Ballast Water Treatment, R&D Symposium*. Londres: Programme Coordination Unit Global Ballast Water Management Programme.
- Mitchell, A., Webber, M., Buddo, D., & Webber, D. (2014). Development of a protocol for sampling and analysis of ballast water in Jamaica. *Biología Tropical*.

- Narciso Pereira, N., & Luiz Brinati, H. (2012). Onshore ballast water treatment: A viable option for major ports. *Marine Pollution Bulletin*.
- Nielson, R., Moffit, C., & Watten, B. (2012). Hydrocyclonic separation of invasive New Zealand mudsnails from an aquaculture water source. *Aquaculture*.
- Ottoey Olsen, R., Hess-Ergac, O.-K., Larsen, A., Thuestad, G., Tobiesen, A., & Alne Hoell, I. (2015). Flow cytometric applicability to evaluate UV inactivation of phytoplankton in marine water samples. *Marine Pollution Bulletin*.
- Penru, Y., Guastalli, A., Esplugas, S., & Baig, S. (2013). Disinfection of Seawater: Application of UV and Ozone. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*.
- Pérez Fernández, R. (2013). Contaminación costera por agua de lastre de las embarcaciones mercantes: su problemática y métodos de tratamiento. *REMS*.
- Ramírez Cabrales, F. (2011). El régimen internacional de agua de lastre: actores, instituciones e intereses. *Papel Político*.
- Red Operativa de Cooperación Regional de Autoridades Marítimas de las Américas. (26 - 27 de Noviembre de 2013). *IX REUNIÓN EXTRAORDINARIA DE AUTORIDADES MARÍTIMAS: PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE MARINO*. Obtenido de IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE CONTROL Y GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE Y SEDIMENTOS DE LOS BUQUES. INFORME SOBRE LA EVALUACION DE LOS AVANCES EN LA REGION: http://www.roccram.net/prontus_roccram/site/artic/20131022/asocfile/20131022115145/proyecto_informe_final_gtc_agua_de_lastre.pdf
- Satir, T. (2014). Ballast water treatment systems: design, regulations, and selection under the choice varying priorities. *Environ Sci Pollut Res*.

- Silber, G. K., Vanderlaan, A. S., Tejedor Arceredillo, A., Jhonson, L., Taggart, C. T., Brown, M. W., . . . Sagarminaga, R. (2012). The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness. *Marine Policy*.
- Starliper, C. E., Watten, B. J., Iwanowicz, D., Green, P., Bassett, N., & Adams, C. (2015). Efficacy of pH elevation as a bactericidal strategy for treating ballast water of freight carriers. *Journal of Advanced Research*.
- Starliper, C., & Watten, B. (2013). Bactericidal efficacy of elevated pH on fish pathogenic and environmental bacteria. *Cairo University: Journal of Advanced Research*.
- Steichen, J. L., & Quigg, A. (2015). Assessing the viability of microorganisms in the ballast water of vessels transiting the North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*.
- Takahashi, C., Lourenço, N., Lopes, T., Rall, V., & Lopes, C. (2008). Ballast water: A review of the impact on the world public health. *J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis.*
- Tang, Z., Butkus, M. A., & Xie, Y. F. (2008). Enhanced performance of crumb rubber filtration for ballast water treatment. *Chemosphere*.
- Tsolaki, E., & Diamadopoulos, E. (2009). Technologies for ballast water treatment: a review. *Wiley InterScience*.
- Unger, A., & Harrison, N. (2016). Fisheries as a source of marine debris on beaches in the United Kingdom. *Marine Pollution Bulletin*.
- Verna, D., & Harris, B. (2016). Review of ballast water management policy and associated implications for Alaska. *Marine Policy*.
- Wright, D., Gensemer, R., Mitchelmore, C., Stubblefield, W., Genderen, E., Dawson, R., . . . Cooper, W. (2010). Shipboard trials of an ozone-based ballast water treatment system. *Marine Pollution Bulletin*.

Zhang, N., Ma, B., Li, J., & Zhang, Z.
(2013). Factors affecting formation
of chemical by-products during
ballast water treatment based on an

advanced oxidation process.
Chemical Engineering Journal.