



Prevención de las invasiones por organismos transportados con el agua de lastre de los buques

Autor: Primitivo González López

Institución: Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos

Otros autores: Antonio Salamanca Gimenez (Universidad da Coruña)

Resumen

Quizás el mayor problema de contaminación marina, con consecuencias trascendentales, es el debido transporte de organismos de un sitio para otro con el agua de lastre. Se ha comprobado que muchas especies de bacterias, plantas y animales sobreviven, incluso después de meses de viaje, en el agua de lastre cargada en los buques, principalmente en los viajes de retorno en vacío, así como en los fangos que dejan como sedimento en los tanques. Su descarga en aguas de otros lugares puede dar lugar al asentamiento de organismos acuáticos y agentes patógenos perjudiciales, constituyendo un riesgo para la vida de los seres humanos y para la flora y la fauna marinas autóctonas, provocando un desastre ecológico sin precedentes difícilmente reversible, agravado por el ingente incremento del tonelaje de mercancías transportadas por vía marítima. Ante este grave problema, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha aprobado el Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, que próximamente entrará en vigor, con importantes consecuencias desde el punto de vista del equipamiento necesario y operaciones impuestas a los buques. El Gobierno Español, uno de los primeros en dar su autorización a la adhesión a este convenio, cuando entre en vigor, deberá satisfacer las obligaciones que se derivan, exigiendo que los buques que entren en puertos españoles cumplan sistemáticamente con un Plan de Gestión del Agua de Lastre, para lo cual deberán tener instalados los equipos necesarios y realizar las oportunas operaciones, cumplimentando las necesarias anotaciones reglamentarias en el Libro de Registro del Agua de lastre. La conservación de la biodiversidad en los océanos es un asunto vital. En este contexto, el control y eliminación de la introducción de especies extrañas transportas con el agua de lastre, lodos y sedimentos de los buques es de la máxima importancia, ofreciendo un campo ampliamente multidisciplinar para la investigación, observación y toma de datos de ciertos fenómenos biológicos y sus causas, muchas aún desconocidas; así como para el desarrollo de técnicas y equipos de posible uso alternativo y multidisciplinar, aplicables para diversas actuaciones necesarias de protección medioambiental y otras.

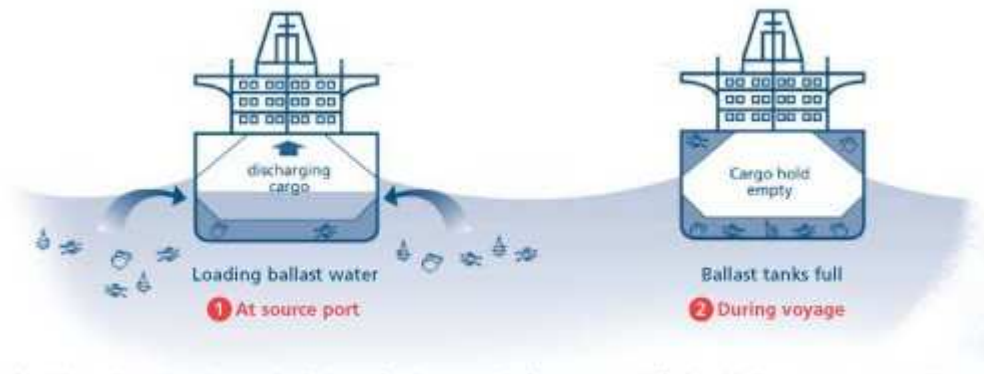
1.- ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN. EL TRASLADO E INTRODUCCIÓN DE ORGANISMOS EXÓTICOS.

Existen graves problemas de contaminación marina y uno de los más graves, quizá el que pueda tener consecuencias más trascendentes es el de la contaminación biológica debida a los organismos transportados de un sitio para otro por el agua de lastre de los buques.



Accidentes como los de la foto resultan desastrosos al menos a corto plazo para el medio marino, pero pueden no ser los más perjudiciales a medio y largo plazo. Las invasiones biológicas por organismos exógenos en zonas alejadas de su habitat normal pueden tener consecuencias aún más dañinas.

Estudios realizados en varios países han puesto de relieve que muchas especies de bacterias, plantas y animales pueden sobrevivir en el agua de lastre y en sus sedimentos transportados, incluso después de viajes de varios meses de duración. La descarga ulterior de agua de lastre y sedimentos en aguas de los puertos receptores puede dar lugar al asentamiento de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos que pueden constituir un riesgo serio para la vida de los seres humanos, para la flora y la fauna autóctonas y para el medio marino. Y si bien se han descubierto varias causas responsables de la transferencia de organismos entre áreas marinas geográficamente separadas a gran distancia, la descarga de agua de lastre de los buques parece ser una de las más importantes.



Con el agua de lastre de los buques se transportan especies marinas y, cuando es expulsada del buque para poder realizar la carga de mercancías, son también expulsadas especies foráneas, siendo su cantidad significativa debido a la cantidad de agua involucrada, miles de millones de toneladas anuales.

Se desplazan así especies indígenas provocando un desastre ecológico sin precedentes y difícilmente reversibles.



Antes de 1870 se solía utilizar lastre sólido. Con el aumento del número y del tamaño de buques construidos en acero, se hizo habitual empleo de agua del mar como lastre, incrementándose el problema del trasiego de organismos de un sitio para otro paralelamente al incremento ingente del volumen de mercancías transportadas por mar. Lógicamente, el problema es mayor en las zonas y países exportadores de grandes volúmenes de carga, a cuyos puertos arriban los buques con cantidades importantes de agua de lastre, especialmente si son petroleros y buques de carga a granel; agua que es descargada en los canales de acceso y en los puertos de estos países.

Consciente del grave problema, la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo de las Naciones Unidas, ha redactado y aprobado el Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de lastre y los Sedimentos de los Buques, el cual está casi a punto de que se den las condiciones mínimas para su entrada en vigor.

El Gobierno Español fue de los primeros en dar su autorización para la adhesión al citado convenio. Cuando entre en vigor, deberá satisfacer las obligaciones que del mismo se

deriven, es decir, que los buques que entren en puertos españoles, ya sean abanderados en España o no, cumplan sistemáticamente con un Plan de Gestión del Agua de Lastre, para lo cual deberán tener instalado el equipamiento necesario, realizarán las oportunas operaciones y maniobras y cumplimentarán las anotaciones reglamentarias debidas en el correspondiente Libro de Registro del Agua de Lastre.

Los lugares en que estos organismos pueden ser transportados en los buques son varios: adheridos como incrustaciones al casco, en las tomas de mar, con las aguas de sentinas, con las aguas de limpieza de las bodegas, con los residuos no bien tratados de las plantas sépticas, con residuos de la cocina, con los alimentos en la gambuza y, fundamentalmente, en el agua de lastre con que se cargan los buques, principalmente cuando van de vacío en los viajes de retorno, así como en los fangos que estas aguas de lastre dejan como sedimento en los tanques.

Diez de los más temidos

Plantas, animales y microbios marinos se desplazan por todo el planeta y adheridos al casco de los buques en el agua de lastre. Introducidos en un nuevo medio, pueden convertirse en invasores y causar trastornos graves en los ecosistemas y la economía local. Los agentes patógenos introducidos pueden causar enfermedades, y la muerte, en seres humanos.

Cólera
Vibrio cholerae (variedad *oceanus*)
Origen: Varías zonas con una distribución muy amplia.
Introducción: Sudamérica, golfo de México y otras zonas.
Efectos: Algunas epidemias de cólera parecen estar directamente asociadas al agua de lastre. Un ejemplo es la epidemia que se declaró simultáneamente en tres puertos del Perú en 1991 y se extendió por toda Sudamérica afectando a más de un millón de personas y en 1984 se había cobrado ya más de 10 000 vidas. Esta agua sólo se había detectado anteriormente en Bangladesh.

Cienóforo americano
Monosiga brevicornis
Origen: Costa oriental del continente americano.
Introducción: Mar Negro, mar de Azov y mar Caspio.
Efectos: Se reproduce rápidamente (termotolerante autotrofica) en condiciones favorables. Se alimenta con una voracidad excesiva de zooplancton, cuyas existencias agota, alterando la red trófica y el funcionamiento del ecosistema. Continúa considerándose al tratamiento de las aguas del mar Negro y el mar de Azov en la década de 1980, con enormes repercusiones socioeconómicas. Actualmente amenaza con unos efectos similares en el mar Caspio.

Estrella de mar del Pacífico norte
Asterias amurensis
Origen: Pacífico septentrional.
Introducción: Australia meridional.
Efectos: Se reproduce en cantidades ingentes, alterando rápidamente las proporciones de "plata" en las zonas invadidas. Se alimenta de mariscos, reduciendo diversas especies de interés comercial, como las vieiras, ostras y almejas.

Caracajón chino
Geukensia demissa
Origen: Asia septentrional.
Introducción: Europa occidental, mar Báltico y costa occidental de Norteamérica.
Efectos: Emprende migraciones masivas para la reproducción. Forma un hábitat en las orillas de los ríos y en los diques causandole erosión y contaminación. Altra a peces e invertebrados, llegando a restringir especies autóctonas durante los brotes de población. Interfiere con las actividades pesqueras.

Algas tóxicas (rojas, pardas, mareas verdes)
Varías especies
Origen: Varías especies con una distribución muy amplia.
Introducción: Varías especies se han desplazado a nuevas zonas en el agua de lastre de los buques.
Efectos: Pueden producir floraciones de algas nocivas. Según la especie, pueden causar destrucción masiva de la vida marina mediante agotamiento del oxígeno e liberación de toxinas y/o mucosidad. Contaminación de playas, afectando al turismo y a las actividades recreativas. Algunas especies pueden consumir mariscos que se alimentan por filtración y provocar el cierre de pesquerías. El consumo humano de mariscos contaminados puede causar enfermedades graves e incluso la muerte.

Gobio redondo
Neogobius melanostomus
Origen: Mar Negro, mar de Azov y mar Caspio.
Introducción: Mar Báltico y Norteamérica.
Efectos: Gran capacidad de adaptación e invasión. Se multiplica y se extiende con rapidez. Come por alimentos y hábitat con los peces autóctonos, incluidos las especies de importancia comercial, eliminación de sus huevos y alevines. Tiene múltiples desoves por temporada y sobrevive en aguas de mala calidad.

Cangrejo verde europeo
Carcinus maenas
Origen: Litoral atlántico europeo.
Introducción: Australia meridional, Sudfrica, Estados Unidos y Japón.
Efectos: Gran capacidad de adaptación e invasión. Resistente a los predadores debido a su duro caparazón. Come con los cangrejos autóctonos, a los que desplaza, convirtiéndose en la especie dominante en las zonas invadidas. Come y agota una amplia gama de especies de las que es predador. Altra el ecosistema costero rocoso intermareal.

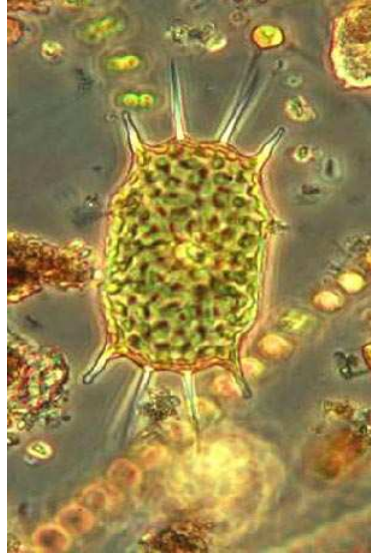
Magillón zebra
Dreissena polymorpha
Origen: Europa oriental (mar Negro).
Introducción: Europa occidental y septentrional, Inlandos Skande y el mar Báltico; refugio oriental de Norteamérica.
Efectos: Invade todos los superficies duros disponibles incrustándose en ellas en cantidades ingentes. Desplaza la vida acuática autóctona. Altra el hábitat, el ecosistema y la red trófica. Causa graves problemas de contaminación en infraestructura y buques. Bloquea las tuberías de extracción de agua, efluentes y acueductos. Sólo en los Estados Unidos de América entre 1988 y 2000 causó daños económicos del orden de 750 a 1 000 millones de dólares de los Estados Unidos.

Abeta marino
Ulmaria plumifolia
Origen: Asia septentrional.
Introducción: Australia meridional, Nueva Zelanda, costa occidental de los Estados Unidos, Europa y Argentina.
Efectos: Crece y se extiende rápidamente, tanto por reproducción vegetativa como mediante dispersión de esporas. Desplaza a las algas y a la vida marina autóctona. Altra el hábitat, el ecosistema y la red trófica. Puede afectar a las poblaciones de mariscos de interés comercial al competir por el espacio y altra el hábitat.

Estas especies se presentan únicamente con fines ilustrativos. El alcance de su introducción puede ser mayor que el descrito. Hay muchos otros ejemplos de invasiones biológicas marinas graves en todo el mundo.

Programa Mundial de Gestión del Agua de Lastre
GWP
UNEP
IMO

ALGUNAS ESPECIES INVASORAS



Odontella sinensi

Los antecedentes de las primeras invasiones recuerdan 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 (*Caulerpa taxifolia*). 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 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 lo arrasa todo a su paso extendiéndose ya hasta lugares como Croacia y ocupando más de 3300 ha. el fondo marino



Caulerpa

La *Caulerpa* siguió extendiéndose y, poco después, en 1992, alcanzó el levante español, introducida en las aguas de lastre de los buques. Actualmente esta alga asesina constituye un serio problema ambiental, ya que a su rápido crecimiento hay que sumar una gran capacidad para reproducirse y resistencia en medios muy diversos. Todas estas características le permiten desarrollarse con velocidad y sustituir a otras especies autóctonas, como la *Posidonia* (*Posidonia oceanica*), 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. Puede desplazar a un 75% de poblaciones de la mayoría de las algas indígenas, que entran en regresión y suelen desaparecer de la zona.



© Miquel Pontes - <http://marenostrum.org>

Posidonia

El alga *Undaria pinatifida* también ha provocado invasiones importantes. Conocida como *Wakame*, es anual y tiene un ritmo de crecimiento desmesurado, que le lleva a alcanzar tamaños entre uno y tres metros. Es muy prolífica, pues el número de esporas que libera puede llegar incluso a cien millones. Originaria de Japón donde se cultiva para uso gastronómico, se consumen anualmente en el mundo unas 20.000 toneladas de Wakame. Desde su introducción accidental en las costas francesas en 1971 se han producido varias invasiones, como en Argentina en 1992, donde llegó a través de las aguas de lastre de los buques procedentes de Corea.

Laminaria asiatica

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 por la dispersión de esporas. Desplaza algas y especies nativas. Altera el ecosistema y la cadena trófica. Afecta los stocks comerciales de marisco por competición de espacio y alteración del hábitat.

Algas tóxicas (Mareas rojas, pardas y verdes). Varias especies.



Originarias de varias zonas en que están ampliamente extendidas. Varias especies han sido transferidas a nuevas áreas con el agua de lastre de los buques.

Pueden dar lugar a expansiones dañinas causando la muerte masiva de la vida marina por eliminación del oxígeno, emisión de toxinas y/o mucus. Invaden playas y zonas turísticas y de recreo. Algunas especies pueden contaminar el alimento de cultivos de marisco y causar su destrucción, pues pueden ocasionar graves enfermedades humanas.

DINOFLAGELADOS

Entre los polizones problemáticos que pueden introducirse con las aguas de lastre figuran los dinoflagelados, extenso grupo de protistas – fundamentalmente planctónicos - que pueden vivir en aguas dulces como saladas. Producen potentes toxinas que llegan a afectar a la salud humana. Estos organismos son responsables de las mareas rojas, fenómeno conocido desde antiguo, que podría explicar el relato bíblico que describe cómo las aguas del Nilo se teñían de sangre. Además, estas toxinas se acumulan en peces y moluscos, con el consabido efecto sobre la cadena trófica. Por otro lado, una plaga de dinoflagelados puede provocar la disminución del oxígeno en el agua. Las plagas más peligrosas son los géneros *Gymnodinium* y *Alexandrium*, que han afectado a las costas de Noruega y el Reino Unido. El *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 la *Pfiesteria piscicida*, descubierta en 1988 en Carolina del Norte. Existen veinticuatro formas distintas de este microorganismo, algunas producen toxinas inocuas para el ser humano, pero asociadas a lesiones y a mortandad de 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.

MOLUSCOS: MEJILLÓN CEBRA Y ALMEJA CHINA.

Una de las primeras invasiones de polizones indeseables fue llegada a Europa del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), pequeño bivalvo de agua dulce –aunque también resiste aguas salobres- originario de la cuenca del mar Caspio. Colonizó los muelles de Londres en los años veinte del siglo XIX, introducido por la navegación fluvial, y desde allí se fue extendiendo por todo el continente. En 1988 fue visto por primera vez en América del Norte, en un pequeño lago de Detroit (USA), detectándose entonces 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 alcanzó 750.000 por metro cuadrado. Desde los Grandes Lagos, ha penetrado en diversos ríos norteamericanos habiendo infestado alrededor del 40% de los canales internos. Fue necesario invertir casi 1000 millones USD en medidas de control entre 1989 y 2000.



- Ejemplares de mejillón cebra -

En el año 2001 se publicó la aparición de esta especie en España, concretamente en el curso bajo del Ebro, parece que a causa de una embarcación que traía agua de lastre infestada con larvas. Los primeros datos daban la cifra de unos 500 mejillones cebra por metro cuadrado y al cabo de unos meses la densidad ha llegado a ser muy grave.

A pesar de su pequeño tamaño, este bivalvo provoca graves desequilibrios ecológicos porque al ser muy prolífico y alimentarse de fitoplancton, compite con ventaja con otras especies, cubriendo y tapizando todo el sustrato que encuentra a su paso: lecho fluvial, cantos y rocas, vegetación, conchas, obras hidráulicas, turbinas, desagües, depósitos, cascos, motores y anclas de embarcaciones, embarcaderos, industrias, centrales hidroeléctricas, plantas potabilizadoras, presas, azudes, acequias y canales de riego, canales de entrada y salida de centrales energéticas, etc.; incluso llega a obstruir totalmente cañerías, tuberías, conductos de irrigación y conducciones hidráulicas.

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 son de unos dos centímetros y en los estadios de mayor desarrollo no suelen pasar de cinco. Es susceptible de provocar graves daños ambientales al colonizar un ecosistema, ya que pone en peligro la existencia de otras especies al alterar la cadena alimentaria y puede dañar las infraestructuras de abastecimiento y distribución de agua.

MEDUSAS, CANGREJOS Y OTROS POLIZONES

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 m², la pesca en la antigua Unión Soviética ha caído de manera brusca desde 250.000 hasta 30.000 toneladas/año. Lo mismo ocurrió en Turquía, donde la medusa americana ha agotado la producción autóctona del plancton, contribuyendo notablemente al derrumbamiento de la industria pesquera, de manera que entre mediados de los ochenta y principios de los noventa se perdieron unos 300 millones de dólares en ingresos pesqueros, con graves consecuencias económicas y sociales.

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. Se alimenta de una gran cantidad de moluscos y puede provocar graves alteraciones all ecosistema. Su distribución se limitaba a aguas de entre 7 y 10°C. Actualmente resiste hasta los 22°C.

Recientemente se ha introducido en el mar de Bering, en las costas del norte de Canadá y, sobre todo, en Tasmania, unas veces a través de las aguas de lastre y otras fijada al casco de los buques. Puede causar pérdidas cercanas a los 370 millones de dólares en el mejillón y otros bivalvos de los que se alimenta, pudiendo producir daños en ascidias y otros organismos del fondo, sobre los que depositan los huevos muchos peces.



Pulga de água Cladoceran (Cercopagis pengoi).- Originaria del Mar Negro y Mar Caspio. Introducida en el Báltico. Se reproduce formando poblaciones muy numerosas que dominan las comunidades de zooplancton y obstruyen las redes de pesca.



Pulga de agua

Mitten crab (Cangrejo chino).- Introducido en Europa Occidental, Mar Báltico y Este de Norte América. Emprende migraciones masivas para reproducirse. Se entierra en las orillas de los ríos causando erosión y sedimentos. Captura peces e invertebrados nativos.



Cangrejo verde europeo (Carcinus maenus).

Originario de: la Costa Atlántica Europea. Introducido en el sur de Australia, Sudáfrica, Estados Unidos y Japón.

Se adapta con facilidad. Resistente a la depredación debido a su cáscara dura. Compete con los cangrejos autóctonos a los que desplaza y se convierte en una especie dominante en las zonas invadidas. Consume y agota una amplia gama de especies.



Estrella de mar del Norte del Pacífico

Originaria del Norte del Pacífico e introducida en el sur de Australia. Se reproduce en gran número alcanzando rápidamente proporciones de plaga en los ecosistemas que invade. Se alimenta de marisco de gran valor comercial como vieiras, ostras y almejas.



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.

Tienen un sistema sensorial muy desarrollado que les permite detectar cualquier movimiento en el agua, con lo que pueden alimentarse en aguas turbias o sumidos en

una total oscuridad. Este depredador de 12 cm de longitud, devora huevos y crías de cualquier otra especie en su hábitat, como percas, lucios y lubinas. Igual que otras especies invasoras, el gobio redondo tiene una enorme capacidad de reproducción y las hembras llegan a producir 5.000 huevos en verano. Su introducción accidental en los Grandes Lagos en 1990 ha supuesto un grave problema medioambiental y económico.

ORGANISMOS ESPECIFICAMENTE PATÓGENOS PARA LA SALUD HUMANA

Un grave problema para la salud humana es el causado por la bacteria *Vibrio Cholerae*, responsable de la enfermedad del cólera. Produce una enterotoxina que origina diarreas, vómitos y 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 no presentan síntomas de ningún tipo, aunque la bacteria puede permanecer en las heces por un período de tiempo que oscila entre siete y catorce días. Sólo un 10% desarrollan la enfermedad y padecen los 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 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 su presencia en el agua de lastre de cinco cargueros atracados en Estados Unidos, concretamente en el golfo de México.

Algunas epidemias de cólera parecen directamente asociadas con el agua de lastre. Se puede citar la epidemia que apareció simultáneamente en tres puertos en Perú en 1991, distanciados entre sí, extendiéndose después a lo largo de Sudamérica, habiendo afectado a más de un millón de personas y causando la muerte de unas diez mil en 1994. Esta variedad había sido detectada previamente sólo en Bangladesh. En Australia se hacen controles para evitar la introducción accidental de esta peligrosa bacteria.



Cólera

Otros organismos patógenos habituales en las aguas de lastre son el *Escherichia coli*, el *Clostridium perfringens*, diversas especies de *Salmonella* y enterovirus

2.- GRAVEDAD DEL PROBLEMA . LAS ACCIONES DE LA OMI.

Como bien sabemos, la cantidad transportada de agua de lastre es enorme en cierto tipo de buques como son los buques tanque para transporte de hidrocarburos y los buques gaseros, los graneleros o bulkcarriers para transporte de mineral o grano y los buques portacontenedores. Consecuentemente, transportan consigo una gran cantidad de organismos diversos, a veces diminutos o microscópicos que, como vimos, pueden ser patógenos. Pero con frecuencia, los organismos transportados pueden ser seres de mayor tamaño en estado de esporas de plantas acuáticas, larvas de diversos tipos de crustáceos, bivalvos, e incluso peces.

Como muestra de los grandes volúmenes de agua de lastre que transportan los buques, veamos los diferentes tipos y tamaños:

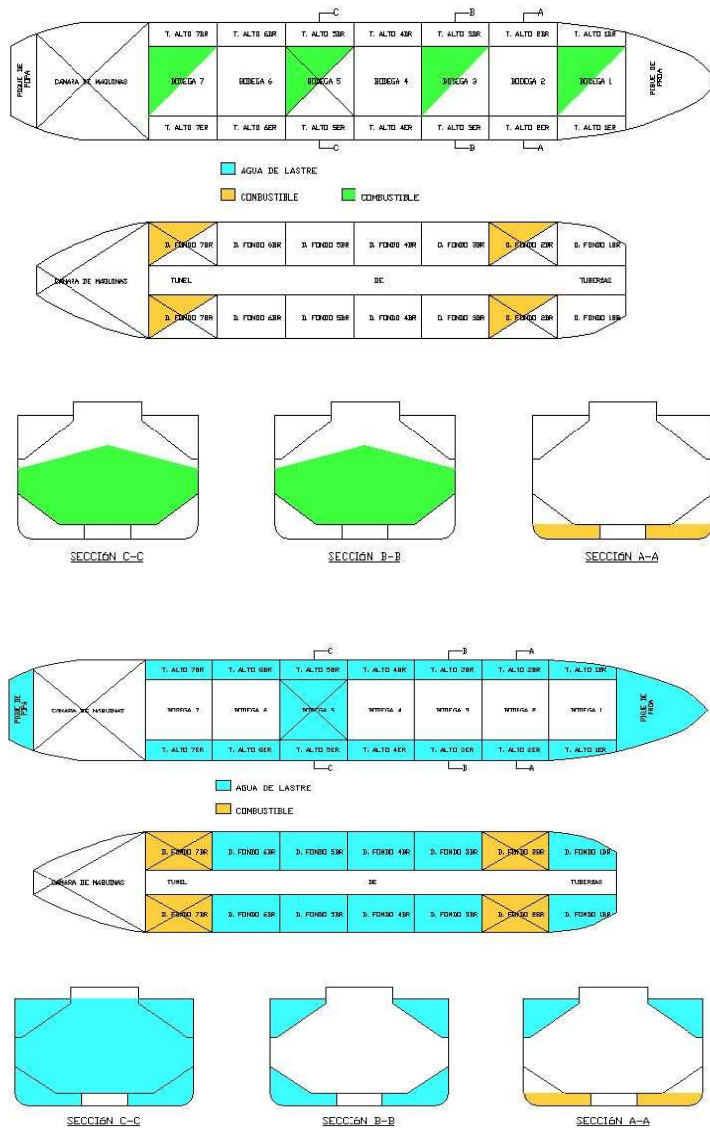
TIPODE BUQUE	P. MUERTO (EN Tm)	AGUA LASTRE (en Tm)	%LASTRE /PM
	(peso de la carga)	(ligero) (de mal tiempo)	(%)
Bulkcarrier	250.000	75.000 - 125.000	30 - 50
“	150.000	45.000 - 67.000	30 - 45
“	70.000	25.000 - 40.000	36 - 57
“	35.000	10.000 - 17.000	30 - 49
Buque petrolero	250.000	100.000 - 120.000	40 - 48
“ “	100.000	40.000 - 45.000	40 - 45
“ “	80.000	30.000 - 34.000	38 - 42
“ “	40.000	12.000 - 15.000	30 - 38
Portacontenedores	40.000	12.000 - 15.000	30 - 38
“	15.000	5.000 - depende	33
Buque carga gral.	17.000	6.000 - “	35
“ “ “	8.000	3.000 - “	37
Buque de pasaje y			
RO-ROs	3.000	1.000 - “	33



Bulkcarrier

La contaminación producida por este tipo buques es fundamentalmente contaminación de tipo biológico, producida por el agua de lastre transportada al ser descargada en los puertos de carga.

En la siguiente figura podemos apreciar la situación de salida en lastre de un bulkcarrier tipo de siete bodegas, hacia un puerto de carga. Cuando el buque se encuentra en el puerto de carga, vacía toda el agua de lastre que lleva, al mismo tiempo que inicia las operaciones de carga en las bodegas centrales. La descarga del agua de lastre da lugar a fenómenos de contaminación biológica provocada por los microorganismos y otros seres vivos presentes en el agua y traídos de otras zonas.



En esta otra figura vemos una de las posibles situaciones de carga en las que el buque sale de puerto. En este caso se trata de una carga pesada, debido a lo cual se transporta en bodegas alternas.

La probabilidad de que una especie introducida se asiente en nuevas regiones y cree problemas, aparte de sus características y del número de individuos inmigrantes, depende de varios factores tales como son las condiciones ambientales, el clima, los competidores nativos y la disponibilidad de alimento. Por supuesto que las especies se asentarán con mayor probabilidad si las condiciones son similares a las de su ubicación habitual de origen.

Se ha observado que los organismos que se asientan no tienen que ser necesariamente plagas dañinas pero, sin embargo, pueden causar daños severos en su nuevo

asentamiento. Algunos invasores han afectado en muchos lugares la flora y la fauna natural compitiendo por el alimento, por el habitat y por otros recursos. La peor consecuencia ecológica es el desplazamiento de una especie nativa por un invasor exótico. Esto puede provocar no sólo la extinción de esa especie, sino también la de otros organismos que dependen de la anterior, ya que la cadena trófica puede ser seriamente trastocada debido a la invasión de una sola especie extraña.

La gravedad del problema es que, a diferencia de lo ocurrido con los derrames de hidrocarburos y otras contaminaciones marinas causadas por el tráfico marítimo, las especies y organismos marinos exóticos transferidos no pueden ser limpiados mediante medios físicos artificiales ni absorbidos o eliminados de forma natural por los océanos. Una vez asentados son casi imposibles de erradicar y pueden causar daños muy graves.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), Río de Janeiro, 1992, calificó este asunto como merecedor de la mayor preocupación internacional e instó a los Estados a evaluar la necesidad de tomar medidas para evitar la degradación del medio marino debido a la navegación, incluyendo la “la posibilidad de adoptar normas adecuadas sobre la descarga del agua de lastre con el fin de impedir la propagación de organismos foráneos”.

El Programa 21 adoptado por la CNUMAD abordaba los problemas acuciantes entonces y trataba de preparar el mundo para los desafíos del siglo siguiente, en el que estamos. Reflejaba un consenso mundial y un compromiso político al más alto nivel sobre el desarrollo y la cooperación en la esfera del medio ambiente y, así, el título del capítulo 17 del Programa 21 se refiere a la *“Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras, y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos”*.

Los trabajos y discusiones sobre el tema en el seno de la OMI ya habían comenzado en la Conferencia Internacional sobre la Contaminación Marina en 1973, en que se adoptó la Resolución 18: *Investigación del efecto de la descarga del agua de lastre que contiene bacterias de enfermedades epidémicas*. En octubre de 1992, el CPMM (Comité de Protección del Medioambiente Marítimo de la OMI) creó un Grupo de Trabajo para examinar los documentos presentados por Australia sobre el asunto de la invasión de especies acuáticas foráneas, así como otro grupo intersectorial que realizaría un estudio específico sobre las aguas de lastre, examinando hasta que punto se estaban aplicando unas directrices establecidas en 1991 con relación a este tema. Este último Grupo incluía a E.E.U.U., Canadá, Reino Unido, Nueva Zelanda y Japón y Australia como país líder.

En 1993 se realizó una encuesta en cuyas conclusiones se cita: “La introducción de organismos exóticos tiene un efecto económico importante en el medio marino, en la acuicultura y en otras actividades económicas en ciertos países”.

El informe hace también la observación de que las especies foráneas, una vez asentadas, pueden extenderse rápidamente.

El principal resultado de los debates sobre el informe fue la adopción por la Asamblea de la OMI en noviembre de 1993 de la Resolución A.774 (18) sobre *las “Directrices internacionales para impedir la introducción de organismos acuáticos y agentes patógenos indeseados que pueda haber en el agua de lastre y los sedimentos descargados por los buques”*, basada en las directrices anteriores adoptadas en 1991.

Se pedía además, al CPMM y al Comité de Seguridad Marítima (CSM), que se mantuvieran las Directrices en estudio “con miras a seguir desarrollándolas como base para un nuevo anexo al MARPOL 73/78” o que se formularan disposiciones de obligado cumplimiento, aplicables internacionalmente, como parte del MARPOL 73/78.

Y desde 1993, el Grupo ha estado trabajando para redactar un proyecto de reglas. En 1997, el CPMM aprobó una nueva versión actualizada de las mencionadas Directrices de 1993, que fue adoptada por la OMI en noviembre de 1997 como Resolución A.868 (20), *“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”*.

Se recomienda informar a los agentes locales de los buques acerca de las zonas o situaciones en que debe minimizarse la carga de agua de lastre, tales como en las que se conoce la existencia de agentes patógenos y las cercanas a las descargas de aguas residuales. Además los buques no deberían tomar agua de lastre en aguas poco profundas o en zonas en que las hélices puedan agitar los sedimentos. Igualmente, deberían evitarse descargas innecesarias de agua de lastre.

Entre los procedimientos para la gestión del agua de lastre se incluye el cambio de agua de lastre en alta mar, en zonas de aguas profundas, ya sea: 1) vaciando los tanques y llenándolos de nuevo; 2) procediendo a un trasvase continuo de agua de lastre por la impulsión del agua hacia los tanques, por medio de las bombas de lastre, y dejándolos ir rebosando durante el tiempo necesario para conseguir prácticamente el total reemplazamiento del lastre transportado. Como alternativa, el lastre se mantendría a bordo para ser descargado en instalaciones de recepción y tratamiento especiales que los Estados Rectores de los Puertos deberían disponer ex profeso. Se indicaba también que, en el futuro, podrían ser aceptadas otras medidas por los Estados Rectores de los Puertos, como son el tratamiento por calor y por rayos UV.

En todo caso, la seguridad de los buques es la consideración principal, no estando éstos obligados a realizar cambios del agua de lastre en medio del océano si ello resultara peligroso, ya que el cambio de agua de lastre en alta mar durante la navegación puede ser una operación arriesgada. Además, estas operaciones tendrían que hacerse en aguas profundas lo más lejos posible de la costa y, tal como prevé la Resolución A.868 (20), cuando ello no pudiera ser, regirían acuerdos regionales, concretamente en áreas en las ZEE, es decir, a menos de 200 millas de la costa.

3. CONVENIO INTERNACIONAL PARA EL CONTROL Y LA GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE Y LOS SEDIMENTOS DE LOS BUQUES.- CONDICIONES PARA SU ENTRADA EN VIGOR.

Por fin, en la Conferencia de la Organización Marítima Internacional celebrada en Londres (9-13 febrero 2004) se aprobó el Convenio para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques consistente en 22 Artículos que comprenden:

- 1.- Definiciones
- 2.- Obligaciones de carácter general
- 3.- Ámbito de aplicación

- 4.- Control de la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos por el agua de lastre y los sedimentos de los buques
- 5.- Instalaciones para la recepción de sedimentos
- 6.- Reconocimiento y certificación
- 8.- Infracciones
- 9.- Inspección de buques
- 10.- Detección de infracciones y control de buques
- 11.- Notificación de las medidas de control
- 12.- Demoras innecesarias causadas a los buques
- 13.- Asistencia técnica, cooperación y cooperación regional
- 14.- Comunicación de información
- 15.- Solución de controversias
- 16.- Relaciones con la Derecho Internacional y con otros acuerdos
- 17.- Firma, ratificación, aceptación, aprobación y adhesión
- 18.- Entrada en vigor
- 19.- Enmiendas
- 20.- Denuncia del Convenio
- 21.- Depositario del Convenio
- 22.- Idiomas

y un Anexo que con 5 secciones, de la A a la E, que contienen en conjunto veinticuatro reglas con prescripciones relativas a la gestión y control aplicables a los buques, prescripciones especiales para ciertas áreas, normas relativas al cambio del agua de lastre y eficiencia de la gestión de ésta, prescripciones sobre reconocimientos y certificaciones, excepciones permitidas, etc.

El objetivo del Convenio es la prevención, reducción y, finalmente, eliminación de la transferencia de organismos acuáticos patógenos y dañinos mediante la aplicación de las adecuadas reglas sobre la gestión y descarga del agua de lastre y sus sedimentos. Cuando el método utilizado sea el cambio de agua de lastre, la Regla D-1 establece las normas a seguir. Y para una eficiente Gestión del Agua de Lastre, en cuanto al número y concentración permitidos de organismos descargados, la Regla D-2 establece las normas con las que debe cumplir la calidad del agua de lastre que se descarga.

Se entiende por "*Gestión del agua de lastre*" los procedimientos mecánicos, físicos, químicos o biológicos, ya sean utilizados individualmente o en combinación, destinados a extraer, o neutralizar los organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos existentes en el agua de lastre y los sedimentos, o a evitar la toma o la descarga de los mismos.

Regla D-1. Norma para el cambio del agua de lastre

1. Los buques que efectúen el cambio del agua de lastre de conformidad con la presente regla lo harán con una eficacia del 95%, como mínimo, de cambio volumétrico del agua de lastre. El cambio se realizará en aguas de más de 200 m de profundidad y a no menos, en general, de 200 millas de la tierra más próxima.

2. En el caso de los buques que cambien el agua de lastre siguiendo el método del flujo continuo, se considerará que el bombeo de tres veces el volumen de cada tanque de agua de lastre cumple con a la norma descrita en el párrafo 1. No obstante, se podrá aceptar un bombeo inferior a tres veces ese volumen siempre y cuando el buque pueda demostrar que se ha alcanzado el 95% de cambio volumétrico del agua de lastre.

Regla D-2. Norma de eficacia de la gestión del agua de lastre.

1. Para poder cumplir con lo dispuesto en esta regla, los buques que efectúen la gestión del agua de lastre descargarán menos de 10 organismos viables por metro cúbico, cuyo tamaño mínimo sea igual o superior a 50 micras y menos de 10 organismos viables por mililitro cuyo tamaño mínimo sea inferior a 50 micras y superior a 10 micras; y la descarga de los microbios indicadores no excederá de las concentraciones especificadas en el párrafo 2.

2. Los microbios indicadores a efectos de la salud de los seres humanos comprenden los siguientes organismos:

a. *Vibrio cholerae toxicógeno* (O1 y O139): menos de 1 unidad formadora de colonias (ufc) por 100 mililitros o menos de 1 ufc por gramo (peso húmedo) de muestras de zooplancton;

b. *Escherichia coli*: menos de 250 ufc por 100 mililitros;

c. *Enterococos intestinales*: menos de 100 ufc por 100 mililitros.

2.2. Aplicación del Convenio, condiciones para la entrada en vigor y fechas de aplicación.

El Convenio se aplicará a los buques con derecho a enarbolar el pabellón de los países Partes del Convenio. Se aplicará a todos los buques registrados en dichos países aunque, en principio, no será exigible su aplicación a los tipos de buques siguientes:

(1) Los buques no proyectados o construidos para llevar agua de lastre y buques que sólo lleven agua de lastre permanente (que no se descargue) en tanques precintados.

(2) Los buques de un país parte del Convenio que operen únicamente en aguas bajo su jurisdicción, o buques que operen únicamente en aguas bajo la jurisdicción de otra Parte.

(3) Los buques que operen únicamente en aguas bajo la jurisdicción de esa Parte en alta mar.

(4) Los buques de guerra.

La fecha de aplicación del Convenio depende de la fecha de construcción de cada buque y de la cantidad de lastre que contiene. En cuanto a la entrada en vigor, el Artículo 18 establece que entrará en vigor doce meses después de la fecha en que por lo menos treinta Estados, cuyas flotas mercantes combinadas representen no menos del treinta y cinco por ciento del tonelaje bruto de la marina mercante mundial, lo hayan ratificado.

Hasta el 12 de septiembre de este año, 36 países habían ratificado el Convenio, siendo Dinamarca el último, alcanzando las flotas mercantes combinadas de estos países el 29,07 % del tonelaje bruto de la marina mercante mundial. Entre otros el Convenio había sido ratificado por Brasil, Canadá, Corea, Croacia, Egipto, España, Francia, Holanda, Irán, Líbano, Liberia, Malasia, México, Nigeria, Noruega, Suecia, Sudáfrica, Trinidad&Tobago.

Aunque es difícil predecir exactamente cuando entrará en vigor el Convenio, el tipo y número de sistemas de tratamiento del agua ofrecido por los fabricantes es ya considerable. Hasta la fecha ya hay 26 sistemas de gestión del agua de lastre cuyo prototipo la recibido la Aprobación de la correspondiente Administración. Y otros muchos se encuentra en diversas etapas de desarrollo. Por ello, es muy probable que se satisfagan pronto los requerimientos establecidos (llegar a un porcentaje del tonelaje total de flota mundial, sumados todos los países ratificantes del Convenio, del 35%).

Fechas de aplicación de la Norma de Eficacia del Agua de Lastre.

El Convenio aprobado en 2004 establecía que:

Los buques construidos antes de 2009:

1.- Con una capacidad de agua de lastre comprendida entre 1500 y 5000 metros cúbicos, inclusive, habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-1 o bien en la regla D-2 hasta 2014, fecha después de la cual habrán de cumplir como mínimo la norma descrita en la regla D-2;

2.- Con una capacidad de agua de lastre inferior a 1500 metros cúbicos o superior a 5000, habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-1 o bien en la regla D-2 hasta 2016, fecha después de la cual habrá de cumplir como mínimo la norma descrita en la regla D-2.

Los buques a los que se aplique el párrafo 1 cumplirán lo dispuesto en el mismo a más tardar en el primer reconocimiento intermedio, o de renovación, si éste es anterior, tras la fecha de aniversario de la entrega del buque en el año de cumplimiento de la norma aplicable a dicho buque.

3.- Los buques construidos en 2009 o posteriormente, que tengan una capacidad de agua de lastre inferior a 5 000 metros cúbicos, habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-2.

4.- Los buques construidos en 2009 o posteriormente, pero antes de 2012, que tengan una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5 000 metros cúbicos habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.

5.- Los buques construidos en 2012 o posteriormente, que tengan una capacidad de agua de lastre igual o superior a 5 000 metros cúbicos, habrán de llevar a cabo una gestión del agua de lastre que cumpla como mínimo la norma descrita en la regla D-2.

Para que esto hubiera surtido efecto en las fechas citadas, tendrían que haberse cumplido todas las condiciones establecidas para la entrada en vigor (35% de la flota mundial), lo cual aún no ha sucedido, pese a lo cual, algunos Gobiernos han indicado su intención de aplicar legislaciones propias sobre este asunto, lo cual, tal como se manifestó en la Conferencia de la Cámara Internacional de Navegación, 12 de septiembre de 2012, está creando preocupación e incertidumbre en cuanto a la aplicación de los requerimientos del Convenio.

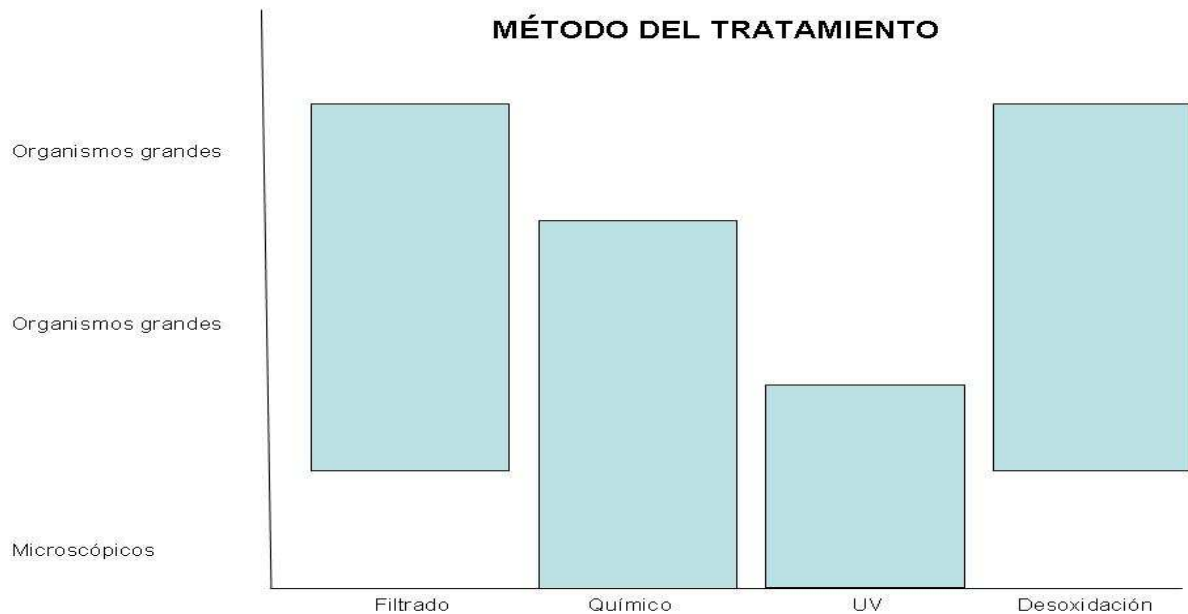
4. - TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LASTRE

El tratamiento del agua de lastre a bordo de los buques se puede realizar durante tres etapas de las operaciones de lastre:

- a) durante el lastrado en el puerto de descarga de mercancías,
- b) durante el viaje entre puertos,
- c) durante el deslastrado del buque en el puerto de carga.

En el primer y tercer escenario, se deben tratar grandes cantidades de agua en un corto espacio de tiempo, con elevados caudales de carga y de descarga del agua. En el segundo escenario se dispone de más tiempo para el tratamiento y los caudales de agua pueden ser menores. Además, se puede hacer recircular el agua hasta que el número de organismos desactivados proporcione el nivel adecuado de protección.

Para el tratamiento a bordo se puede hablar de varios tipos tecnologías, cada una más o menos adecuada según el tamaño de los organismos que se pretenda neutralizar.



4.1. Sistemas de filtración: estos sistemas se utilizan mucho en aplicaciones industriales y municipales. Su diseño está determinado por el tamaño y tipo de partículas que se tienen que retirar y necesitan una limpieza periódica usando sistemas automáticos de limpieza con agua, o bien, manual.

La separación física y retirada de organismos por encima de un cierto tamaño del agua de lastre se podría lograr durante las operaciones de lastre usando un sistema de filtración a bordo. Filtrar el agua de lastre mientras es cargada es una opción potencialmente atractiva que evitaría o minimizaría la entrada de organismos no deseados, simplificando o evitando así el cambio de lastre o tratamiento a bordo posterior. Se pueden diseñar sistemas de filtración para retirar los organismos que se desee del agua de lastre adecuados para la obtención de un nivel deseado de protección. Los elevados índices de flujo asociados a la carga y descarga de lastre presentan un reto especial. También la complejidad y el coste de los filtros aumenta según aumenta la cantidad de material retirado del agua de lastre (partículas más pequeñas). Los organismos filtrados podrían concentrarse y almacenarse a bordo de los buques y ser eliminados en una instalación con base en la costa, o descargados al agua si las regulaciones lo permiten.

Hay avances recientes en la tecnología de los filtros y hay sistemas de limpieza disponibles comercialmente. El tratamiento de filtración media retiraría no sólo los organismos mayores de 5 a 10 μm de diámetro sino también la mayoría de los sedimentos existentes en el agua de lastre. El sistema de filtrado puede utilizarse sólo o junto a otras tecnologías, como la oxidación química o la esterilización ultravioleta.

El proceso de filtrado se realiza con un filtro de rejilla con limpiarejas de funcionamiento continuo y a continuación otro de tambor o de discos, como el que se muestra en la figura.



Filtros de tambor

El filtro de tambor es un filtro mecánico autolimpiante, diseñado especialmente con objeto de alcanzar un alto rendimiento en sistemas donde es esencial evitar la fragmentación de las partículas.

El líquido se filtra en la periferia del tambor, que rota lentamente. Las partículas se retienen suavemente sobre la superficie exterior de la tela filtrante o rejilla del tambor separándose del líquido. Los sólidos separados se apartan de la tela filtrante y se recogen en la bandeja de recogida de sólidos para su descarga.

4.2. Biocidas oxidantes y no oxidantes: los biocidas oxidantes, principalmente el cloro y el ozono, son muy utilizados en el tratamiento de aguas residuales. Las estructuras orgánicas, como son las membranas de las células, se destruyen al añadir fuertes oxidantes. Los biocidas no oxidantes funcionan de una manera parecida a los pesticidas, interfiriendo con las funciones reproductora, neurológica o metabólica de los organismos, como por ejemplo limitando la respiración.

La desinfección sería así producida por sustancias activas biocidas, utilizadas en cantidades inferiores a las autorizadas por las Administraciones.

Los biocidas se encuentran entre los productos químicos más utilizados y hay muchos datos científicos sobre su uso en el tratamiento de aguas residuales. Si las dosis son similares a las utilizadas para el tratamiento de aguas residuales, sólo 5 m³ de biocida serían necesarios para cada millón de metros cúbicos de agua de lastre para dar una concentración de biocida de 5 mg/l. Por ello, incluso grandes buques que transporten miles de metros cúbicos de lastre tendrían que llevar sólo unos pocos metros cúbicos de biocida por viaje. Tal vez la razón más convincente para considerar los tratamientos con biocidas es su fácil utilización.

Aunque existen objeciones al uso de biocidas, pueden realizarse tareas previas de investigación, desarrollo y demostración para poder decidir lo más correcto. La adición de biocidas seleccionados puede ser una solución económica y adecuada para lograr el la

desactivación de las especies que se establezcan como objetivo.

4.3. Técnicas térmicas: temperaturas altas se usan comúnmente para esterilizar el agua en una amplia variedad de aplicaciones.

La utilización de los gases de exhaustación y el sistema de refrigeración de la propulsión de un barco son opciones atractivas para la desactivación de los organismos en el agua de lastre, utilizando el calor residual para elevar su temperatura. Para destruir la mayor parte de los organismos tendría que ser calentada a temperaturas en torno a 35°C a 45°C y mantenida así durante un periodo de tiempo determinado, necesitándose sistemas adicionales de tuberías para bombear el agua de lastre a través de intercambiadores de calor nuevos o ya existentes.

4.4. Técnicas de impulso eléctrico y de plasma: la aplicación de un campo eléctrico impulsado o un impulso de energía al agua puede matar organismos. Los sistemas de impulso eléctrico generan un campo eléctrico; los sistemas de impulso de plasma entregan un impulso de mucha energía a un mecanismo de arco en el agua y generan un arco de plasma en la misma.

4.5. Tratamiento ultravioleta: la utilización de este tratamiento en el agua para desactivar bacterias es una tecnología bastante consolidada. Este tratamiento puede ser utilizado como complemento de un sistema de filtrado.

4.6. Sistemas acústicos: estos sistemas utilizan transductores para aplicar la energía del sonido con una frecuencia y amplitud específica al agua y tipo de organismo. La energía del sonido causa cavitación y las tensiones mecánicas resultantes son perjudiciales para las células.

4.7. Campos magnéticos: el agua que va a ser tratada pasa a través de un campo magnético. Los efectos biológicos y químicos de estos sistemas no están muy claros, pero se cree que los constituyentes orgánicos e inorgánicos de los organismos vivos en el agua son alterados por el campo magnético.

4.8. Desoxigenación: las especies acuáticas requieren oxígeno para vivir. Cuando se elimina el oxígeno del agua, muchos organismos mueren (pero no los enquistados, esporas ni bacterias anaeróbicas). Y aunque algunos organismos que requieren oxígeno pueden sobrevivir durante periodos breves de anoxia, están generalmente inactivos en esas condiciones.

4.9. Técnicas biológicas: estas técnicas para controlar especies no deseadas incluyen la introducción de organismos adicionales que son depredadores, patógenos o competidores de esas especies. El tratamiento biológico puede incluir también el uso de modernos métodos biotecnológicos para modificar la genética de los organismos que se controlan.

4.10. Pinturas antiincrustantes, similares a las que se aplicadas a los cascos, reducen el crecimiento biológico en la superficie por toxicidad de contacto o actividad de superficie (lixiviación). Sin embargo, el uso de estos sistemas es limitado porque son caros.

5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE UN SISTEMA.

Se requiere que el sistema de tratamiento del agua de lastre sea homologado de acuerdo con lo exigido el Convenio para el Control del Agua de Lastre y Sedimentos

La Administración de cada Estado miembro del convenio debe aprobar el sistema de tratamiento del agua de lastre de acuerdo con las Directrices para la aprobación de los sistemas de tratamiento del agua de lastre. Los valores estándar de descarga se especifican en la Regla D-2 del Convenio.

Si se utilizan agentes químicos definidos como sustancias activas para el sistema de gestión, deberá conseguirse la aprobación IMO separadamente de acuerdo con el Procedimiento de aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre que utilizan sustancias activas. El procedimiento de aprobación de los sistemas de requiere dos fases: *Aprobación Básica* y *Aprobación Final*.

Directrices para la aprobación de sistemas de gestión del agua de lastre.

Las Directrices para la aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre especifican en líneas generales la aprobación de los planos, las pruebas en tierra, las pruebas a bordo, y las pruebas ambientales.

Durante la prueba en tierra se tratan y analizan 200 m³ de agua de prueba durante cinco días. El agua se evalúa para confirmar que satisface los valores estándar especificados en la Regla D-2. Se seleccionan dos tipos de agua entre agua salada, agua dulce y agua salobre. Se somete cada tipo de agua a cinco análisis consecutivos para confirmar que se satisfacen los valores estándar permitidos.

Las pruebas a bordo se realizan durante un periodo de seis meses con la gestión del agua de lastre normal del buque.

Procedimiento para la aprobación de sistemas de gestión del agua de lastre que usan sustancias activas .

Para esos sistemas se requiere la aprobación de la OMI de acuerdo con el procedimiento citado. La solicitud para la aprobación debe presentarse a la OMI a través de la Administración del país Parte del Convenio.

La inspección incluye la verificación de los efectos en el ambiente después de evaluar los efectos de las sustancias activas en el medio marino, el casco y los miembros de la tripulación. La verificación la realizará un Grupo de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP), que es un grupo técnico de la OMI. Si la verificación es satisfactoria, el GESAMP informa de la Aprobación Final al Comité de Protección del Medio Marino (CPMM) de la OMI, y en el CPMM se delibera el tema. Éste suele aprobar el sistema pero en ocasiones puede imponer restricciones.

Posteriormente la Administración del país dará la aprobación de acuerdo con las Directrices para la aprobación de sistemas de gestión del agua de lastre (G8).

6. OTRAS ALTERNATIVAS.

6.1.- Lastrado con agua tratada para su intercambio en los puertos y terminales de carga.

Diferentes métodos. Tratamiento en puerto del agua de lastre. Impacto en los puertos.

La solución ideal consistiría en poder disponer de un material inerte que se pudiera cargar como lastre con cierta comodidad en los buques, en los puertos en los que éstos dejan la carga, a fin de poder navegar con seguridad en los viajes de vuelta (*back-leg trips*), de forma similar a lo que se hacía antaño con el lastre sólido. El lastre ha de poder ser también descargado con comodidad desde los buques, en los puertos en los que éstos toman carga.

Dado el gran tamaño de los buques actuales, difícilmente podría resolverse esto actualmente con lastre sólido. Sin embargo, la carga de grandes cantidades de agua como lastre, en principio salada, puede hacerse con gran facilidad en el mismo puerto en que se descargan las mercancías.

Si se dispone de agua tratada adecuadamente para su desinfección de organismos de todo tipo y tamaño, ya sea en estado adulto o larvario, tenemos el material ideal para ser utilizado como lastre.

Para poder realizar la operación de lastrado de esta manera, de forma rápida y eficiente, es totalmente necesario poder disponer de un almacenamiento importante de agua, en principio agua salada del mar, previamente tratada, desinfectada y controlada, lo cual no significa desde el punto de vista tecnológico gran dificultad. Por supuesto, tiene su servidumbre, que es la necesidad de espacio, y un coste relativo, que por efecto de escala, si el agua para lastre pudiera almacenarse en uno o varios depósitos o embalses que incluso podrían dar servicio a varios puertos próximos, tendrá unos costes unitarios realmente bajos, los cuales, parece razonable que habrían de repercutirse en el coste del transporte de la carga, pero que en definitiva significarán un ahorro que puede compensarlos si el buque puede así evitar otras operaciones costosas y arriesgadas como es el cambio de lastre en alta mar o el tratamiento del agua de lastre a bordo por uno u otro de los procedimientos contemplados, algunos aún en proceso de desarrollo, y que por otra parte, debido a las capacidades horarias necesarias para el tratamiento del agua de lastre, no parece que pudieran ser, al menos por el momento, una solución eficiente para los grandes buques como son los petroleros y los bulkcarriers, y la capacidad de fabricación e instalación en un corto período de tiempo, para cubrir las necesidades de los buques existentes y de los que se vayan construyendo, sería insuficiente.

Otra gran ventaja de esta propuesta es que, si se dispone en los puertos de medios para cargar agua de lastre como una materia prima, los buques sólo tienen que realizar mínimas modificaciones en sus servicios o instalaciones. Simplemente la adaptación del sistema de lastre en cubierta o el costado para ser conectado a la tubería de alimentación de lastre desde el depósito o embalse de tierra.

En los puertos en los que el buque tome carga, la situación es distinta, ya que el buque tendrá que descargar el lastre a tierra. Los puertos de carga de mercancías tendrán, por tanto, que disponer de tanques de muestreo y control de lastres que se hayan de recibir y tanques o embalses de recepción, tratamiento, y almacenamiento.

Lo ideal es que en el mismo puerto se cargaran y se descargaran los mismos tonelajes de mercancías, que normalmente serían de tipos diferentes. De esta forma, en cada puerto se iría compensando la cantidad de lastre tratado suministrado a unos buques con la cantidad de lastre descargado de otros. De esta forma, el almacenamiento habría de tener sólo un cierto margen superior a las necesidades puntuales.

No es fácil sin embargo que esto pueda ocurrir de forma casual, a no ser que se pudiera elegir un conjunto adecuado de puertos cercanos cargadores y descargadores, que pudieran compensar sus balances. Sería cuestión de empezar y, a la larga, la estructuración y distribución del transporte marítimo se iría acoplando a esta nueva necesidad y se llegaría a un equilibrio aceptable.

Diferentes posibilidades.

Ejemplos de alternativas en las que se puede emplear como lastre, agua ya tratada y desinfectada adecuadamente, con las particularidades que exige de cada caso, serían:

a) Uso para lastre de efluentes de agua proveniente de la refrigeración de centrales térmicas u otras plantas industriales.

b) Uso del agua tratada proveniente de las plantas de regasificación en los terminales de recepción y almacenamiento de gas natural licuado (GNL).

Sería, tanto en uno como en otro caso, un magnífico reciclaje y aprovechamiento de recursos ya utilizados (agua tratada hasta un cierto nivel) y desperdiciados tirándolos al mar una vez que ya hubieran cumplido su primera función, y lo peor, con consecuencias negativas medioambientales si no se tratan adecuadamente a fin de reducir su contenido en biocidas residuales. Con la aplicación que se propone, estos efluentes se mantendrán en circuito cerrado durante largos períodos, dando mayor margen a que las sustancias activas se vayan eliminando o desactivando de forma paulatina por evaporación, por formación de compuestos sólidos inertes, etc. En todo caso, habrían de realizarse experiencias previas y observaciones de largo alcance a fin de poder confirmar, en su caso, resultados positivos y benévolos con el medioambiente.

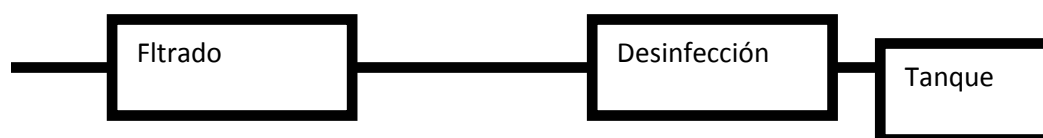
c) Una aplicación cuyas ventajas no admiten objeciones es la siguiente: es imperioso resolver la creciente escasez de agua dulce, en muchas zonas. España no es una excepción. Véase el caso de Barcelona y el Levante español. En los países del N de África se pueden citar cientos de casos. Si con la misma filosofía expuesta, se ha llegado a que lo más adecuado sería tratar y desinfectar el agua de lastre en tanques e instalaciones de tierra, y esto tiene unos costes no desdeñables, ¿por qué no se emplean estos recursos para tratar y desinfectar agua dulce, lo mismo que se hace para el abastecimiento de ciudades y otros usos, en las zonas portuarias (hinterlands) en que este recurso sea abundante, para ser cargada como lastre en los buques que después de descargar retornarán para recoger carga a lugares con escasez de agua?, descargándola

allí para ser almacenada y utilizada localmente, o incluso para ser reexportada a otros sitios.

Tratamiento del agua de lastre en los puertos.

Se sugieren sistemas combinados filtrado/desinfección como el esquema siguiente

Toma
de mar



La desinfección se realizaría en principio por medio de biocidas, cuyas pros y contras ya se han citado antes. Por otra parte, el impacto ambiental del tratamiento de esta agua resulta minimizado, aunque la concentración de biocidas tuviera que aumentarse a fin de cumplir las exigencias de IMO, pues se maneja en circuito casi cerrado: ... puerto A-buque1-puerto B-buque 1 ó 2...y será al fin evacuada algún día a la costa después del tiempo necesario para la desactivación y adición de tratamientos neutralizantes de los biocidas (sulfitos, etc.), una vez pasados los controles correspondientes.

6.2.- Buques con lastre reducido.

En lugar de transportar agua potencialmente contaminada a través del océano y luego verterla en un puerto, estos buques, a fin de poder navegar de forma segura sin carga, abrirían unas grandes compuertas a proa y a popa a fin de inundar compartimentos que quedan comunicados, formando una especie de canal por el que el agua de mar entra y sale durante la navegación y por lo tanto no es transportada, pero se consigue aumentar el calado lo suficiente a fin de que el buque pueda navegar con seguridad y estabilidad de rumbo. Se mantendrían unos tanques de lastre de mucho menor tamaño, cuyo contenido pudiera así ser tratado, para poder ser llenados o vaciados para operaciones que fueran necesarias de cambio de asiento longitudinal y de igualación de calados a una y otra banda, que resultarían alterados debido a consumos no equilibrados de combustible y agua dulce, o por razones de no poder equilibrar algunas cargas.

6.3.- Buques sin lastre o con lastre muy reducido gracias a las formas de los buques, NOBs (Non Sea Water Ballast Ships) .

Se trata de conseguir que los buques, aunque vayan sin carga, tengan un calado suficiente para el objetivo perseguido de poder navegar con seguridad, lo cual se consigue con una forma del casco no convencional, normalmente disponiendo los costados inclinados por debajo de la flotación en lastre, en toda la extensión de la manga,

es decir, dotando al buque de una astilla muerta en todo su manga o ancho, o bien parcialmente, con lo que el buque tiene que hundirse más, a fin de poder disponer del empuje hidrostático que equilibre su propio peso. Igual que en el caso anterior, habrá de disponerse algún tanque pequeño para las operaciones necesarias de equilibrado de calados.

7.- CONCLUSIONES.

El control y gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques es una medida para evitar los riesgos del trasiego de organismos acuáticos dañinos y agentes patógenos, bien por medio del cambio de agua de lastre o bien por medio de un sistema aprobado de gestión de la misma. Varios estudios han demostrado que la efectividad del cambio de agua de lastre es menor del 100% por lo que la instalación de sistemas de gestión o de tratamiento homologados del agua de lastre es el medio más seguro para evitar dichos daños.

Conservar el medio ambiente y la biodiversidad en los océanos es un asunto vital, nunca mejor dicho. Evitar la introducción de especies extrañas transportadas con el agua de lastre, es de la máxima importancia y ofrece un campo ampliamente multidisciplinar para la investigación, observación y toma de datos de ciertos fenómenos biológicos y de algunas de sus causas, así como para desarrollar nuevas técnicas y equipos de posible uso alternativo para protección medio ambiental y otras.

8.- BIBLIOGRAFÍA.

Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (OMI). Londres, 9-13 de febrero de 2004.

Directrices para el control y gestión del agua de lastre de los buques para minimizar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos (Resolución A.868(20) del CPMM de la OM), edición de 1998.

Reportaje de la Conferencia de las NN UU sobre Medioambiente y Desarrollo (UNCED), Río de Janeiro, 3⁴ de junio de 1992 y Agenda 21 del Programa de las NN UU para el Medioambiente.

ICES Code of Practice on the Introduction and Transfers of Marine Organisms, 2003.

Report of the ICES, IOC, IMO Study Group on Ballast and other Ship Vectors, 2000.

Removal of Barriers to the Effective Implementation of Ballast Water Control & Management Measures in Developing Countries. Dr. Stephan Gollasch, 1997.

Exotics Across the Ocean. E U Concerted Action (S.Gollasch).

Joint Hearing on the Implementation of the National Invasive Species Act. Northwest-Midwest Institute. USA. Allegre A. Cangelosi. May15, 2002

Fisheries and Oceans, Canada.

Global Ballast Water Management Programme (G E F, IMO, UNDP).

Ballast Water Invasive Species (INTERTANKO).

Atlas of Exotic Molluscs in the Mediterranean. CIESM.

“ “ “ Crustaceus “ “ “ . “

“ “ “ Fishes “ “ “ “

La peste verde, algas asesinas. Caulerpa Taxifolia. Merche S. Calle.

Guía de Especies de Mar. Fichas técnicas. Merche S. Calle y J. E. Gómez.

Non-native Species in British Waters: a review and directory. N. Clare Eno, Robin A Clark and William G. Sanderson. Joint Nature Conservation Committee, 1997.

Hay que impedir que los organismos foráneos se desplacen aprovechando el agua de lastre. IMO, octubre 1998.

Plagas Marinas. Globalización de los océanos. Especies invasoras en el mar. Dr. Sommer Okoteccum, Kiel, Alemania.

Globallast Legislative Review 2002. Globallast Monograph Series.

The ballast-free ship. Havard Nordtveit Austefjord de 2010-15-12.

El Convenio Internacional y la Gestion del Agua de Lastre. Panorama Internacional. OMI. Puerto MADRYN 2008.

Covención de las NN UU sobre el Derecho en el Mar. Montego Bay, Jamaica,10/XII/1982.

“Legislación Marítima y fuentes complementarias”. Ignacio Arroyo Martínez y otros, 1998.

“Parar la invasión por especies acuáticas exóticas y organismos patógenos transportados por los buques, principalmente con el agua de lastre”.- Primitivo B. González. Trabajo presentado para el Máster de Administración Marítima y Gestión Portuaria. Univ. A Coruña. Curso 2002/3.

Hacia un MARPOL biológico? Detener el transporte y la emigración de especies marinas en el agua de lastre de los buques. Primitivo B. González López y Antonio Salamanca Jiménez. Universidade da Coruña. Publicado en la Revista Ingeniería Naval, diciembre 2003.

La contaminación biológica por agua de lastre. Publicación “SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO”. Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Colegio Oficial de Ingenieros Navales.

Gestión integral del agua de los tanques de lastre. Una necesidad medio ambiental. José Fernando Núñez Basáñez. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID y Juan Manuel Paíno Monsalve. Director de ASTILLEROS ARMÓN-VIGO

ELIMINACIÓN DE ORGANISMOS EN AGUA DE LASTRE. Rodrigo Pérez Fernández y Antonio Vidal Casais, Ingenieros Navales. Revista Ingeniería Naval.

Ballast water treatment technology (Current status). Lloyd's Register. June 2011.

Ballast Water Management Systems. Guidance Note NI 538. Bureau Veritas. November 2011.

Ballas Water Treatment Systems. DET NORSKE VERITAS . January 2011.

Guide for BALLAST WATER TREATMENT. ABS. November 2011.

Protocol for the Verification of Ballast Water Treatment Technologies. US Coast Guard. September 2010.

US Coast Guard Regulations 33CFR Part 151 y 33CFR Part 162.

Directrices sobre la Instalación de Sistemas de Tratamiento de Agua de Lastre. Nippon Kaiji Kyokai. Marzo 2010.

Ballast Water Treatment Technology – A General Note. Germanischer Lloyds.