

# **Análisis e implementación del modelo económico circular al proceso de desguace y reciclaje de buques**

Trabajo Final de Grado



Facultad de Náutica de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:  
**Víctor Pizarro Martiartu**

Dirigido por:  
**Sergio Velásquez Correa**

Grado en Ingeniería en sistemas y tecnología naval

Barcelona, Junio de 2020

Departamento de Ciencia e Ingeniería Náutica



## **Agradecimientos**

A todos los profesores que he tenido durante todos estos años y en especial a Sergio Velásquez por su apoyo y compromiso durante esta última etapa.

## **Resumen**

Este trabajo académico pretende mostrar la capacidad de incorporar el modelo de económico circular al reciclaje y desguace de buques mercantes. Para ello, se analizará la situación actual en los procesos de desguace de buques, la normativa europea e internacional aplicable y el modelo de economía circular como potencial herramienta para mejorar y optimizar una industria que, dista bastante de ser sostenible medioambientalmente y respetuosa con las políticas internacionales sobre condiciones del trabajo.

Se elaborará un Plan de reciclaje de buques siguiendo las directrices establecidas en el Convenio Internacional de Hong Kong. Por último, se definirán conclusiones que permitan acercar esta actividad a un modelo circular en el que los residuos en su mayoría puedan regresar de algún modo a los procesos productivos de diversas industrias alternativas.

## **Palabras clave**

Economía circular, Reciclaje de buques, Sostenibilidad, Acero, Instalaciones de reciclaje, Instalaciones de desmantelamiento.

## **Abstract**

This thesis aims to demonstrate the potentiality to incorporate the circular economy model into the recycling and scrapping of merchant containers. For this, the state of the art analysis in the scrapping processes, the applicable European and international regulations and the circular economy model will be analysed as a potential tool to improve and optimize an industry that, is far from being environmentally sustainable and respectful of international policies about work conditions.

A recycling plan will be drawn up following the Hong Kong Convention. Finally, the conclusions that approach this activity will be detailed in a circular economy model in which most of the waste can somehow return to the productive processes of various alternative industries.

## **Keywords**

Circular economy, Ship recycling, Sustainability, Steel, Recycling facilities, Dismantling facilities.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Motivación.....	1
1.2 Objetivos del proyecto.....	2
1.3 Alcance del proyecto.....	2
2. Antecedentes.....	2
2.1 NGO Shipbreaking Platform.....	2
2.2 Programa LIFE de la Unión Europea.....	3
2.2.1 Proyecto Recyship.....	4
2.2.2 Proyecto Boatcycle.....	5
2.2.2.1 Conclusiones respecto los materiales recuperados y reciclado.....	6
2.3 Empresa DDR Vessels.....	6
3. Panorama del desguace de buques.....	7
3.1 Análisis actual del desguace de buques.....	7
3.2 ¿Por qué se desguaza un buque?.....	9
3.3 La decisión de desguazar.....	10
3.4 Valor del buque en el mercado.....	10
3.5 Partes interesadas en el desguace y reciclaje de buques.....	11
3.6 Normativa aplicable al desguace y reciclaje de buques.....	13
3.6.1 Convenio Internacional de Hong Kong relativo al reciclaje seguro y ambientalmente racional de buques, 2009.....	13
3.6.2 Organización Internacional del Trabajo.....	17
3.6.3 Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación.....	18
3.6.4 Comisión Europea.....	20
3.6.4.1 Reglamento (UE) 1257/2013 relativo al reciclado de buques.....	21
3.6.4.2 Lista europea de instalaciones de reciclaje.....	22
3.7 Métodos de desguace.....	22
3.7.1 Alongside.....	22
3.7.2 Beaching.....	23
3.7.3 Dry-dock.....	24
3.7.4 Landing.....	25

3.8 Proceso de desguace y reciclaje de buques.....	25
3.8.1 Fase de compraventa.....	27
3.8.1.1 Inspección, identificación y evaluación en origen.....	27
3.8.1.2 Oferta final.....	28
3.8.2 Fase de transición.....	29
3.8.2.1 Descontaminación e inspección.....	29
3.8.3 Fase de desguace, reciclaje y gestión de residuos.....	29
3.8.3.1 Inspección en la instalación.....	29
3.8.3.2 Diseño del plan de desguace.....	30
3.8.3.3 Descontaminación, desmantelamiento y gestión de equipos y materiales.....	30
3.8.3.4 Corte.....	31
3.8.4 Gestión y limpieza final.....	31
3.9 Plan de reciclaje de buques.....	32
3.9.1 Propuesta de Plan de reciclaje de buques.....	34
4. Economía circular.....	36
4.1 Marco actual.....	36
4.2 Modelo circular vs. Modelo lineal.....	37
4.3 Barreras de la economía circular.....	39
4.3.1 Obsolescencia programada.....	39
4.3.2 Propiedades de las materias primas secundarias.....	39
4.3.3 Diseño de los productos.....	40
4.4 Gestión de residuos.....	40
4.5 Medir la circularidad.....	41
4.6 Implementación de la economía circular al desguace y reciclaje de buques.....	42
4.6.1 Propuestas de mejora para implementar la economía circular.....	49
5. Conclusiones.....	50
6. Bibliografía.....	51
7. Anexo.....	53

## **Índice de figuras**

Figura 1: Partes interesadas en el proceso de desguace.

Figura 2. Esquema de la normativa relativa al desguace y reciclaje de buques.

Figura 3. Esquema sobre el contenido del Convenio Internacional de Hong Kong, 2009.

Figura 4. Esquema sobre el contenido del Convenio de Basilea.

Figura 5. Esquema del contenido del Reglamento (UE) 1257/2013 relativo al reciclaje de buques

Figura 6. Modelo genérico del proceso de desguace y reciclaje de buques.

Figura 7. Esquema del contenido del texto sobre Directrices para el desarrollo del Plan de reciclaje de buques (SRP).

Figura 8. Secuencia lógica sobre la gestión de materiales, equipos, componentes y productos.

Figura 9. Modelo cíclico natural.

Figura 10. Modelo económico lineal.

Figura 11. Modelo de economía circular.

Figura 12. Jerarquía de residuos. Fuente: Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos.

Figura 13. Ciclo de vida del buque.

Figura 14. Ciclo de vida implementando la economía circular.

Figura 15. Esquema de gestión de materiales, equipos y residuos sostenible.

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Número de buques encallados en playas vs. Número de buques desguazados. Fuente: Elaboración Propia. Datos extraídos de NGO ShipBreaking Platform

Gráfico 2. Porcentaje de material recuperado y pérdidas totales en función de distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016.

## **Índice de imágenes**

Imagen 1. Caída de sección lateral de un buque mercante. Fuente: [shipbreakingplatform.org](http://shipbreakingplatform.org)

Imagen 2. Buque a desguazar durante el proyecto Recyship. Fuente: [recyship.com](http://recyship.com)

Imagen 3. Portaaviones 'Clemenceau'. Fuente: [dailymail.co.uk](http://dailymail.co.uk)

Imagen 4. Desguace de buques mediante el método Alongside. Fuente: Pinterest

Imagen 5. Buques desguazándose mediante el método Beaching. Fuente: [bellona.org](http://bellona.org)

Imagen 6. Desguace de buque en dique seco. Fuente: NGO ShipBreaking Platform

Imagen 7. Buques desguazándose mediante el método Landing. Fuente: NGO ShipBreaking Platform

### **Índice de tablas**

Tabla 1. Comparativa de datos entre embarcaciones desguazadas, Proyecto Boatcycle. Fuente: life-boat.com

Tabla 2. Tipo de buque vs. Edad media operativa. Datos obtenidos de articles.maritimepropulsion.com

Tabla 3. Lugar de desguace de buques vs. Métodos de desguace. Fuente: articles.maritimepropulsion.com

Tabla 4. Lista de posibles materiales y equipos recuperados.

Tabla 5. Peso en rosa de distintos buques desguazados en GMB durante los años 2015-2016. Fuente: Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective.

Tabla 6. Porcentaje de recuperación de LDT útil y media de emisión de residuos según tipo de buque. Fuente: Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective.

Tabla 7. Cantidad de material recuperado de los distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016.

Tabla 8. Cantidad estimada de residuos obtenidos de distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016.

## **1. Introducción**

El aumento constante y progresivo del uso de combustibles fósiles, recursos y materias primas, favorecen al empeoramiento climático y la contaminación atmosférica, reduciendo la biodiversidad, los ecosistemas y propiciando el agotamiento de los recursos naturales.

Además, la cantidad de materias primas extraídas de la Tierra en las últimas cuatro décadas se ha triplicado derivado del incremento del consumo por parte de la población, especialmente por la clase media de las economías emergentes y consolidadas lo que podría conllevar una situación de escasez de recursos básicos y esenciales o su encarecimiento en un futuro.

Resulta evidente que el modelo de consumo lineal actual es insostenible y es inevitable el cambio desde el modelo lineal el cual consiste en extraer, tratar, ensamblar, usar y tirar, hacia el modelo circular en el cual el consumo se orienta hacia reducir, reutilizar, recuperar y reciclar, minimizando la incineración y el vertido de residuos bajo tierra o vertederos.

Nuestro objetivo es que el buque como conjunto de equipos y materiales al final de su vida útil, se conciba como recursos o materias primas de otros productos y no como residuo.

Actualmente en el sector marítimo se siguen viendo prácticas de desguaces de buques no sostenibles y peligrosas medioambientalmente y que, además, infringen normativas internacionales en materia laboral. Por ello es importante implementar un modelo circular sobre el cual prevalece el concepto de aprovechamiento de materiales, reducción del consumo, reducción de la contaminación y de los residuos.

Actualmente los buques todavía llevan a bordo materiales peligrosos y queman combustibles residuales de baja calidad que contienen y emiten altas cantidades de azufre, cenizas y metales pesados. Además, las pinturas de los barcos que están en contacto directo con sistemas ecológicos como mares y ríos siguen siendo tóxicas para la flora y fauna que habita en ellos. Los residuos que estos buques transportan siguen siendo lanzados a los mares, océanos y ríos. Y al final de su vida operativa estos buques son desguazados en playas o desguaces en situaciones extremadamente peligrosas para los trabajadores y el ecosistema local, generando un gran impacto ambiental a los mares, océanos y ríos.

La industria naval todavía sigue aferrada al modelo lineal de explotar, construir, ensamblar, usar y tirar. Este es un problema derivado de la voluntad de querer obtener siempre el máximo beneficio tanto en su operación como al vender buques ya no útiles, sin velar por las condiciones en las que se llevan a cabo las tareas de desguace y las consecuencias e impactos que generan.

### **1.1 Motivación**

El motivo por el cual he decidido realizar este trabajo es por la voluntad de proponer mejoras en el proceso de reciclaje y desguace de buques, tratando de incorporar un concepto innovador y medioambientalmente sostenible, como es el modelo circular, en el sector marítimo y naval y que pueda ayudar a más gente a introducirlo e investigar en este y en distintos sectores vinculados a los sistemas productivos.

La economía circular es un modelo medioambientalmente sostenible y por lo tanto aporta una mejora a la situación actual de emergencia climática en la que se encuentra nuestro planeta, mejorando procesos, la gestión de recursos y haciendo de muchos sectores productivos a nivel industrial, actividades más sostenibles.

Asimismo, debo mencionar a Sergio Velásquez, quien me dio a conocer la idea y concepto de economía circular y además fue el primer docente en hablar en sus clases sobre el desguace de buques como una problemática a tratar desde la visión de la industria naval y que podría suponer un potencial nuevo campo de trabajo.

## **1.2 Objetivos del trabajo**

El objetivo principal del trabajo es implementar la estrategia circular en el proceso de desguace de buques mercantes.

Asimismo, el trabajo pretende:

- a) Identificar la situación actual del desguace de buques y sus etapas.
- b) Definir el marco normativo europeo e internacional aplicable al desguace de buques.
- c) Estudiar y analizar el modelo de economía circular y la manera como este modelo puede aplicarse en el desguace de buques.
- d) Investigar y elaborar un plan de reciclaje de buques que pueda ser viable en el mediano plazo.

## **1.3 Alcance del trabajo**

A continuación, se citan los puntos que delimitan el alcance de este trabajo:

- a) Identificación de la situación actual del desguace de buques.
- b) Identificación de las distintas partes interesadas 'stakeholders' como individuos, entidades o empresas relacionadas con el proceso de desguace de buques.
- c) Identificación de las fases y procesos del desguace y reciclaje de buques.
- d) Identificación de los materiales existentes en los buques.
- e) Análisis del modelo de economía circular.

No es el objeto de este trabajo, el análisis o viabilidad económica de la implementación del modelo de economía circular al desguace de buques, dado que las fuentes de información necesarias son escasas y, en primer lugar, deseo estudiar el modelo de manera técnica.

## **2. Antecedentes**

En este capítulo se menciona y detalla el trabajo realizado por aquellas entidades, empresas y organizaciones que en la actualidad participan en la industria del desguace de buques, así como proyectos que han aportado conocimiento, apoyo y que actualmente trabajan para la mejora de los distintos aspectos y procesos del desguace sostenible de buques.

Entre ellos destacamos la coalición mundial de organizaciones no gubernamentales Shipbreaking Platform, el Programa Europeo LIFE del cual se desarrollaron dos proyectos dirigidos al sector naval, el proyecto Recyship y el proyecto Boatcycle, los cuales tratan el reciclaje y desguace de buques. Y por último, la empresa española DDR Vessels, dedicada al desmantelamiento y reciclaje de buques.

A continuación, se detallará cuál ha sido su trabajo, cómo trabajan actualmente y de qué manera intentan mejorar este sector.

### **2.1 NGO ShipBreaking Platform**

Coalición de organizaciones ambientales, humanas y de derechos laborales, que trabajan para revertir el daño medioambiental y los abusos sobre los derechos humanos derivados de la

prácticas actuales sobre el desguace de buques y garantizar el desmantelamiento y desguace seguro y ambientalmente racional.

Su trabajo consiste en realizar concienciación pública sobre el incumplimiento y abuso de los derechos humanos y la contaminación generada por los buques desguazados en las playas. Además, denuncian las malas prácticas realizadas como la varada de buques para desguace sobre las playas de los países en desarrollo como Bangladesh, Paquistán y Turquía.

Buscan impulsar políticas e incentivos para evitar que los buques se desguacen en condiciones deplorables en las playas del sudeste asiático.



Imagen 1. Caída de sección lateral de un buque mercante. Fuente: [shipbreakingplatform.org](http://shipbreakingplatform.org)

Su principal objetivo es encontrar soluciones sostenibles que abarquen los marcos de defensa de los derechos humanos, responsabilidad corporativa y justicia ambiental en el desguace de buques.

Asimismo, exponen casos jurídicos y siguen investigaciones en curso de aquellos armadores que buscan eludir las leyes internacionales sobre exportaciones e importaciones ilegales de buques. Entre estos casos se menciona a buques como Sao Paulo, Foch, Yetagun, Concord de Clipper, Guapore, Ónix, Clemenceau, Exxon Valdez, Renoir de Mar, etcétera.

(NGO ShipBreaking Platform, 2020)

## 2.2 Programas LIFE de la Unión Europea

Los programas LIFE son una herramienta financiera creada por la Unión Europea para apoyar proyectos de investigación de conservación del medio ambiente y desarrollo legislativo en materia medioambiental, los cuales se enfocan en la conservación y protección de la naturaleza y a contribuir al desarrollo sostenible. Entre estos proyectos destacan el proyecto Recyship y el proyecto Recyboat, los cuales tratan tanto métodos como procesos de desguace y reciclaje y el impacto que tienen hacia el medio ambiente.

### 2.2.1 Proyecto Recyship

Proyecto piloto europeo de descontaminación y desmantelamiento de buques al final de su vida operativa, liderado por Reciclauto Navarra S.L y con distintos socios colaboradores como Prisma, Navalria, Tecnalía y Fwd S.L.

Se desarrolló durante el periodo 2009 y 2012 y su objetivo fue abordar la cuestión del desguace de buques en Europa en materia de seguridad laboral, salud y protección del medio ambiente. Además, ayudó a la Comisión Europea en el desarrollo de normas y directrices en relación con el final de vida de los buques.



Imagen 2. Buque a desguazar durante el proyecto Recyship. Fuente: recyship.com

En el proyecto se persiguieron distintos objetivos como:

- a) Desarrollar una metodología para la descontaminación y desmantelamiento de buques fuera de uso que sea técnica y económicamente viable, ambientalmente sostenible y segura.
- b) Analizar en profundidad la legislación europea.
- c) Analizar las metodologías existentes para la descontaminación y el desmantelamiento.
- d) Llevar a cabo el proyecto piloto en un astillero del sureste de Europa.
- e) Realizar un estudio de la capacidad de carga e impacto de la costa de España y Portugal.
- f) Desarrollar un sistema de Gestión Integrado.

Posteriormente se aprobó el nuevo Reglamento 1257/2013 relativo al reciclado de buques, el cual establece un marco sostenible para el desguace de buques con bandera o pabellón de un país perteneciente a la OCDE.

Se diseñaron además tres prototipos para el proceso de desguace y descontaminación, el primero para el proceso de corte de acero, el segundo un tratamiento de aguas y fluidos y un tercer prototipo para el decapado o extracción de TBT (Tributilestaño) y pinturas.

Finalmente se realizó una prueba piloto en el astillero de Navalria, situado en Portugal, debido a la idoneidad de sus instalaciones las cuales disponían de soleras impermeables, recogida de aguas residuales, tratamiento terciario de estas, transporte y corte del buque y la gestión de los residuos obtenidos y generados del proceso.

(Recyship, 2012)

### 2.2.2 Proyecto Boatcycle

Proyecto perteneciente al Programa Europeo LIFE, implementado entre 2010 y 2012 el cual fue coordinado por el Centro Tecnológico LEITAT, la ONG Fundació mar y ICTP-CNR o Institute of Chemistry and Technology of Polymers National Research Centre.

El objetivo de este proyecto fue reducir el impacto ambiental derivado de la industria marítima en concreto de la náutica de recreo a través de investigación e innovación en gestión y reciclaje de embarcaciones de recreo al final de su vida útil. También abordó aspectos previos como el ecodiseño y procesos de producción y fabricación sostenible.

El proyecto se basó en:

- Analizar el proceso y métodos envueltos en el desguace y reciclaje de las distintas embarcaciones de recreo.
- Optimizar el proceso de obtención y la gestión de los residuos característicos de cada embarcación.
- Análisis técnico de los materiales obtenidos del proceso de desguace y analizar el valor de los residuos resultantes como fibra de vidrio, madera, neopreno y PVC.

Para ello se realizó el desguace de tres embarcaciones distintas, un velero, un yate y una embarcación semirrígida inflable. A continuación, se detalla una tabla con las características de cada embarcación:

Embarcación	Velero	Yate	Embarcación semirígida
Marca	Construcción particular	Cranchi	Zodiac
Modelo	9 FVT	Clipper-Cruisser	Yacht-Line 480 DL
Material característico	Madera	Fibra de vidrio	Neopreno y PVC
Eslora	12 metros	5 metros	5,5 metros
Peso total (Kg)	3200	2170	458,50
Potencia (hp)	30	2x200	50
Año de fabricación	1998	1989	2003
Vida útil estimada	35 años	30 años	20 años
Vida útil real	13 años	20 años	8 años
Razón de desguace	Daño y desuso	Daño y desuso	Daño y desuso
Compañía de desguace	Casa Nualart S.A	Casa Nualart S.A	Casa Nualart S.A
Astillero de desguace	Port Marina Palamós	Casa Nualart Facilities	Casa Nualart Facilities
Horas trabajadas	8 horas	7 horas	2 horas
Personal requerido	5 operarios	4 operarios	3 operarios
Coste total del desguace (eur)	1600	650	450
Beneficios de material recuperado (eur)	95	150	25

Tabla 1. Comparativa de datos entre embarcaciones desguazadas, Proyecto Boatcycle.

Fuente: life-boat.com

### **2.2.2.1 Conclusiones respecto los materiales recuperados y reciclados**

Existe una relativa facilidad para separar, reciclar y por lo tanto obtener beneficio de la fibra de vidrio de las embarcaciones. La problemática derivada de este tipo de embarcaciones es la eliminación de contaminantes y la hidrolización lo que impide que pueda ser usada en polímeros sensibles a la humedad.

La madera es de fácil tratamiento para su recuperación y también de fácil introducción de nuevo como relleno estructural en polímeros, aunque también pueden reutilizarse en cubiertas, mobiliario e interiores.

La recuperación y reciclaje del neopreno es un método limpio y no consume grandes cantidades de energía. Su aplicación tiene un gran rango de utilidades como parachoques en automóviles, badenes, etcétera.

El PVC (Policloruro de vinilo) procedente de las embarcaciones de recreo es reciclable y puede reintroducirse en sectores como la construcción.

### **2.3 Empresa DDR Vessels**

Empresa cuya actividad principal es el desguace y reciclaje sostenible de buques. Operan en el puerto de Gijón situado en el Principado de Asturias, también conocido como el Musel, en unas instalaciones diseñadas para cumplir con los reglamentos nacionales y europeos sobre salud, seguridad y protección del medio ambiente realizando una correcta gestión de residuos. Además, cumplen con los reglamentos y convenios internacionales como el Convenio de Basilea, el Convenio de Hong Kong y los reglamentos de la OMI, OIT y de la UE. Asimismo, también cumple con los estándares de calidad y este certificada con ISO 9001, ISO 45001 e ISO 30000 con Bureau Veritas.

Su principal objetivo es demostrar la viabilidad del reciclaje sostenible de buques y de la mejora de la gestión de residuos, velando siempre por la salud y seguridad de sus trabajadores. Para ello hace hincapié sobre tres áreas como son la salud y seguridad, la protección del medio ambiente y la gestión de residuos.

Tanto en el patio en el que trabajan como las autorizaciones medio ambientales que integran les permiten trabajar con los estándares más altos para minimizar los posibles riesgos ambientales. Además, el patio ha sido diseñado y construido para prevenir y controlar los daños derivados de vertidos o accidentes, evitando así daños contra el medio ambiente y sus trabajadores.

Ante la gestión de residuos tratan de seguir unas pautas de prevención, reutilización, recuperación y eliminación de residuos. La prevención prevé la generación de residuos y minimiza su generación mediante la reutilización o el reciclaje en el sitio siempre que sea posible. Cuando no se puede evitar generar residuos se implanta la reutilización, buscando las mejores vías para reutilizar sustancias y elementos. Cuando la opción de reutilizar no está disponible, tratan de buscar al administrador idóneo que pueda reciclar dichos desechos con las mejores técnicas y tecnologías posibles. Cuando la reutilización y el reciclaje no son efectivos, buscan soluciones para poder obtener energía de ellos, por lo tanto, recuperarlos de algún modo. Por último, si finalmente todo lo anterior no ha sido una opción válida, la única vía posible es el vertedero.

Sus instalaciones cuentan con 10.500 metros cuadrados de terrenos impermeabilizados con sistema de drenaje y tratamiento de aguas para todos los lixiviados (líquidos resultantes de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido), 200 metros de muelle para la preparación, descontaminación y corte primario.

Cuentan con una rampa de 26 metros de ancho y 800 metros cuadrados de área de trabajo para corte secundario, 500 metros cuadrados de áreas de trabajo impermeables para corte terciario, 200 metros cuadrados de terreno impermeable al aire libre para segregación, clasificación y almacenamiento del metal y un almacén de 900 metros cuadrados para el almacenamiento de equipos de segundo uso y gestión de residuos.

Sus instalaciones permiten la entrada de buques con 25 metros máximos de manga y aproximadamente 10 metros de calado, así como una capacidad estándar de 30000 LDT/año.

Es la única empresa española autorizada por la Comunidad Europea que está admitida en la lista europea de instalaciones de reciclado de buques con arreglo al Reglamento (UE) nº 1257/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

(DDR Vessels, 2020)

### **3. Panorama del desguace de buques**

En este capítulo se analizan todas las fases en las cuales un buque se ve involucrado durante su fin de ciclo de vida, desde porqué se desguaza, cuáles son las variables que determinan su desguace, el valor estimado que este tiene en el mercado, quienes intervienen en el proceso, la normativa aplicable a la actividad, los métodos de desguace y varada y por último el proceso de desguace de buques.

#### **3.1 Análisis de la situación actual del desguace de buques**

Hasta la década de los 70 la actividad de desguace de buques se realizaba en muelles europeos, pero el aumento de estándares medioambientales, laborales y de seguridad llevó a un incremento sustancial de los costes lo cual obligó a desplazar la industria hacia países en desarrollo, donde todos estos aspectos eran prácticamente inexistentes, estos países en desarrollo se sitúan en el sur de Asia y son India, Bangladesh, Pakistán, etcétera.

Actualmente estos países ofrecen un mayor precio por los buques debido a la leve y en casos inexistente inversión en infraestructura, equipamiento, seguridad y en especial una muy barata mano de obra. Además, no existe control medioambiental que asegure la correcta gestión tanto de sustancias como de materiales peligrosos en los buques lo que se traduce en derrames de sustancias dando como resultado una gran contaminación del ecosistema local.

Son conocidos varios casos como el del portaviones francés 'Clemenceau' al que le fue prohibida la entrada a la India para su desguace por el Tribunal Supremo de la India debido a la gran cantidad de material contaminante como amianto y asbesto que llevaba a bordo, por dicha razón fue dicho Tribunal Supremo quien decidió repatriarlo de nuevo a su lugar de origen. Posteriormente se desguazaría en 2006 en Gran Bretaña, pero aún y así fue un punto de inflexión para la Comunidad Europea la cual elaboró el Reglamento (UE) 1257/2013 relativo al desguace de buques que, además, involucra a países no pertenecientes a la Unión Europea.



Imagen 3. Portaaviones 'Clemenceau'. Fuente: dailymail.co.uk

En la actualidad los armadores y las navieras siguen optando por vender su buque para desguace al mejor postor, que son aquellas instalaciones que les proporcionen un mayor beneficio. Según los datos obtenidos de la ONG ShipBreaking Platform, este último año 2019 se vendieron para desguace un total de 674 buques mercantes, de todos estos, 469 tuvieron su destino final en las playas de Bangladesh, India y Paquistán, representando cerca del 90 por ciento del tonelaje bruto desmantelado en todo el mundo. A continuación, se muestra un gráfico donde se puede ver la evolución y diferencia entre los buques desguazados mundialmente por año y los buques que han llegado a las playas del sur de Asia:

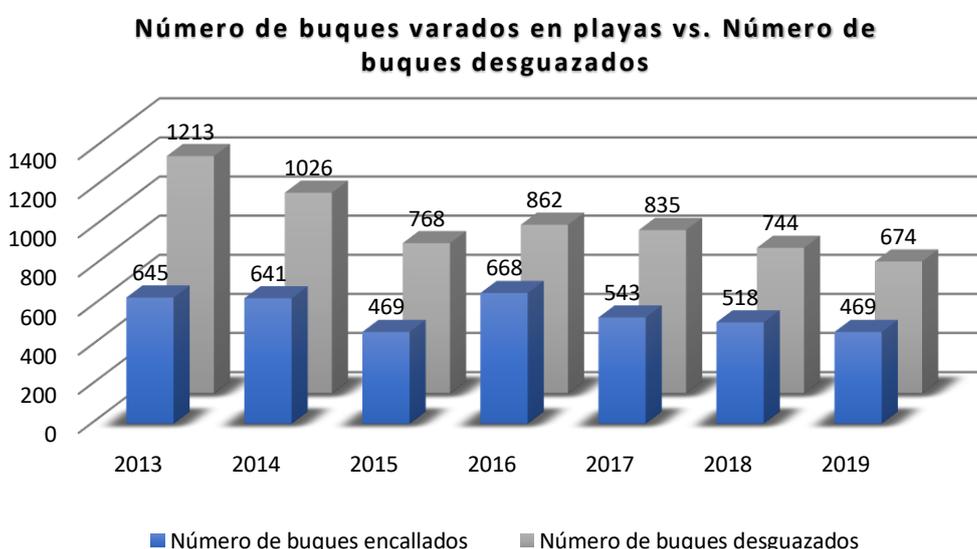


Gráfico 1. Número de buques encallados en playas vs. Número de buques desguazados.

Fuente: Elaboración Propia. Datos extraídos de NGO ShipBreaking Platform

Aunque los astilleros indios poco a poco mejoran sus instalaciones para cumplir con los distintos requisitos establecidos por el Convenio de Hong Kong, recientes visitas en forma de inspección por parte de la Comisión Europea indican la gran contaminación de las zonas intermareales y la falta de instalaciones para buques y, además, no existe una capacidad real para gestionar las

distintas sustancias y materiales peligrosos en los buques. Por lo que las instalaciones que se encuentran en el sur de Asia no cumplen con los requisitos necesarios para entrar en la lista europea de instalaciones de desguace.

Una solución a los distintos problemas es el incentivo de desguace de buques en la Comunidad Europea, en instalaciones autorizadas y mediante el uso de directrices y normativas aprobadas y ratificadas internacionalmente, como lo son el Convenio de Hong Kong relativo al reciclaje seguro y medioambiental racional de los buques, el Convenio de Basilea relativo al control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación y los distintos Reglamentos de la Comisión Europea como el Reglamento (UE) 1257/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al reciclado de buques.

(NGO ShipBreaking Platform, 2020)

### 3.2 ¿Por qué se desguaza un buque?

Los buques como todo producto tienen una vida útil o vida operativa, ésta finaliza debido a un conjunto de factores que indican su deterioro y pueden llevarlo a la inoperatividad como son la corrosión, daños estructurales, fatiga, obsolescencia tecnológica, merma en la seguridad, protección medioambiental o de regulación normativa. Las cuales obligan al buque a finalizar su actividad y retirarse del mercado operativo.

Cierto es que un buque sufre reparaciones y cambios tanto tecnológicos como estructurales para poder alargar su vida útil, pero llega un momento en el que esta debe finalizar.

La media de vida operativa para buques mercante varía en función del tipo de buque, aunque no hay una edad o vida útil determinada, esta suele ser aproximadamente entre 25 y 30 años.

A continuación, se muestra una tabla que muestra la edad media operativa aproximada en función del tipo de buque:

Tipo de buque	Edad media operativa aproximada
Crucero	30 - 34
Buque de carga	28 - 30
Buque portacontenedor	23 - 25
Buque granelero	20 - 23

Tabla 2. Tipo de buque vs. Edad media operativa. Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de [articles.maritimepropulsion.com](http://articles.maritimepropulsion.com)

Hay que destacar que algunos tipos de embarcaciones a las que no se les podrá extraer beneficio económico porque su coste de producción o de mercado mínimamente podrá recuperarse del desguace, esta situación se da con aquellas embarcaciones que son construidas con materiales compuestos como pueden ser la madera, fibras de vidrio y fibras de carbono. En tal caso será el propietario quien deberá hacerse cargo del desguace.

(Backwell, 2012)

### 3.3 La decisión de desguazar

La decisión de desguace de un buque se rige principalmente por la rentabilidad que se puede extraer de los equipos y materiales a bordo del buque. Un buque es candidato para ser desguazado cuando los costes de su operatividad y mantenimiento en un periodo de tiempo sean superiores a los posibles beneficios previstos en ese mismo intervalo de tiempo, incluyendo además el valor residual del buque.

Existen distintos factores que pueden llevar el buque a esta situación, entre ellos se encuentra:

- a) Daños no subsanables a causa de accidentes y averías que derivan en el abandono en puertos, fondeaderos o playas.
- b) Grandes reparaciones que impliquen grandes costes.
- c) Mantenimiento continuo y excesivamente costoso.
- d) Mayores exigencias relativas a la seguridad del buque.
- e) Actualización tecnológica continua derivada de la obsolescencia tecnológica.
- f) Por obligación reglamentaria, caso de buques monocasco.

También existen algunos factores que no dependen únicamente del buque como son:

- g) Necesidad de incorporar nuevos buques más eficientes a la flota.
- h) Precio de las nuevas construcciones.
- i) Situación del mercado de fletes.
- j) Voluntad propia del armador o naviera para destinarlo a desguace.

Por flete entendemos el coste relativo a realizar un transporte de mercancía mediante un buque, este depende del volumen, peso, distancia hasta el punto de entrega, estiba, almacenaje y demás hasta la entrega de la mercancía.

El mercado de flete y su cotización es muy volátil por lo que las navieras deben actualizar su cotización con gran frecuencia para ajustar el precio que pagan en función del aumento del coste de combustibles u otros factores.

El valor del flete es decisivo ya que cuando este valor es alto significa que el propietario puede obtener rendimiento económico del buque, por lo tanto, es interesante alargar la vida útil del buque y por eso son pocos los buques se envían para desguazar. También cabe la posibilidad de vender el buque a otro beneficiario para que lo siga explotando. En cambio, cuando el valor de flete es bajo puede no ser rentable explotar el buque en un periodo de tiempo determinado por lo que es importante obtener una rápida rentabilidad de la venta del buque para desguace.

(Acedo, 2014)

### 3.4 Valor del buque en el mercado

La variable más significativa que da valor al buque para su desguace es la tonelada de peso en rosca o desplazamiento en rosca, también denominada *light weight tonnage* o *light weight displacement* (LTW o LTD) representa el peso del buque sin carga, combustible, lubricantes, aceites, lastre, agua dulce, provisiones de consumo y sin pasajeros ni tripulación, así que, este peso es la suma del peso del acero del buque, maquinaria equipos, etcétera.

Se estima que para buques mercantes el peso de acero equivale entre 80 y el 95 por ciento del peso en rosca, dependiendo del tipo de buque. Los valores más altos, como son 95 por ciento equivalen a buques menos sofisticados como pueden ser portacontenedores o buques tanque.

Otro factor que influye en el precio por tonelada es la facilidad de desguace, los buques de carga como portacontenedores, petroleros y graneleros tienen poca habilitación y son prácticamente en su totalidad acero, por lo que se simplifica mucho su proceso de desguace.

Por lo contrario, los buques más pequeños se encarecen debido a la existencia de mayor peso de elementos no reciclables y por lo consiguiente un mayor uso de mano de obra para su segregación y obtener de ellos material reciclable.

Los principales factores para determinar el precio de un buque para su desguace en el mercado son:

- a) Demanda de chatarra del mercado siderúrgico
- b) Disponibilidad de chatarra de otros sectores
- c) Demanda de chatarra local
- d) Situación del astillero o instalación de desguace
- e) Disponibilidad y coste de mano de obra
- f) Oferta de buques en el mercado de desguace, número y tipo.
- g) Cantidad y calidad del acero
- h) Cantidad y calidad de metales distintos como aluminio, cobre, etcétera.
- i) Cantidad y estado de equipos y maquinaria.
- j) Estado del buque
- k) Localización, lugar de entrega y método de entrega.

Además, su valor se ve influenciado por el mercado de flete. Por flete entendemos el coste relativo a realizar un transporte de mercancía mediante un buque y este depende del volumen y peso de la mercancía, distancia hasta el punto de entrega, estiba, almacenaje y demás, hasta la entrega de la mercancía.

El mercado de flete y su cotización es muy volátil por lo que las navieras deben actualizar su valor con gran frecuencia para ajustar el precio que pagan en función del aumento del coste de combustibles y otros factores.

El valor del flete es decisivo ya que cuando este valor es alto significa que el propietario puede obtener rendimiento económico del buque, por lo tanto, es interesante alargar la vida útil del buque y por eso son pocos los buques que se envían para desguazar. También cabe la posibilidad de vender el buque a otro beneficiario para que lo siga explotando. En cambio, cuando el valor de flete es bajo puede no ser rentable explotar el buque en un periodo de tiempo determinado por lo que es importante obtener una rápida rentabilidad de la venta del buque para desguace.

### 3.5 Partes interesadas en el desguace y reciclaje de buques

En el proceso de desguace y reciclaje de buques intervienen distintos actores los cuales tienen papeles cruciales en cada fase. Las distintas partes interesadas se detallan en la siguiente figura:

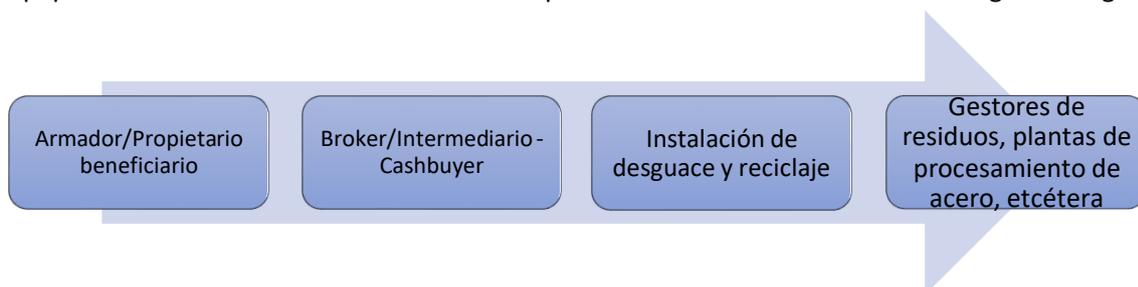


Figura 1: Partes interesadas en el proceso de desguace. Fuente: Elaboración propia

Cuando un buque llega al final de su vida útil es necesario saber si es posible seguir obteniendo rentabilidad de su actividad, dicha decisión la tomará el armador del buque o en su efecto el propietario beneficiario, dicha figura es la encargada de tomar la decisión comercial de vender el buque para su desguace. En caso de que decida que no es rentable seguir operando el buque y quiera desguazar el buque, empezará proceso de compraventa.

El armador o beneficiario se pondrá en contacto con intermediarios o 'brokers' especializados para que ellos gestionen de forma administrativa el desguace y ofrezcan el buque a los distintos interesados según las características del buque, sobre las cuales tiene un gran valor el peso en rosca, el estado del buque y el lugar en el que se encuentra. También puede hacerse la venta directamente con los compradores finales, estos suelen ser instalaciones o astilleros de desguace.

El propietario deberá facilitar información del buque en cuestión, con el objetivo de poder ofrecer el mayor conocimiento de materiales y sustancias peligrosas y no peligrosas, lugar de entrega del buque y otras, para que puedan evaluar de forma óptima el valor y estado del buque. Es común que el contrato utilizado en estas operaciones sea el mismo o muy similar al que podría realizarse para continuar con la actividad habitual del buque.

Además, es importante destacar una tercera figura, la del comprador en efectivo o 'cashbuyer', estos también actúan como intermediarios, son compañías que se dedican a la compra de buques y se encargan de pagar a los beneficiarios por adelantado para venderlo como chatarra a astilleros o empresas de reciclaje, pero la principal función que ejerce esta figura es la de proporcionar a los propietarios un mecanismo para cambiar su FlagState's Registry sin declarar que el buque ya no es operativo y por lo tanto es para desguazar. A diferencia de los brokers, estos reciben el buque de forma física, por lo que deberán hacerse cargo del último viaje si es que fuera necesario y además asume la responsabilidad e incluso las deudas que este pudiera tener, por lo que estas figuras asumen un riesgo muy elevado.

Cuando un buque es vendido a un comprador en efectivo los propietarios quedan en una situación segura ya que el valor o pago final no dependerá de los fondos obtenidos por los recicladores del buque final.

Es una práctica habitual que los compradores en efectivos cambien de nombre al buque y su registro o pabellón con el fin de escapar de la reglamentación a la cual están ligados y ajustarse a las leyes del nuevo país abanderado los cuales ofrecen ventajas en cuanto a tasas portuarias, inspecciones de seguridad, derechos laborales, restricciones medio ambientales, etcétera. Entre estos países se encuentra Comoras, Palau, Cristóbal, Nieves y Tavalu. Algunos compradores tienen vínculos muy fuertes con astilleros de desguace. Un ejemplo claro de ello es la relación que existe entre GMS (comprador en efectivo/cashbuyer) y Leela (Astillero), esta relación además de ser laboral es familiar ya que los dos máximos dirigentes, Anil Sharma (propietario de GMS) y Komalkant Sharma (propietario de Leela), son hermanos.

Normalmente el buque suele realizar su última travesía comercial hacia una zona cercana donde se encuentra la instalación de desguace. Una vez realizado su último viaje este puede llegar a la instalación por sus propios medios o también puede ser remolcado.

Siguiendo el proceso se encuentran las instalaciones o astilleros de desguace y reciclaje, su actividad reside en el desmantelamiento y desguace del buque, recuperando todos los materiales potencialmente reciclables y los equipos que se venderán a empresas o al mercado local como equipos de segunda mano para obtener beneficio de ambos.

Por último, tenemos los gestores de residuos, las plantas de procesado de acero, metalistas, talleres de recambio, astilleros, armadores, tiendas de segunda mano, etcétera. Todos los materiales y equipos obtenidos del desguace de buques que puedan ser reciclados y reutilizados serán vendidos a los distintos sectores para obtener el máximo beneficio económico.

### 3.6 Normativa aplicable al desguace y reciclaje de buques

Este capítulo establece la normativa relativa a la actividad de desguace y reciclaje de buques. Esta se define mediante distintos organismos como son la Organización Marítima Internacional, el Convenio de Basilea, la Organización del Trabajo y la Comisión Europea. Se destacan aquellos puntos más interesantes de cada Convenio, Reglamento u Organización relativos a la actividad de desguace y reciclaje de buques. A continuación, se muestra una figura del esquema de la normativa relativa al desguace y reciclaje de buques



Figura 2. Esquema de la normativa relativa al desguace y reciclaje de buques. Elaboración propia.

#### 3.6.1 Convenio Internacional de Hong Kong relativo al reciclaje seguro y ambientalmente racional de buques, 2009

Convenio relativo a la seguridad y gestión medioambientalmente racional del reciclado de buques cuyo objetivo principal es garantizar que los buques que lleguen a su fin de ciclo de vida y vayan a ser desguazados, no supongan un riesgo para la salud humana, su seguridad y el medio ambiente. El convenio comprende el diseño, la construcción, la operación y la preparación de los buques para facilitar el reciclaje seguro y ambientalmente racional, sin poner en riesgo o comprometer la seguridad y eficacia operativa de los buques, estableciendo procedimientos de aplicación para realizar el reciclaje de buques, además de su certificación y los requisitos de información.

A continuación, se muestra un esquema de los contenidos del Convenio:

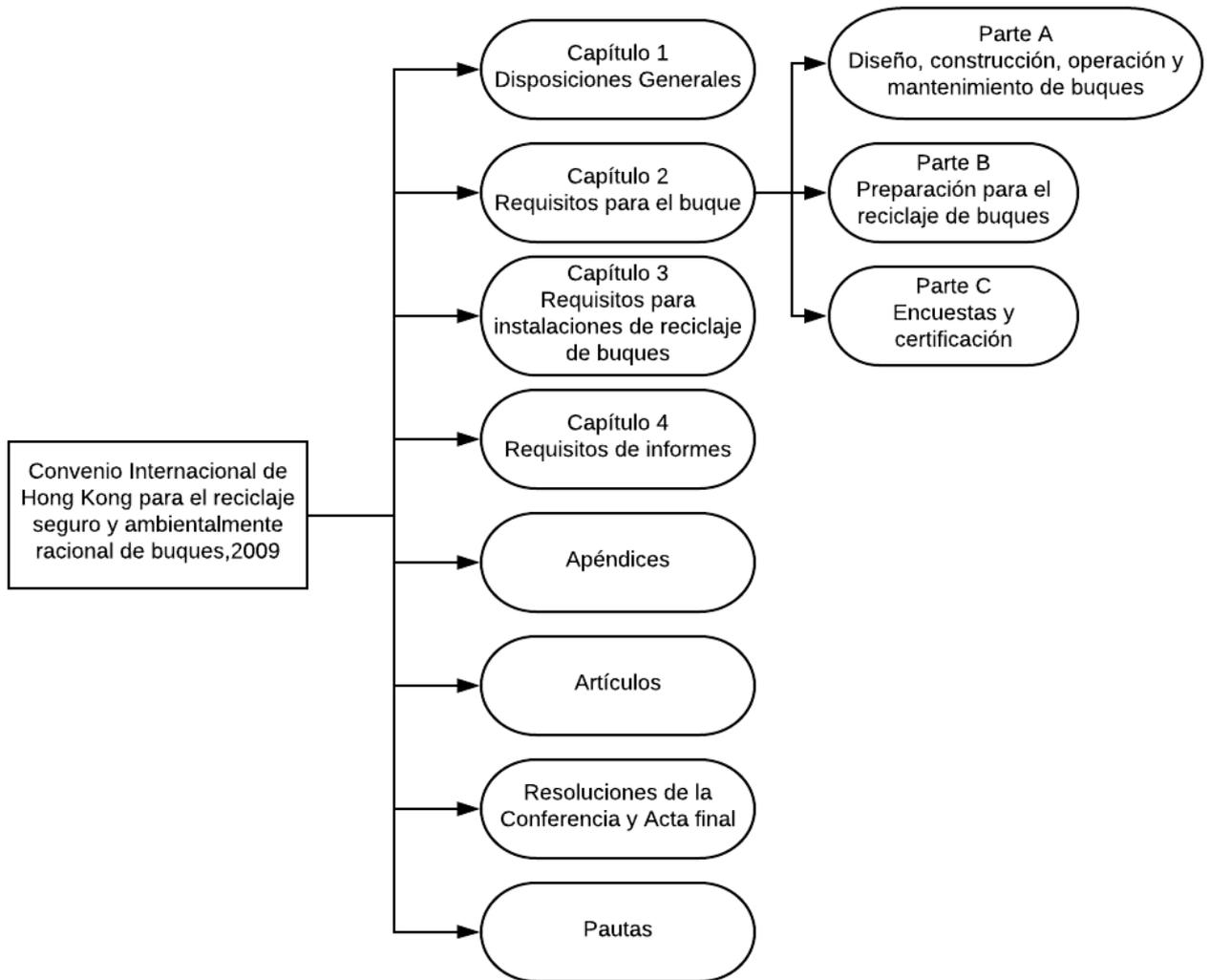


Figura 3. Esquema sobre el contenido del Convenio Internacional de Hong Kong, 2009.  
Elaboración propia

El texto fue elaborado con la contribución de los Estados Miembros de la OMI, las organizaciones no gubernamentales pertinentes y con la ayuda y colaboración de la Organización Internacional del Trabajo y las Partes del convenio de Basilea.

El Convenio todavía no está ratificado ni en vigor. Su entrada en vigor se hará veinticuatro meses después de que, como mínimo, quince países lo hayan ratificado, además la suma de la flota de estos quince países deberá ser de al menos el 40% del tonelaje bruto de la flota mercante mundial y la suma anual del volumen de barcos reciclados de estos países durante los diez años que proceden a la entrada en vigor no sea inferior al 3% del tonelaje bruto de la flota mercante de estos países.

EL objetivo del texto es que los países firmantes se comprometan a controlar sus buques abanderados de tal forma que únicamente se reciclarán los buques tras obtener un certificado de idoneidad para dicha actividad. Además, se realizará el desguace únicamente en instalaciones autorizadas por organizaciones internacionales y que cumplan con los procedimientos establecidos en el convenio. Estas instalaciones deberán cumplir con unos requisitos mínimos de seguridad y protección ambiental.

A continuación, se describen artículos del propio convenio y su descripción:

El artículo 1 establece las obligaciones generales que debe cumplir cada Estado miembro, relativo a prevenir, reducir, minimizar y eliminar los riesgos, accidentes, lesiones y otros efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente derivados del reciclaje de buques, y mejorar la seguridad del buque y la protección humana a lo largo de la vida operativa del buque. Además, las partes deberán cooperar para facilitar y asegurar la implementación y cumplimiento de este Convenio.

El artículo 2 proporciona definiciones, de las cuales las más representativas son:

"*Buque*" significa un buque de cualquier tipo que opere o haya operado en el medio marino e incluye sumergibles, embarcaciones flotantes, plataformas flotantes, plataformas autoelevables, unidades de almacenamiento flotante (FSU) y unidades de almacenamiento y descarga de producción flotante (FPSO), incluyendo una embarcación despojada de equipo o siendo remolcada.

"*Arqueo bruto*" significa el tonelaje bruto (GT) calculado de acuerdo con las regulaciones de medición de tonelaje contenidas en el Anexo I de la Convención Internacional sobre Medición de Arqueo de Buques, 1969, o cualquier convención sucesora.

"*Material peligroso*" significa cualquier material o sustancia que pueda crear peligros para la salud humana y / o el medio ambiente.

"*Reciclaje de buques*" significa la actividad de desmantelamiento completo o parcial de un buque en una instalación de reciclaje de buques para recuperar componentes y materiales para su reprocesamiento y reutilización, mientras se ocupa de materiales peligrosos y de otro tipo, e incluye operaciones asociadas como almacenamiento y tratamiento de componentes y materiales en el sitio, pero no su posterior procesamiento o eliminación en instalaciones separadas.

"*Instalación de reciclaje de buques*" significa un área definida que es un sitio, patio o instalación utilizada para el reciclaje de buques.

"*Empresa de reciclaje*" significa el propietario de la Instalación de reciclaje de buques o cualquier otra organización o persona que haya asumido la responsabilidad de la operación de la actividad de Reciclaje de buques del propietario de la Instalación de reciclaje de buques y que, al asumir dicha responsabilidad, haya aceptado hacerse cargo. todos los deberes y responsabilidades impuestos por esta Convención.

*Estás definiciones son extraídas de forma literal del Convenio Internacional de Honk Kong relativo al reciclaje de buques, Artículo 2 Definiciones.*

El artículo 3 define el ámbito de aplicación, en caso de que no se indique lo contrario se aplicará a:

- Buques con derecho a enarbolar el pabellón de una Parte u operar bajo su autoridad.
- Instalaciones de reciclaje de buques que operan bajo la jurisdicción de una Parte.

No se aplicará a:

- Buques de guerra.
- Buques auxiliares de la armada.
- Buques de propiedad gubernamental que desarrollen servicios no comerciales.

- Buques de menos de 500 GT.
- Buques que operen durante toda su vida únicamente en aguas sujetas a la soberanía o jurisdicción del Estado cuya bandera tiene derecho a enarbolar el buque.

El artículo 4 establece los controles relacionados con el reciclaje de buques, por lo que cada Parte deberá exigir que los buques enarbolados en su pabellón o que operen bajo su autoridad cumplan con los requisitos establecidos en el Convenio y que se tomarán las medidas oportunas para garantizar su cumplimiento. Además, cada Parte exigirá que las Instalaciones de reciclaje bajo su jurisdicción cumplan con los requisitos establecidos en el Convenio

Cada Parte tomará las medidas oportunas para garantizar el cumplimiento en estos dos casos.

El artículo 5 establece que cada Parte deberá asegurarse de la inspección y certificación de conformidad con las reglamentaciones descritas en el anexo de todos aquellos buques que enarboles su pabellón o que operen bajo su autoridad.

El artículo 8 relativo a la inspección de naves especifica que un buque al que se le aplica el Convenio puede estar sujeto a inspección por oficiales autorizados por esa Parte con el fin de determinar si el buque cumple con la normativa exigida en el Convenio.

Las inspecciones se limitan a verificar que hay a bordo un Certificado Internacional de inventario de materiales peligrosos o un certificado internacional listo para el reciclaje, el cual será aceptado si es válido.

En caso de que el barco no lleve el certificado valido o haya razones claras para creer que:

- La condición del buque o su equipo no corresponde con los detalles del certificado o que la Parte I del Inventario de materiales peligrosos.
- No hay ningún procedimiento implementado a bordo para el mantenimiento de la Parte I del Inventario de Materiales Peligrosos.

En tales casos, se podrá llevar a cabo una inspección detallada teniendo en cuenta las pautas desarrolladas.

En los distintos Capítulos podemos encontrar información interesante en cuanto al control de materiales peligrosos, sus instalaciones y el plan de reciclado del buque.

-Se prohíbe y restringe el uso de Materiales Peligrosos en barcos e instalaciones, los cuales se manifiestan en los apéndices 1 y 2 del propio Convenio.

-Los buques de nueva construcción deberán llevar a bordo un inventario de materiales peligrosos el cual indicará la cantidad y localización de cada material y este deberá ser verificado por la administración u órgano autorizado para ello.

Los buques ya existentes deberán cumplir con lo mencionado en un plazo inferior o igual a 5 años después de la entrada en vigor del Convenio o con anterioridad a este periodo si es destinado a desguace.

-Todos los buques destinados a desguace sólo podrán ser reciclados en Instalaciones de reciclado autorizadas.

### 3.6.2 Organización Internacional del Trabajo

La Organización Internacional del Trabajo es una entidad que funciona bajo la Organización de las Naciones Unidas, fue creada en 1919 como parte del Tratado de Versalles. Esta institución se encarga de establecer normas del trabajo, formular políticas y elaborar programas promoviendo el trabajo decente, por lo que se encarga de asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Tiene como objetivos la promoción de la justicia social, de los derechos humanos y laborales, y actualmente contribuye a mejorar la situación económica y las condiciones laborales.

La organización es dirigida por una junta o tripartito la cual cuenta con representantes de:

- Sindicatos
- Gobiernos nacionales
- Empresas

En la 285ª reunión, celebrada en noviembre de 2002, se revisó y adoptó el documento titulado *Seguridad y salud en el desguace de buques: directrices para los países asiáticos y Turquía*, con la idea de llegar a un consenso sobre un conjunto de directrices para beneficiar a todas las partes dedicadas al sector del desguace de buques. Estas directrices sirven para garantizar la seguridad en el trabajo de desguace de buques y contribuyen a:

- Proteger a los trabajadores dedicados al desguace de buques de los riesgos y peligros que entraña la actividad.
- Ayudar y facilitar la gestión de la seguridad y salud en el trabajo que se genere en el lugar de trabajo.
- Establecer principios y políticas nacionales en materia de seguridad, salud en el trabajo y bienestar social de todos los trabajadores dedicados al desguace de buques y protección del medio ambiente.
- Establecer deberes y responsabilidades de todas las partes, entre ellas, trabajadores, empleadores, autoridades y todos aquellos involucrados en la actividad.

Estas directrices se aplican a:

- Autoridades gubernamentales, organizaciones y asociaciones de trabajadores y empleados cuya actividad afecte a la seguridad y salud de las personas implicadas en el desguace de buques.
- Todo aquel trabajador que corresponda las tareas y responsabilidad en materia de seguridad y salud, ya sea empleador, trabajador, contratista.
- Todas las operaciones relativas al desguace de buques.

Para poder conseguir una actividad de desguace segura es necesario que en el lugar de trabajo se conozcan los riesgos y peligros potenciales a los que se expone el trabajador para así poder implementar las medidas de seguridad que proceda en cada caso.

Actualmente existe la autorización para el desmantelamiento de buques, pero en un futuro debería concederse únicamente a buques que sean seguros para ser desguazados a su llegada, esta certificación incluirá:

- Una lista actualizada de las sustancias y desechos potencialmente peligrosos que se encuentren a bordo del buque a desguazar. Esta lista se realizará de conformidad con el Convenio de Basilea y el Código de prácticas del sector de la Cámara Naviera Internacional (ICS).
- Personal encargado del desguace que garantice que el buque se desguazará si se encuentra desgasificado y descontaminado para poder realizar operaciones en caliente.
- Información para elaborar el plan de seguridad para el buque.

### **3.6.3 Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación**

La aparición de una normativa ambiental más estricta en la década de 1980 provocó un aumento de los costes para la eliminación de residuos peligrosos en los países desarrollados la cual generó que estos países decidieran enviar todos aquellos residuos peligrosos hacia países en desarrollo, donde precisamente este tipo de normativas ambientales eran prácticamente inexistente.

La Comunidad Internacional intervino creando en 1989 el Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación.

Este convenio entró en vigor el 5 de mayo de 1992 y fue creado como respuesta a la problemática mencionada con anterioridad al desguace de buques y al traslado sin protección ni control de las sustancias contaminantes y peligrosas a bordo hacía países en desarrollo del sur de Asia.

A continuación, se detalla un esquema sobre el contenido del Convenio de Basilea:

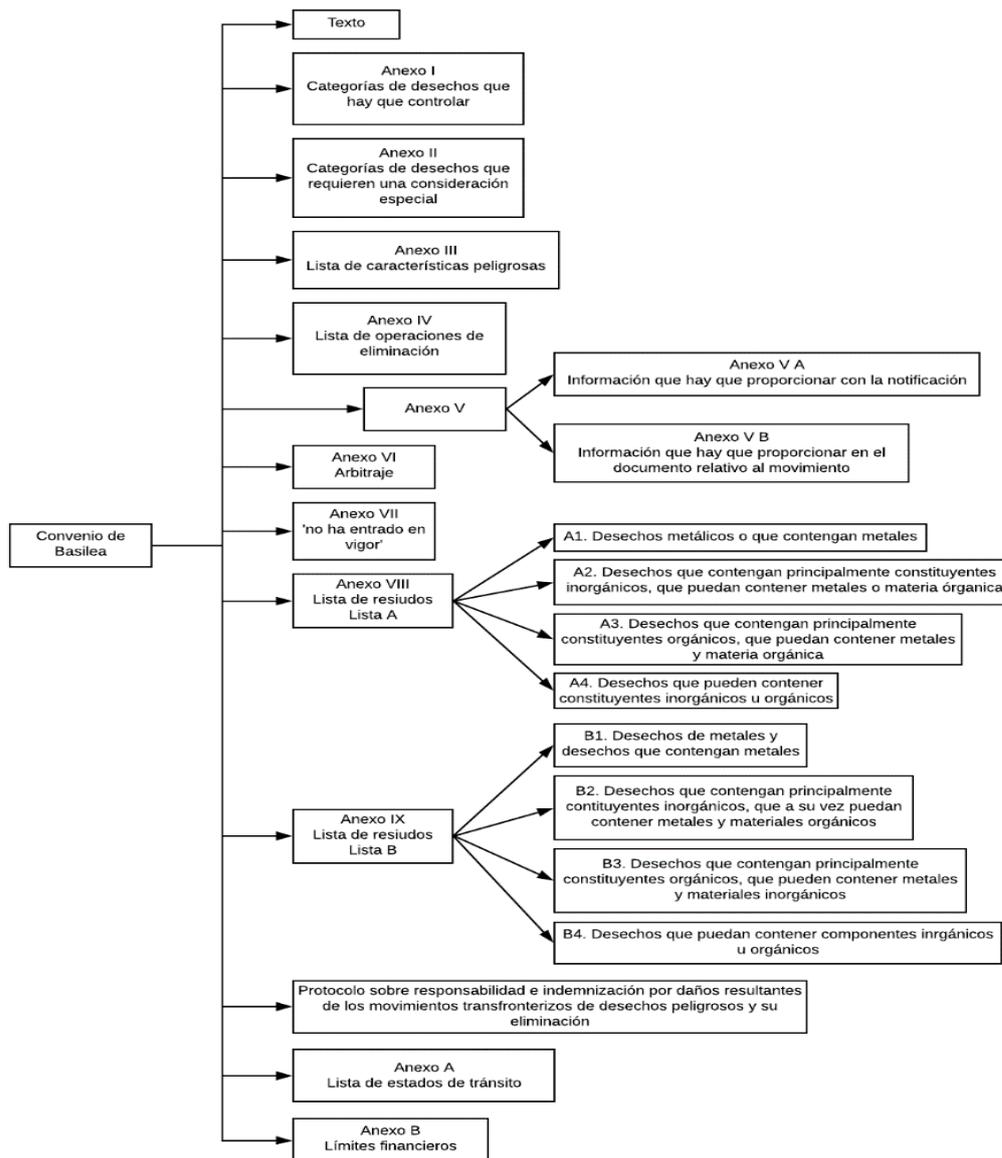


Figura 4. Esquema sobre el contenido del Convenio de Basilea

El Convenio es un acuerdo ambiental internacional relativo la generación, manejo, movimiento transfronterizo y eliminación de desechos peligrosos y su objetivo principal es proteger la salud de las personas y el medioambiente de estos. El Convenio regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, obligando a las Partes pertenecientes a:

- Realizar una gestión y eliminación ambientalmente racional de los residuos.
- Minimizar y reducir la cantidad de residuos que se transportan.
- Realizar el tratamiento y la eliminación de los residuos en el lugar más próximo posible a su lugar de generación, minimizando su traslado.
- Prevenir y reducir la generación de residuos en su origen.

El Convenio establece que un buque es considerado residuo una vez el armador toma la decisión de desguazarlo. Lo cual genera un choque entre el concepto de buque cuando tiene capacidad para navegar por sí mismo y como establece el Convenio que el buque debe considerarse residuo o residuo peligroso una vez tomada la decisión de desguazar, esta controversia se da

por la incapacidad de saber cuándo el armador o propietario legal del buque toma dicha decisión.

El convenio regula los traslados de residuos peligrosos e impone, en particular, la prohibición del traslado de residuos peligrosos desde un país miembro de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos o OCDE hacia países que no son miembros de la OCDE.

Los buques no operativos o fuera de servicio destinados a ser desguazados son considerados residuos y además pueden ser considerados residuos peligrosos cuando son portadores de sustancias peligrosas como amianto, aceites, fangos de hidrocarburos, PCB o Bifenilo Policlorado, metales pesados, etcétera, o cuando su carga de sustancias peligrosas no ha sido descargada y eliminada del buque adecuadamente. Todos estos materiales y sustancias están calificados en la propia lista de residuos del Convenio.

Tal y como se detalla en el texto, las partes acuerdan:

- No exportar o importar desechos peligrosos u otros desechos a o desde un Estado que no es parte.
- No exportar desechos sin consentimiento previo del Estado de importación.
- Proporcionar información relativa a los movimientos internacionales.
- Permitir los movimientos internacionales de desechos únicamente si no existe ningún peligro con respecto a su movimiento y eliminación.
- Asegurar el embalaje, identificación y transporte de los desechos a trasladar mediante normas internacionales y acompañados de un documento sobre el movimiento.

En caso de que los desechos sean exportados ilícitamente, estas deberán ser reimportadas.

Para evitar que los armadores eludan a las administraciones existen alternativas para facilitar su aplicación:

- Incentivar mediante ayudas económicas europeas la actividad de desguace y descontaminación de buques.
- Orientar y proporcionar ayuda técnica a los países en vías de desarrollo para hacer cumplir a sus instalaciones con los estándares de gestión ambiental de las normativas internacionales.

#### **3.6.4 Comisión Europea**

La Comisión Europea es un órgano ejecutivo, políticamente independiente, de la Unión Europea. Es responsable de elaborar propuestas de nueva legislación y de aplicar las decisiones del Parlamento Europeo y del Consejo.

Sus funciones se definen cómo:

- Proponer nuevas leyes que protejan los intereses de la Unión Europea.
- Gestionar las políticas europeas y asignar los fondos de la Unión Europea.
- Velar por el cumplimiento de la legislación de la Unión Europea.
- Representar internacionalmente a la Unión Europea.

Debido a que el Convenio internacional de Hong Kong no está ratificado y por lo tanto no se encuentra en vigor, la Unión Europea se vio obligada a crear el Reglamento de la Unión Europea nº 1257/2013 relativo al reciclado de buques, de tal forma se asegura que los barcos destinados

al desguace y que enarbolen pabellones europeos se desmantelen en instalaciones autorizadas y bajo condiciones específicas.

### 3.6.4.1 Reglamento (UE) nº1257/2013 relativo al reciclado de buques

Este reglamento cuyos principios técnicos y de documentación son similares al del Convenio de Hong Kong se encuentra vigente desde Diciembre de 2013 y se aplica únicamente a buques de bandera europea. A continuación, se detalla un esquema sobre el contenido del Reglamento:

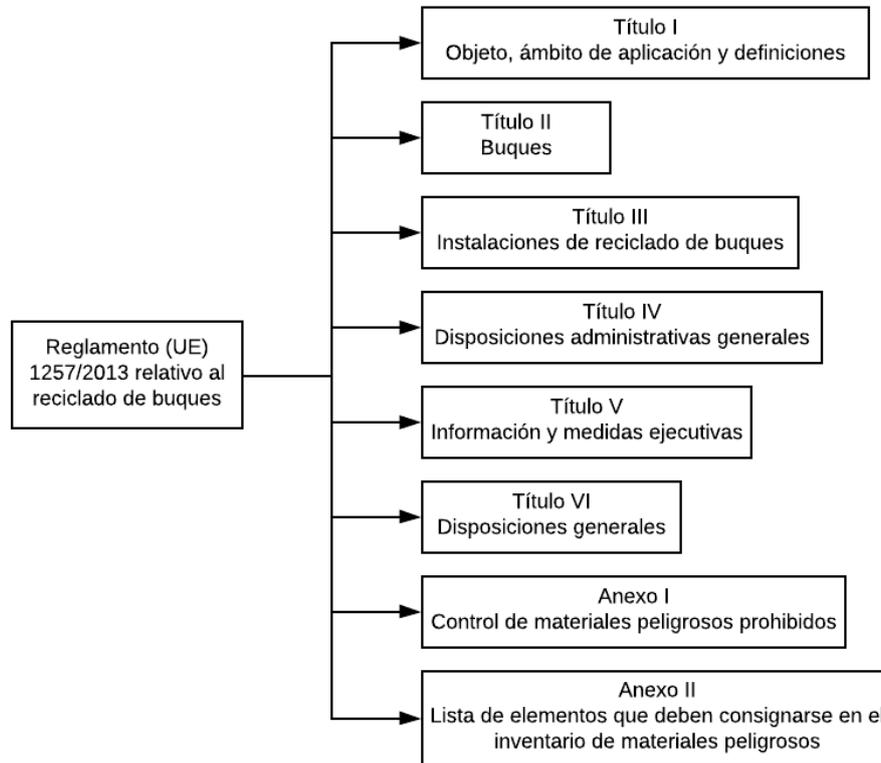


Figura 5. Esquema del contenido del Reglamento (UE) 1257/2013 relativo al reciclaje de buques

Los objetivos del Reglamento son prevenir, reducir e impedir lesiones y otros efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente derivados del reciclaje de buque. Incrementar la seguridad y protección humana y el medio marino de la Unión Europea, es especial la gestión de residuos peligrosos de los buques a reciclar.

Se requiere que los buques con bandera de la Unión Europea y con más de 500 toneladas brutas manifiesten a bordo un inventario de materiales peligrosos. Los países no pertenecientes a la Unión Europea también deberán manifestar a bordo el Inventario de materiales peligrosos.

Los buques con pabellón perteneciente a la Unión Europea deberán obtener un certificado de idoneidad para el reciclaje del buque y deberán desguazarlo en una de las instalaciones aprobadas que se encuentran en la Lista Europea de Instalaciones de reciclaje de buques.

Este reglamento es evadible debido a la facilidad existente en realizar el cambio de bandera del buque a un país no perteneciente a la Unión Europea. Aunque se tomen medidas para evitarlo, se deben tener en cuenta más aspectos ya que puede llegar a afectar a la competitividad de las navieras europeas ya que, se beneficiaría a las navieras no europeas que seguirían sin cumplir las normas y no aplicarían el Convenio de Hong Kong.

### 3.6.4.2 Lista europea de instalaciones de reciclaje

El Reglamento exige que todos los grandes buques de navegación marítima que naveguen bajo una bandera de un estado miembro de la Unión Europea usen una instalación de reciclaje aprobada e incluida en la Lista europea de instalaciones de reciclaje.

Esta norma se elaboró para garantizar que los buques se reciclen en instalaciones que sean seguras para los trabajadores y respetuosas con el medio ambiente. Además, las instalaciones de reciclaje de buques instaladas en terceros países y con voluntad de reciclar buques que enarbolan pabellón de un estado miembro de la Unión Europea deberán presentar solicitud a la Comisión para poder ser admitidos a la lista.

La última versión de la Lista Europea de instalaciones de reciclaje para barcos actualmente contiene 41 yardas, representando una capacidad de reciclaje anual de 2,85 millones de Toneladas de Desplazamiento Ligero (LDT). Cabe destacar que en esta lista se encuentra la empresa DDR Vessels, la única empresa española autorizada para dicha actividad.

El objetivo de este reglamento y de la lista europea es reducir de forma significativa las repercusiones negativas del reciclado de los buques con pabellón de Estado miembro de la UE. El reglamento pone en vigor la aplicación anticipada de los requisitos del convenio de Hong Kong. Refiere a los buques que entran en el ámbito del Convenio de Hong Kong y cubre todo el ciclo de vida de los buques del pabellón de Estados miembros de la UE e introduce disposiciones medioambientales.

### 3.7 Métodos de desguace

Actualmente la práctica de desguace de buques se realiza según distintos métodos de desmantelamiento y desguace entre los que varía el lugar y método de varada, el proceso y la secuencia integra de desguace y desmantelamiento, etcétera.

En este apartado se detallan los distintos métodos de desguaces más habitualmente utilizados. A continuación, se muestra una tabla describiendo los métodos y los lugares donde se practican:

Lugar de desguace	Método de desguace
Europa, Estados Unidos y China	Alongside
Sur de Asia (India, Paquistán, Bangladesh, etcétera.)	Beaching
Europa y China	Dry-Dock
Turquía	Landing

Tabla 3. Lugar de desguace de buques vs. Métodos de desguace. Fuente: [articles.maritimepropulsion.com](http://articles.maritimepropulsion.com)

#### 3.7.1 Alongside

Método de reciclaje usado principalmente en China, Europa y los Estados Unidos. La varada del buque se hace a lo largo de un muelle, en un puerto o río protegido. El buque es desmantelado mediante el uso de grúas y la operativa de desguace se hace de arriba hacia abajo, lo que implica empezar a desguazar desde la super estructura hasta la quilla. Las operaciones continúan hasta que queda libre el fondo y se puede levantar prácticamente como una sola estructura. Esta es

llevada hasta una grada que pueda contener completamente todos los fluidos para su despiece final.



Imagen 4. Desguace de buques mediante el método Alongside. Fuente: Pinterest

### **3.7.2 Beaching**

El método de desguace en la playa también conocido como 'beaching'. Este tipo de método es habitual en el sur de Asia.

El buque es varado en la playa la cual tiene características de marisma, esta está caracterizada por tener un terreno bajo y pantanoso que se inunda por efecto de la marea, aunque también puede ser inundada por la llegada de las aguas o ríos que desembocan en las proximidades.

Por lo tanto, el buque es varado de forma intencionada durante la marea alta para poder adentrarlo hacia tierra y el proceso de desguace se da mientras la marea es baja, este método implica que las sustancias contaminantes y peligrosas en los buques son descargadas sobre las aguas debido a la inexistencia de sistemas de contención, generando un gran impacto medioambiental.

Es el método más criticado y contaminante, debido al gran daño medioambiental que genera sino también por la situación y condiciones laborales a la que se someten a los trabajadores en estos países.



Imagen 5. Buques desguazándose mediante el método Beaching. Fuente: bellona.org

### 3.7.3 Dry-Dock

El método de Dry-Dock o también conocido como ‘dique seco’ es usado más comúnmente en Europa y China.

El buque es gobernado o remolcado hasta un dique cerrado e inundable, para posteriormente vaciar dicho dique. El buque es desmantelado y desguazado en un área contenida minimizando el riesgo de contaminación ambiental y a haciendo uso de grúas externas extrae las secciones de estructura y equipos más pesados. Este método facilita todos los procesos, desde inspección, limpieza de tanques, desmantelamiento y desguace.



Imagen 6. Desguace de buque en dique seco. Fuente: NGO ShipBreaking Platform

### 3.7.4 Landing

El método Landing es el más utilizado en Turquía, es común verlo en áreas donde prácticamente no existe una gran diferencia entre mareas, es un método similar al 'Beaching' visto anteriormente, donde los buques son gobernados o remolcados sobre la orilla o sobre una grada de concreto que se extiende hacia el mar.

En este caso el buque se encuentra en una situación un tanto especial. La popa queda que en flotación mientras que la proa queda apoyada, este apoyo puede ser sobre la propia playa o sobre una rampa de concreto, en este segundo caso instalan un sistema de drenaje para los posibles fluidos que puedan derramarse.

Este método utiliza grúas para extraer los bloques, secciones y equipos más pesados, además mediante dichas grúas también se va remolcando el buque progresivamente hacia la grada para proseguir con el desguace. Es un proceso de desguace que va de proa a popa.



Imagen 7. Buques desguazándose mediante el método Landing. Fuente: NGO ShipBreaking Platform

### 3.8. Proceso de desguace y reciclaje de buques

En este capítulo se especifican las distintas fases y procesos que conlleva el desguace y reciclaje de buques y la gestión final de equipos, materiales y residuos. Existen multitud de procesos y aspectos que pueden variar y por ello se presenta un modelo general. Es necesario aclarar que este esquema de proceso de desguace es el más similar al que se establece en las instalaciones europeas, difiriendo de las metodologías y proceso que se pueden observar en países del sur de Asia. En este capítulo aparecen dos figuras representativas que se identifican como el armador o propietario del buque y el contratista que será la figura representante de la instalación de desguace y reciclaje.

El proceso de desguace y reciclaje se divide en:

- Fase de compraventa y preparación para el desguace
- Fase de transición

- Fase de desguace, reciclaje y gestión de residuos

En ellas se identifica el proceso, sus características y el trabajo a realizar. A continuación, se muestra el esquema del modelo de proceso de desguace y reciclaje de buques:

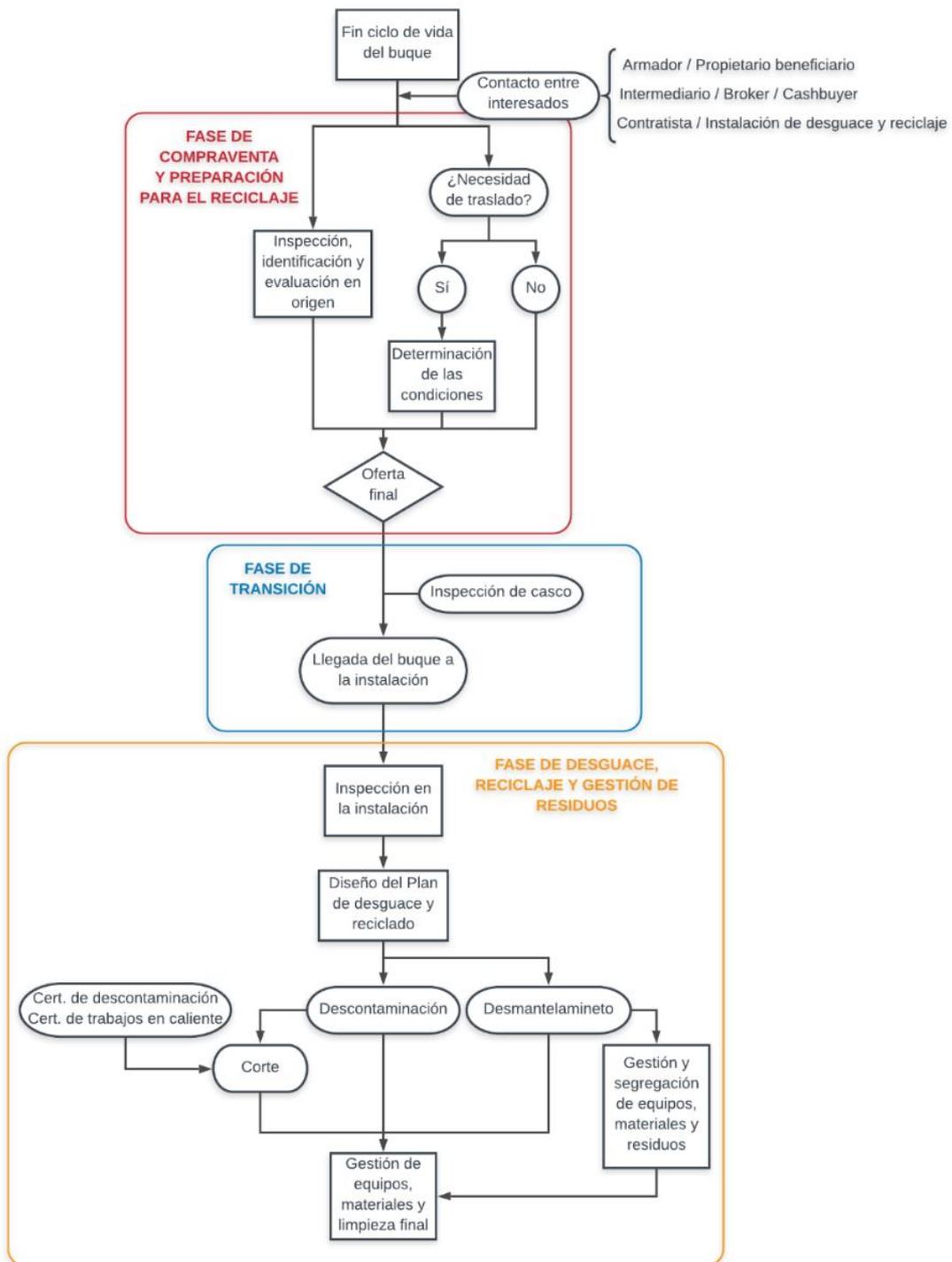


Figura 6. Modelo genérico del proceso de desguace y reciclaje de buques. Elaboración propia

Como se mencionan en capítulos anteriores, el final del ciclo de vida de un buque y por consiguiente la decisión de desguazar el buque, inicia el proceso de desguace.

Posteriormente, inicia la fase de compraventa y preparación para el reciclaje mediante el contacto entre los distintos interesados, estos son el armador y el representante de la instalación o contratista. Este contacto puede realizarse de distintos modos:

- Contacto directo:

a) Armador – Contratista: Este tipo de contacto se realiza de armador a contratistas. Es común que el armador se ponga en contacto con distintas instalaciones de desguace para tener diferentes ofertas las cuales elegirá la que más se atañe a las condiciones requeridas por el mismo y a las expectativas económicas más favorables.

b) Contratista - Armador: Las instalaciones realizan seguimientos de los distintos buques que potencialmente pueden ser desguazados, por edad o estado e incluso por abandono. Por lo que la instalación es quien se pone en contacto con el propietario del buque de forma directa para llegar a un acuerdo.

- Subasta:

El método de adjudicación de algunos buques se realiza mediante la subasta, un ejemplo de ellos son los buques militares. Para que las instalaciones puedan optar a estas subastas es necesario cumplir con algunas condiciones, entre ellas puede ser necesario certificar y acreditar que la instalación y los procesos por los que se desguaza el buque cumple con normativas relativas al desguace de buques, entre ellas el Reglamento Europeo (UE) 1257/2013, el Convenio de Hong Kong, la normativa ISO 30.000, ISO 14001, ISO 9001, etcétera.

### **3.8.1. Fase de compraventa y preparación para el reciclaje**

En esta fase los distintos contratistas establecen el valor buque en su conjunto y en caso de ser necesario, el traslado del buque hasta las instalaciones. Este aspecto es determinante para poder realizar una oferta, debido a que en algunos casos el valor del traslado y en especial del remolque del buque supera el del propio buque para su desguace. En tales casos se puede llegar a obviar el valor del buque y el contratista ofrece desguazar el buque por el valor del traslado a sus instalaciones.

Esta metodología de compraventa y preparación para el reciclaje es común en Europa, en cambio en los países del sur de Asia por regla general los buques llegan siempre por sus propios medios, esto es debido a que los representantes de las instalaciones de desguace no negocian el traslado, únicamente compran aquellos buques que tienen la capacidad de llegar por sus propios medios y por lo tanto negocian su valor en función del peso en rosca y su metodología es la varada directa sobre la playa.

#### **3.8.1.1 Inspección, identificación y evaluación en origen**

Posterior al primer contacto, se citan armador e instalaciones para realizar una inspección en origen, como se detalla, esta inspección se da en el lugar en el que se encuentre en ese momento y puede ser en dique seco, atracado en el puerto o en travesía y esta inspección consiste en:

-Localizar, verificar y cuantificar los materiales manifestados en el inventario de materiales potencialmente peligrosos. En caso de no existir tal inventario, se deberá realizar de manera que se determine la cantidad de materiales y equipos que contienen sustancias, materiales y residuos a bordo.

-Llevar a cabo una planificación para realizar posteriormente un plan de descontaminación para disponer y llevar a cabo procesos de desgasificación, limpieza de tanques y compartimentos y eliminación de residuos que constituyan riesgo o peligro medioambiental o laboral.

-Localizar los posibles espacios que puedan considerarse con condición de atmosfera pobre en oxígeno.

-Identificar conjuntos de equipos que conforman los sistemas para su posterior retirada de servicio, estos pueden ser sistemas contra incendios, sistemas de almacenamiento y suministro de combustible, sistemas eléctricos, calderería y otros, para su posterior retirada del servicio.

-Identificar y evaluar:

- Equipos y maquinaria, ejemplo de ello son los motores principales, motores auxiliares, depuradoras, etcétera.

- Material valorizable como cobre, aluminio, aceros inoxidable, etcétera. El cobre, por ejemplo, puede encontrarse en el cableado eléctrico del buque.

- Residuos: En cuanto a los residuos es necesario analizar el coste que se generarán tratarlos o eliminarlos del buque y el riesgo laboral y medioambiental que puede generar.

Esta identificación y evaluación es decisiva para poder realizar un estudio del buque y ofrecer una oferta ajustada al armador, ya que mediante la experiencia se puede llegar a determinar que equipos y maquinaria según su estado y demanda pueden ser vendidos para su reutilización y cuales, para reciclaje, lo que nos proporciona márgenes de beneficio distintos debido a que se obtiene mayor valor si el equipo o maquinaria es para reutilización que de los mismos para su desguace, segregación y posterior reciclaje.

Algo similar ocurre con los residuos, es necesario revisar el inventario de materiales peligrosos para conocer que residuos y materiales, cantidades, costes de tratamiento, riesgos laborales y medioambientales pueden llegar a generar. Si el buque no manifiesta dicho inventario es necesario realizarlo.

Según mencionó Antonio, director de DDR Vessels, durante una entrevista, el tiempo de la inspección en origen varía según el tipo de buque y la voluntad del armador. Para buques subastados como pueden ser los militares suele proporcionarse alrededor de tres horas de inspección, para buques privados suele proporcionarse entre un día o dos si fuera necesario y para buques abandonados no existe límite de tiempo. Debido a esta condición es importante tener gran experiencia para saber localizar, identificar y evaluar el valor, el estado y coste de equipos y residuos a bordo.

### **3.8.1.2 Oferta final**

El valor del buque a la hora de realizar una oferta al armador viene influenciado principalmente por dos aspectos, las toneladas de acero y la cantidad de equipos que puedan ser reutilizados o reciclados. Esta es la razón por la que la inspección en origen es tan importante, en dicha fase es necesario tener una gran base de experiencia para determinar que equipos pueden ser vendidos para su reutilización y en tal caso poder dar mayor valor al buque.

### **3.8.2 Fase de transición**

Finalizada la fase de compraventa, en caso de ser necesario, el buque debe ser trasladado a las instalaciones. Dicho traslado puede darse de distintos modos:

- Por medios propios del buque
- Por medios ajenos al propio buque, mediante un remolque.

Durante toda la travesía o traslado del buque se deberá garantizar la estabilidad del buque, las medidas de prevención contra la contaminación, salvamento, lucha contra incendios y de emergencia. Si el estado del buque lo requiere se deberá contratar un seguro que cubra tanto la intervención como la responsabilidad durante la travesía.

#### **3.8.2.1 Descontaminación e inspección de casco**

En caso que el buque no tenga en vigor y por lo tanto que hayan prescrito las correspondientes inspecciones, deberá realizarse una inspección del casco previa entrada a las instalaciones y será requerida por las autoridades portuarias de cada Estado parte con tal de asegurar la estancia en puerto de forma segura.

Se deberán retirar en la medida de lo posibles todos los materiales peligrosos a bordo antes de la llegada a las instalaciones.

### **3.8.3 Fase de desguace, reciclaje y gestión de residuos**

Esta fase engloba todo lo relativo al trabajo que se realiza una vez el buque ya se encuentra en las instalaciones. Primero se realizará una inspección para comprobar las condiciones en las que llega el buque, después se diseña el plan de desguace y reciclado para posteriormente iniciar los trabajos de descontaminación, desmantelamiento, corte y gestión de equipos, materiales y residuos.

#### **3.8.3.1 Inspección en la instalación**

Esta segunda inspección consiste en comprobar las condiciones del buque en referencia a la primera inspección realizada en origen, para ello se realizarán las siguientes acciones:

- Estudiar de forma profunda la disposición del buque, los equipos y materiales a bordo y preparar los cálculos de estabilidad para su posterior desguace.
- Comprobar los materiales y residuos manifestados en el inventario de materiales potencialmente peligrosos, que manifiesta el buque y en caso de no manifestarlo, que se realizó en la inspección inicial. En el buque podremos encontrar:

a) Materiales y equipos que contengan sustancias peligrosas

b) Residuos que se han ido depositado o que han sido almacenados en los tanques durante la operación del buque.

En el buque podemos encontrar distintas sustancias peligrosas como combustibles, lodos de combustibles, aceites, grasas, anticongelantes, Bifenilos Policlorados (PBC's), asbestos, distintas sustancias químicas corrosivas. También podemos encontrar materiales y residuos peligrosos en equipos como tanques de almacenamiento, bombas, sistemas hidráulicos, equipos contraincendios, equipos hidráulicos, equipos eléctricos, intercambiadores de calor, pinturas, etcétera.

Además, todos los materiales y residuos peligrosos extraídos del buque se medirán para obtener posteriores bases de datos y poder realizar mejores aproximaciones para la descontaminación de futuros buques, para ello se deberá identificar:

- a) Tipo de material o residuo
- b) Cantidad o volumen
- c) Ubicación del material o residuo en el buque

- Identificar y señalar los espacios y compartimentos que puedan considerarse con condición de atmosfera pobre en oxígeno.

Esta segunda inspección es necesaria debido a que durante la travesía las condiciones, materiales y estado del buque se ven modificados y por lo tanto el buque llega en distintas condiciones respecto a las iniciales. Además, se realizará un Plan de Evaluación de Riesgos y se tomarán las medidas necesarias para reducir el riesgo de accidente.

### **3.8.3.2 Diseño del plan de desguace**

Para proceder al desmantelamiento, desguace y reciclaje del buque es necesario que se realice un plan de reciclaje, este plan de reciclaje describe el modo en que se realiza el desguace, el cual es específico para cada buque. Se obtiene de normativas como el Reglamento 1257/2013 o el Convenio de Hong Kong, el cual ofrece directrices y guías de cómo realizar dicho plan y que dependerá de la instalación, si tienes rampa, dique, etcétera.

El plan de desguace debe presentarse a la autoridad portuaria para su aprobación y una vez aprobado, se autoriza iniciar las actividades de descontaminación, desmantelamiento y desguace.

### **3.8.3.3 Descontaminación, desmantelamiento, corte y gestión de materiales y residuos**

Una vez aprobado el plan de reciclado la autoridad portuaria me da autorización para que se inicien los trabajos de descontaminación, desmantelamiento y gestión de equipos, materiales y residuos.

La descontaminación consiste en:

-Extracción de fluidos: extracción de combustibles, aceites, grasas, líquidos refrigerantes, etcétera.

-Limpieza y aireación de tanques y cisternas.

-Extracción de materiales potencialmente peligrosos, esta actividad deberá realizarla una empresa acreditada para ello, un ejemplo de materiales peligrosos son los asbestos.

El desmantelamiento es el proceso de desmontaje y retirada de aquellos equipos y elementos que puedan ir extrayéndose del buque como son los electrodomésticos, equipos electrónicos, mobiliario y en general, todo aquel sistema, equipos, componente o producto que pueda ser retirado hasta vaciar el buque. Se realiza una secuencia vertical descendente, de puente a quilla y la extracción de los equipos y elementos se realizará de forma manual y mediante grúas. Algunos equipos y maquinaria no podrán ser extraídos en esta fase, ejemplo de ello son los motores principales y maquinaria de sala de máquinas, debido a su tamaño y disposición y serán extraídas en etapas posteriores.

En caso de que la descontaminación y el desmantelamiento se haga en flotación las aguas de lastre no se retiran debido a que nos permiten asegurar mayor estabilidad. Tampoco se retiran las sentinas ya que durante el proceso de desmantelamiento y desguace se seguirán generando y se retirarán en etapas posteriores.

Cabe destacar que los trabajos en caliente no se podrán realizar hasta que no finalice el proceso de descontaminación y hasta que se expida el certificado acreditativo para dichos trabajos y este lo deberá expedir una Organización de Control Autorizado (OCA), esta es una empresa acreditada que certifica el cumplimiento de los requisitos de seguridad dispuestos en los Reglamentos de Seguridad Industrial. También requeriré de estas empresas para la desconexión de algunos equipos como el sistema contra incendio de CO<sub>2</sub>. El corte del acero se realiza comúnmente mediante la técnica de corte por plasma o llama oxiacetilénica.

#### **3.8.3.4 Corte**

Una vez el buque es descontaminado y desmantelado se inicia el proceso de corte, para ello el buque debe llevarse a una zona donde se pueda realizar un control y recolección segura del posible vertido de residuos, para ello es necesario que dicho trabajo se realice en dique seco o mediante el uso de rampa, situación en la que el buque queda con la popa en flotación y la proa encallada sobre la rampa. Es común que la secuencia de corte sea longitudinal, de proa a popa.

Este tipo de proceso conlleva ir arrastrando hacia la rampa el buque hasta que finalice el corte en bloques, todos estos bloques van a una zona denominada zona de corte terciario, donde una cizalla se encarga de cortar en partes más pequeñas y manejables estos bloques de acero.

Como se ha podido observar, se pueden delimitar 3 zonas de corte en la instalación:

- Zona de corte primarios

Estos trabajos se realizan mientras el buque se encuentra en flotación, se realiza la fase de corte primario hasta dejar el casco y los elementos estructurales necesarios para asegurar la flotabilidad y estabilidad en flotación. Todos los materiales extraídos se llevan a la zona de corte terciario.

- Zona de corte secundario

Estos trabajos se realizan en rampa, si en su caso fuera requerido por la disposición de la instalación, y consisten en cortar el buque en bloques hasta que ha sido desguazado por completo y estos bloques se llevan a la zona de corte terciario.

- Zona de corte terciario

Estos trabajos se realizan completamente en tierra, puede ser en una zona seca preparada para ello o también en el propio dique seco. Consiste en realizar un corte en piezas más pequeñas para su traslado y reciclado, para ello se hace uso de cizallas.

#### **3.8.4 Gestión de equipos, materiales y limpieza final**

Este último proceso conlleva la gestión de equipos, materiales y residuos final, además se deberá realizar una limpieza profunda de las distintas zonas de trabajo para asegurar que no se quedan vertidos que puedan generar un impacto medioambiental y preparar las zonas para el próximo buque.

La gestión y segregación de equipos, materiales y residuos consiste en la clasificación de los materiales y equipos según distintos criterios, fases y zonas que serán criterio de cada instalación. Además, durante todo el proceso se redactará un informe detallado sobre los materiales existentes y su destino, ya sean para reutilización, reciclaje o residuo a tratar. Para ello el informe detallará:

- Identificación del equipo o material y su clasificación en grupos y subgrupos.
- Procedencia, localización y cuantificación.
- Medios empleados para su retirada, como maquinaria y herramientas.

### **3.9 Plan de reciclaje de buques**

Según el Convenio de Hong Kong, las Instalaciones de reciclaje de buques deberán desarrollar un Plan de reciclaje de buques específico e individual para cada barco antes de iniciar los trabajos. Para ello se tendrán en cuenta las siguientes pautas:

- Se desarrollará el Plan de reciclaje teniendo en cuenta la información proporcionada por el armador.
- Se desarrollará en el idioma aceptado por la parte que autoriza la Instalación, en caso de no ser inglés, francés o español, se deberá traducir a uno de estos idiomas.
- Se desarrollará un informe en el que se detallará, el lugar, el mantenimiento, la supervisión de los trabajos y su seguridad, el tipo y la cantidad de materiales, incluyendo los identificados en el Inventario de materiales peligrosos.
- El plan de reciclaje deberá ser aprobado por la Autoridad Competente que autoriza la Instalación de reciclaje de buques y se les enviará por parte de dicha Autoridad Competente una copia a la Instalación de reciclaje, al armador o propietario del buque y a la Administración.

Para el desarrollo del Plan de reciclaje se tomará como referencia el texto *MEPC.196 (62) de 2011-07-15 Directrices para el desarrollo del plan de reciclaje de buques*. A continuación, se muestra una figura del contenido de texto:

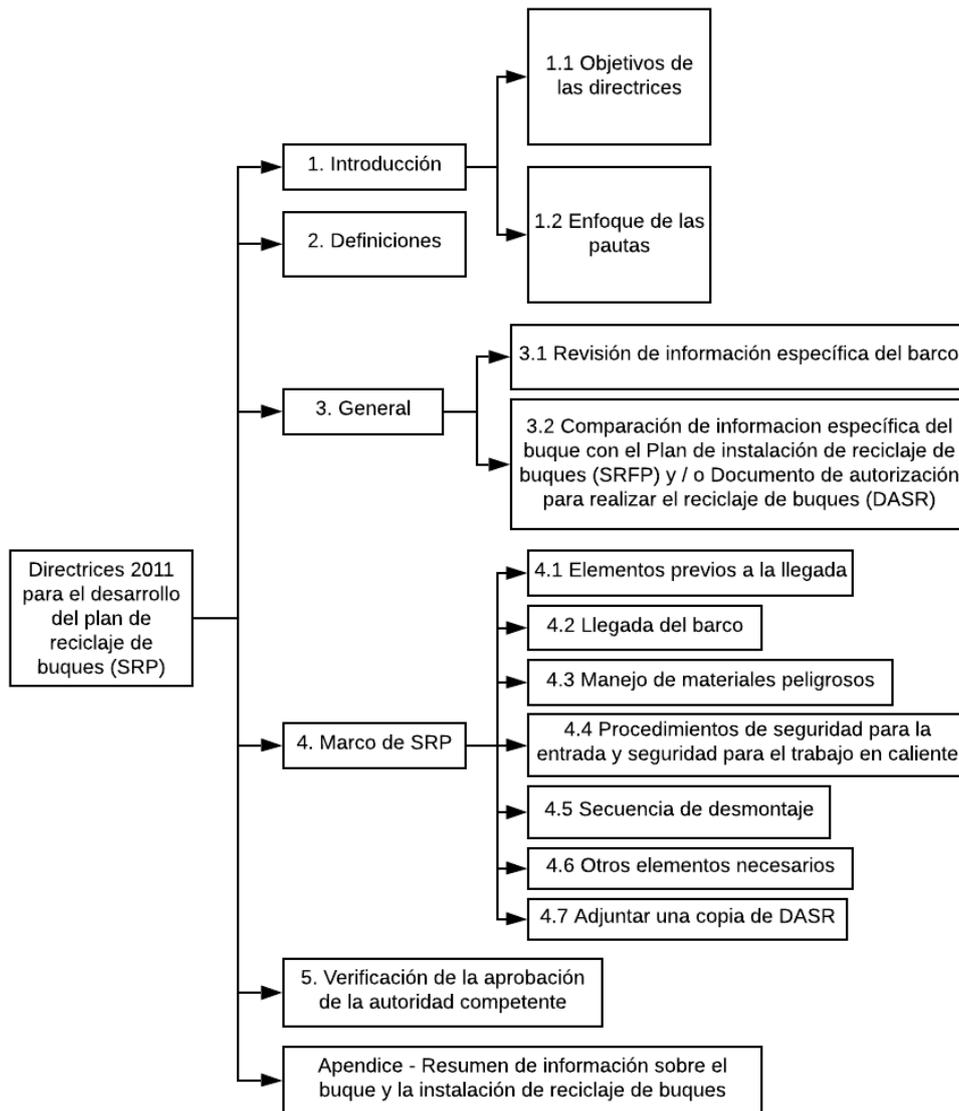


Figura 7. Esquema del contenido del texto sobre Directrices para el desarrollo del Plan de reciclaje de buques (SRP). Elaboración propia

Estas directrices proporcionan recomendaciones y pautas para el desarrollo del Plan de reciclaje de buques, de acuerdo con el Convenio Internacional de Hong Kong.

El Convenio requiere que el Plan de reciclaje de buques sea aprobado por la Autoridad Competente y verificando el manifiesto de la información relativa al Inventario de Materiales Peligrosos (IHM) antes de emitir el Certificado de idoneidad o listo para el reciclaje. Según específica el Convenio, el Plan de reciclaje debe realizarse con anterioridad a la llegada del buque, lo cual difiere con las experiencias comentadas por Antonio Barredo, director de DDR Vessels, el cual comentó que dicho plan se realizaba una vez finalizada la segunda inspección en las instalaciones.

El Inventario de Materiales Peligrosos (IHM) es necesario para poder planificar y ejecutar la eliminación y gestión de los materiales peligrosos. La instalación debe planificar la llegada del buque y el Plan de reciclaje del buque detallará los pasos y la secuencia durante todo el proceso de desguace y reciclaje.

### 3.9.1 Propuesta de Plan de reciclaje de buques

El Plan de reciclaje está formado por la descripción de las pautas y procesos que se desarrollaran los cuales están pensados a partir de la directrices y recomendaciones citadas en el Convenio Internacional de Hong Kong. El alcance del Plan de reciclaje abarca desde la llegada del buque a las Instalaciones de reciclaje hasta su completo desguace.

Este plan de reciclaje, aunque es individual para cada buque, se realizará de forma genérica por lo que se detallarán las distintas posibilidades a lo largo de los procesos.

La recepción y atraque del buque en nuestras instalaciones dependerá de qué medios tengamos para ello y en qué modo queramos realizar el primer proceso, la descontaminación.

La descontaminación puede realizarse:

- En flotación, con el buque atracado en el muelle
- Encallado en rampa, en caso de disponer de rampa. En este caso el buque queda en una situación de equilibrio con la proa encallada sobre la rampa y la popa en flotación.
- En dique seco, el buque es varado en dique seco.

Esta descontaminación consiste en el vaciado y lavado de tanques y cisternas, así como la aireación de aquellos tanques o zonas de posibles concentraciones de gases peligrosos. También se deberán realizar las comprobaciones de aquellos espacios y tanques los cuales se pueda llegar a creer que puede considerarse en condición de atmósfera pobre en oxígeno o atmósfera explosiva, derivadas de la existencia de combustibles en esos tanques.

Estos trabajos suelen ser llevados a cabo por una empresa externa autorizada y certificadora, la cual una vez finalizado su trabajo certificará que se puede seguir con los trabajos en aquellas zonas, tanques o espacios confinados.

Posteriormente se inician los trabajos de limpieza, esta puede darse mediante agua o combustible, su elección dependerá del tipo de residuo a eliminar y así limpiar las zonas necesarias.

Una vez finalizados los procesos de descontaminación y se aseguran las zonas de trabajo, se expedirán los certificados necesarios para poder iniciar los trabajos en frío y en caliente.

De forma paralela a la descontaminación se pueden realizar los trabajos de desmantelamiento siempre y cuando se vayan realizando en aquellas zonas que ya han sido aseguradas y descontaminadas previamente. Entendemos por desmantelar, como la acción de desmontar y vaciar algo, y para ello debemos realizar un plan de desmantelamiento específico para cada buque.

Todos los materiales, equipos y productos que se vayan extrayendo deberán ir clasificándose para su gestión y para ello se seguirá la siguiente secuencia lógica:

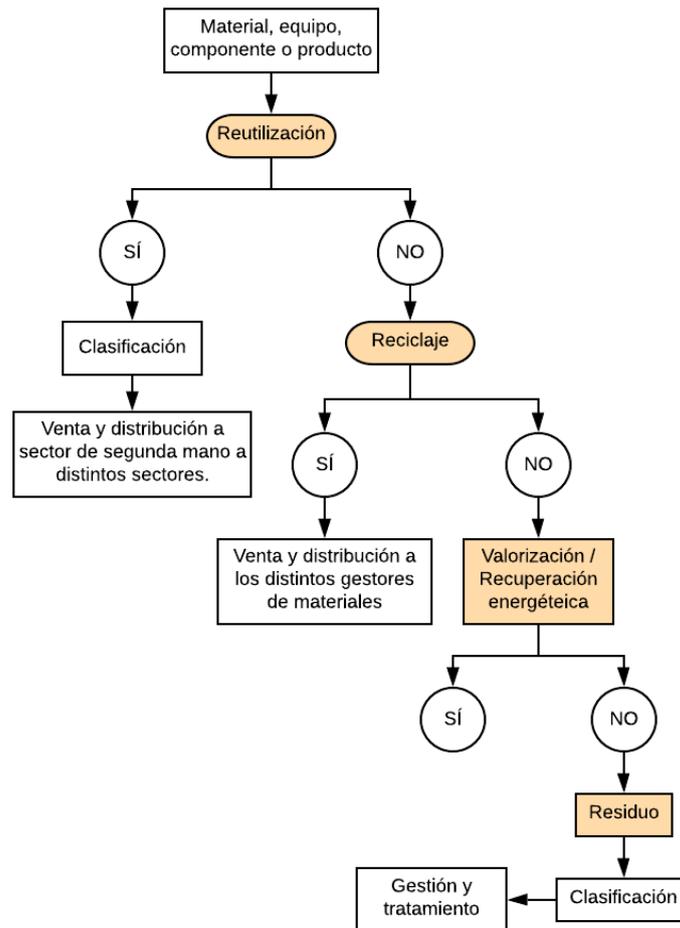


Figura 8. Secuencia lógica sobre la gestión de materiales, equipos, componentes y productos.  
Elaboración propia

Un aspecto clave en este proceso es la estabilidad del buque, a causa de la retirada de material, equipo y en general objetos varios, modificaremos la distribución de pesos de manera considerable modificando por lo tanto el centro de gravedad de la embarcación lo que conllevará a una nueva situación de equilibrio. La extracción de material, equipo y objetos se puede realizar de forma manual o mediante maquinaria auxiliar como grúas.

Cada vez que se vayan descontaminando zonas y desmantelándolas se podrá proceder al corte de arriba hacia abajo, siempre y cuando las zonas estén habilitadas para realizar trabajos en caliente. En este momento se acentúa el problema de modificación del centro de gravedad causado por la retirada de grandes piezas pesadas.

Los trabajos de corte del casco y de elementos estructurales esenciales no se podrán realizar en flotación, para ello será necesario que el buque se encuentre encallado en la rampa o en dique seco, esto es debido a que de esta forma pueden controlarse y asegurarse los fluidos y desechos que puedan verterse.

En los buques puede ser reutilizado todo, en especial los motores principales y auxiliares, en caso de no poder venderlos para su reutilización, desguazados y reciclados. De forma paralela se realiza un control exhaustivo de todos los equipos y maquinarias extraídos del buque.

Una vez quedan los elementos estructurales esenciales y el casco, se procede a su corte, la secuencia varía en función de la varada del buque:

-Si el buque se encuentra en rampa, por lo que tiene la proa encallada en la rampa y la popa en flotación, se irán cortando bloques transversales y posteriormente se arrastrará al buque hacia la rampa hasta que no quede buque en flotación.

-Si el buque se encuentra en dique seco, la secuencia de corte es vertical descendente empezando por la superestructura y acabando por la quilla.

Los residuos obtenidos del desguace deberán ser clasificados y transportados a los distintos gestores que realizarán su tratamiento, pero para ello deberán estar bien clasificados, envasados y etiquetados. Además, se deberá conocer que vehículos tienen autorización para transportar cada tipo de residuo. Para finalizar se deberá realizar una limpieza de las instalaciones con tal de asegurar que no queden desechos o residuos remanentes en los suelos, tanques ni cisternas.

#### 4. Economía circular

En este capítulo se identificará cual es la situación actual de los modelos económicos y cuáles son sus diferencias, que barreras frenan la implementación de la economía circular, cómo gestionar los residuos, cómo medir la circularidad y la implementación del modelo circular al proceso de desguace de buques.

##### 4.1 Marco actual

Los sistemas naturales existen desde hace millones de años y en estos sistemas no se concibe el concepto de residuo, esto es debido a que existe un equilibrio en el cual la materia fluye, los residuos de una especie se convierten en alimento para otra, adoptando así un modelo cíclico. A continuación, se muestra una imagen del modelo cíclico natural:

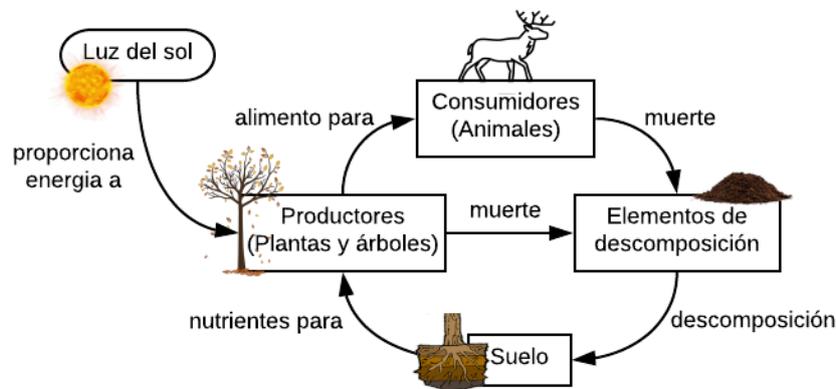


Figura 9. Modelo cíclico natural. Elaboración propia

Sin embargo, los seres humanos hemos adoptado un modelo completamente distinto, el modelo lineal. Extraemos, producimos, consumimos y desechamos generando residuos. Cada vez que hacemos estas acciones explotamos una cantidad finita y por lo tanto limitada de recursos naturales existentes en nuestro planeta y, además, a lo largo de los distintos procesos generamos residuos y producimos grandes cantidades de gases contaminantes obtenidos de la quema de combustibles fósiles durante los distintos procesos, entre ellos gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub> causantes del calentamiento global. Este modelo ha llegado a sus límites, dando a lugar en un futuro al agotamiento de un conjunto de recursos, materias primas y de los combustibles fósiles.

Si aceptamos que el modelo cíclico natural que rige sobre la naturaleza y los seres vivos funciona, podemos cambiar nuestra forma de pensar de tal modo que nosotros también operemos mediante este modelo cíclico, un modelo circular. Se debe empezar a crear valor de lo que hoy en día concebimos como residuos, para ello deberemos replantear el diseño, los componentes, las uniones y materiales que utilizamos para crear un producto seguro y reciclable que contribuya a un futuro sostenible.

La idea es que los materiales alarguen su vida útil, mantengan su calidad y puedan ser aprovechados más allá de su vida útil como productos individuales, la voluntad es que los residuos del hoy se conviertan en los recursos del mañana. En lugar de la cultura de extraer, producir, usar y tirar, adoptaríamos una cultura de reutilización, reciclaje y aprovechamiento energético, donde los productos y sus componentes serían diseñados para su desmontaje, segregación y aprovechamiento.

Para ello es necesario que este modelo circular se implemente como base en el conjunto de las empresas y de la sociedad. Una correcta gestión de los recursos naturales y de los residuos nos permitirá desarrollar sociedades y sistemas productivos sostenibles. El sector naval es considerado clave en la transición al modelo circular tanto por su alto impacto directo en el consumo de materiales y generación de residuos. Lo que implica la aparición de legislación cada vez más estricta para implementar dicho modelo al sector naval.

#### 4.2 Modelo circular vs Modelo lineal

Para entender que es la economía circular debemos compararla con el modelo actual, este modelo o sistema de producción y consumo se describe como el modelo lineal. Los productos se diseñan para ser utilizados, consumidos y desechados tras un único ciclo de vida, pero este modelo de economía lineal consta de la extracción de recursos y materias primas, tratamiento de materiales y su ensamblaje para dar lugar a un producto que posteriormente al finalizar su vida útil se desecha y se reinicia el proceso. Al final del ciclo de vida de cualquier producto se encuentra su reciclaje, pero actualmente la mayoría de los productos no están pensados para esta última etapa. Durante todas las fases de producción se consumen grandes cantidades de energía y recursos y además se emiten grandes cantidades de gases contaminantes que agravan el cambio climático. A continuación, se muestra un esquema del modelo económico lineal:

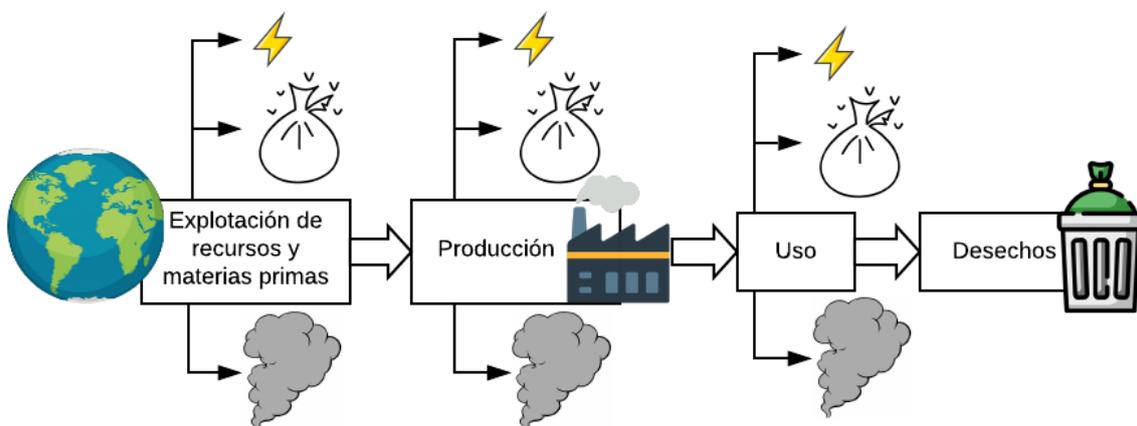


Figura 10. Modelo económico lineal. Elaboración propia

Como solución a este modelo insostenible tenemos un modelo que se asemeja al modelo que rige en la naturaleza, el modelo circular. La economía circular propone un modelo de negocio, producción, consumo y sociedad sostenible cuyo objetivo es extraer valor de los productos y

materiales al final de su vida útil para reintroducirlos en las fases de producción, cerrando el círculo y posteriormente fabricar nuevos productos, además, reduce el consumo de energía y la generación de residuos. El modelo circular concibe al residuo como recurso. Este modelo se basa en la reutilización, reparación y reciclaje de los productos, en definitiva, en alargar la vida útil y en generar valor de aquello que antes se consideraba residuo.

Así podemos decir que el modelo circular imita a la naturaleza de tal forma que:

- Reduce el la extracción y consumo de recursos, materias primas y emisión de gases contaminantes.
- Aumenta la durabilidad de los productos y servicios.
- Minimiza la generación de residuos.

El objetivo de la economía circular es replantear tanto el diseño como el uso de materiales de los productos para que puedan ser fácilmente reutilizables, reparables, segregados y reciclables. Así, si reducimos la extracción de materias primas, reduciremos la contaminación derivada de dichos procesos. A continuación, se muestra un esquema del modelo de economía circular:

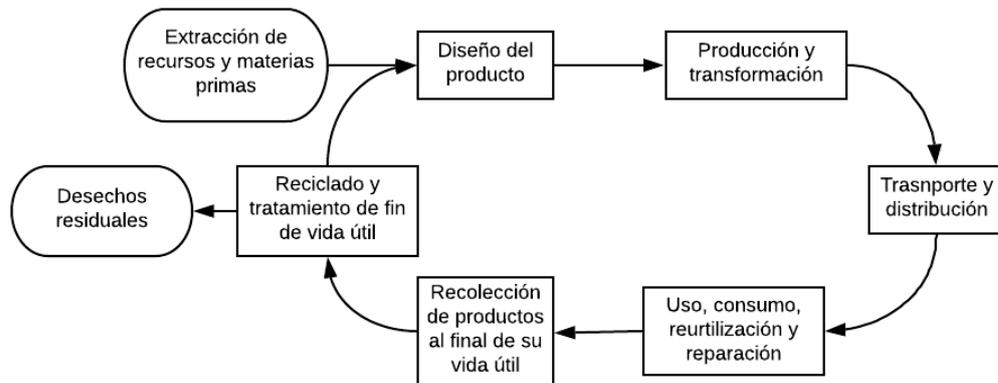


Figura 11. Modelo de economía circular. Elaboración propia

Existen aspectos clave para que funcione la economía circular, estos van ligados a ralentizar la velocidad de rotación de la circularidad:

- Durabilidad: los diseños y sistemas deben ser robustos y deben ser pensados para una vida más larga, que aguanten más al deterioro al que se verán sometidos.
- Reparabilidad: la complejidad en los sistemas y en la combinación de materiales da como resultado productos o componentes que no se pueden mejorar, actualizar ni reparar.
- Separabilidad: la combinación de materiales da como resultados la imposibilidad de segregación, se debe tener en cuenta que los materiales pueden ser reciclados, pero si evitamos su separación o segregación como en el caso de usar adhesivos para combinar varios de ellos estamos penalizando su posible separación y por lo tanto impidiendo que se puedan reciclar.

Debemos usar materiales y diseños que sean fácilmente separables para dar valor a esos residuos y dejar de considerarlo como tal, un ejemplo es el uso de textil para los asilamientos, aumentar el uso de materiales más sostenibles como la madera, uso de uniones que puedan ser fácilmente separables, etcétera.

### **4.3 Barreras de la economía circular**

Aun que el modelo circular parece ser el ideal para implementar como modelo de negocio, producción, consumo y sociedad existen algunas barreras que debe superar y para ello es necesario identificarlas y resolverlas. Entre ellas se encuentra la obsolescencia programada y la incertidumbre sobre la calidad de las materias primas secundarias, el diseño de los productos y la gestión de residuos.

#### **4.3.1 Obsolescencia programada**

Actualmente existen productos cuya vida útil es inferior a la que se espera y desea, esto es debido a la obsolescencia programada, esta se define como la intención por parte del productor o fabricante de reducir la vida útil de un bien o producto. Esta obsolescencia puede darse por distintos factores:

- Cuando el producto debe ser substituido por perdida de su función o por la aparición de una funcionalidad superior de otro producto más nuevo.
- Cuando el producto no proporciona la funcionalidad deseada debido a una programación intencionada.
- Cuando el producto aun siendo funcional se desecha por otro, por cuestiones de gustos, moda o estilos.

Entre estas se pueden diferenciar dos voluntades distintas, aquellas que provocan el fin de la funcionalidad y operatividad de los productos de los usuarios y por otro parte aquellas que se rigen en una actualización continua de los productos.

Ejemplo de ellos son las distintas empresas que decidieron reducir la vida útil de las bombillas para aumentar sus ventas. Se tiene constancia que las bombillas fabricada en 1879 tenían una vida útil aproximada de 2500 horas y en el año 1925 pasaron a durar aproximadamente 1000 horas. Otros ejemplos son las impresoras, las cuales están programadas para dejar de operar a partir de un número determinado de impresiones y así una infinidad de productos diseñados y programados para cesar su operatividad y por lo tanto reducir la vida útil antes de lo que deberían. Este fenómeno se agrava en los productos electrónicos debido a la facilidad que tienen de ser programados para ello.

En definitiva, la obsolescencia programada fue creada con fines económicos, aumentando el número de ventas de las empresas y generando una cantidad ingente de residuos consumiendo grandes cantidades de recursos naturales y destruyendo los ecosistemas.

#### **4.3.2 Propiedades de las materias primas secundarias**

La incertidumbre que se genera sobre la calidad y seguridad de los recursos obtenidos del reciclaje de materiales también denominado materias primas secundarias en comparación con los recursos extraídos directamente de la naturaleza es una barrera la evolución y desarrollo de la economía circular. Para ello se deben desarrollar estándares de calidad para materias primas secundarias y procesos que mejoren su calidad. En definitiva, es necesario investigar en métodos más eficientes de recuperación de materias primas secundarias, promover la reparabilidad, durabilidad.

### 4.3.3 Diseño de los productos

Los productos se diseñan para cumplir con un objetivo o fin, ya sea funcional, estructural, decorativo, etcétera, pero no se piensa en que ocurre cuando ese producto llega al fin de su ciclo de vida. Es de este modo que los productos no se diseñan para su desguace y reciclaje. Por ello es necesario que aparezca el concepto de ecodiseño o diseño inteligente el cual nos permite diseñar productos de tal modo que se facilite la separación y recuperación de componentes y materiales, permitiendo aumentar la tasa de material reciclado. Para facilitar el reciclaje se debe conseguir una cohesión de materiales, evitando el uso de materiales o compuestos que no puedan ser ni reciclados ni segregados.

### 4.4 Gestión de residuos

Como se ha comentado anteriormente, la economía circular se basa en mantener el mayor tiempo posible el valor de los productos, materiales y recursos, minimizando la generación de residuos.

La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos establece en su Artículo 4 sobre Jerarquía de residuos un orden de prioridades para la prevención y gestión de residuos. A continuación, se muestra el esquema de la Jerarquía de residuos:



Figura 12. Jerarquía de residuos. Fuente: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Esta jerarquía fomenta opciones que proporcionan la mayor protección ambiental, priorizando la prevención y reutilización de residuos y aumentando las restricciones en el uso de vertederos. Por ello la gestión de residuos es un factor clave en la determinación de cómo poner en práctica dicha jerarquía para cerrar el círculo.

Si el producto no ha podido ser reutilizado, reparado o reciclado se deberá usar el método óptimo para eliminar los residuos, para ello se llevará a cabo la quema de estos para la obtención de energía. Esta última fase también está sujeta a mejora e investigación, ya que es necesario optimizar los procesos de valorización o recuperación energética y como aprovechar de forma más eficiente la energía generada. Construyendo instalaciones de reciclaje de residuos para producir combustible de desechos e incluso obtener combustible sólido recuperado.

Cabe destacar que el objetivo es evitar que los materiales lleguen a estas últimas fases de valorización, recuperación energética y eliminación en vertederos ya que de ellos se obtiene impactos ambientales desfavorables y pérdidas económicas a largo plazo derivadas de la

acumulación de estos residuos. En definitiva, es necesaria la creación de métodos y mejora de procesos para la recolección.

#### **4.5 Medir la circularidad**

Es necesario establecer formas para medir y cuantificar la circularidad de los productos para poder hacer efectiva la transición del modelo lineal a uno circular, para ello se deben desarrollar los denominados Indicadores de circularidad los cuales miden el desempeño de un producto permitiendo dar valores que nos muestren si los cambios realizados son los correctos.

El indicador más representativo es el ICM o Indicador de Circularidad del Material el cual mide la reintroducción de los materiales de un producto en los procesos de fabricación de nuevos, también existen otros Indicadores complementarios, estos dan una visión de cómo la circularidad afecta a conceptos económicos como la variación del precio, la escasez y toxicidad de materiales, consumos de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.

El Indicador de Circularidad del material se mide entre intervalos de 0 a 1, dónde 0 indica que no existe circularidad y 1 indica máxima circularidad. Para calcular este índice se tiene en cuenta un conjunto de factores que tienen relación con a la entrada de materiales en los procesos de producción, la durabilidad o su ciclo de vida útil, el destino final del producto o desecho y la eficacia del reciclaje, se clasifican según:

a) Procedencia de las materias primas la producción del producto. Si el uso de las materias primas procede de materias primas naturales o materias primas secundarias.

- Cantidad de materia prima virgen
- Cantidad de materia prima secundaria
- Cantidad de material reutilizado

b) Cuanto tiempo el producto se mantiene en uso, compara la vida útil del producto circular con la vida útil de un producto medio de la misma industria o similar.

- Duración media de vida del producto
- Duración media de vida de un producto similar

c) La cantidad del producto que se ha podido aprovechar para su reutilización, la cantidad de material reciclado, cantidad de material valorizado mediante la recuperación energética y cantidad de desecho que llega al vertedero.

- Cantidad de material reciclable.
- Cantidad de material reutilizable.
- Cantidad de material valorizable mediante recuperación energética.
- Cantidad de material que llega al vertedero.

d) Eficacia de los procesos de reciclaje del producto y la facilidad de reintroducción de nuevo a los procesos productivos.

#### 4.6 Implementación de la economía circular al desguace de buques

El desguace de buques es el único modo para disponer el final de vida de un buque. El objetivo principal es poder implementar la economía circular al sector naval y en especial al desguace y reciclaje de buques, permitiendo mejorar procesos y estrategias para desarrollar una actividad sostenible.

La economía circular es la alternativa ideal a la economía lineal basada en fabricar, usar y tirar. Los modelos circulares tienen como objetivo, reducir el impacto ambiental derivado del desguace de buques, alargar la vida útil de los productos, recuperar y reutilizar los equipos, componentes, materiales y minimizar la cantidad de residuos obtenidos.

El ciclo de vida de un buque puede definirse en distintas etapas como, diseño, construcción, operación, mantenimiento y desguace. En la mayoría de los sectores esta última etapa de fin de ciclo es la más olvidada, sin embargo, debido al gran número de buques a desguazar surge la necesidad de mejorar el proceso de desguace y reciclaje de buques. A continuación, se muestra un esquema del ciclo de vida del buque:

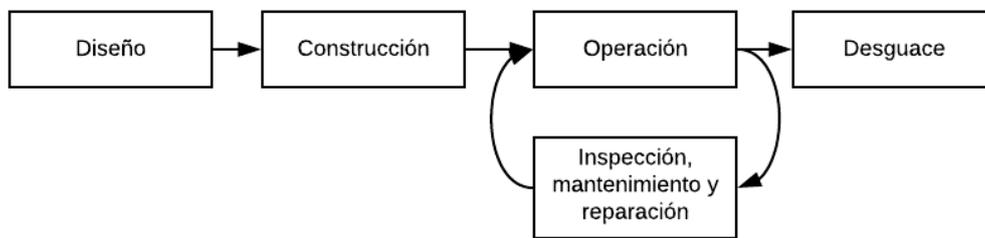


Figura 13. Ciclo de vida del buque

Para poder realizar una transición del modelo lineal al modelo circular deben considerarse todas las fases del ciclo de vida del buque, ya que las decisiones tomadas en fases iniciales afectan y generan impactos decisivos en fases posteriores. A continuación, se muestra un esquema del ciclo de vida del buque implementando la economía circular:

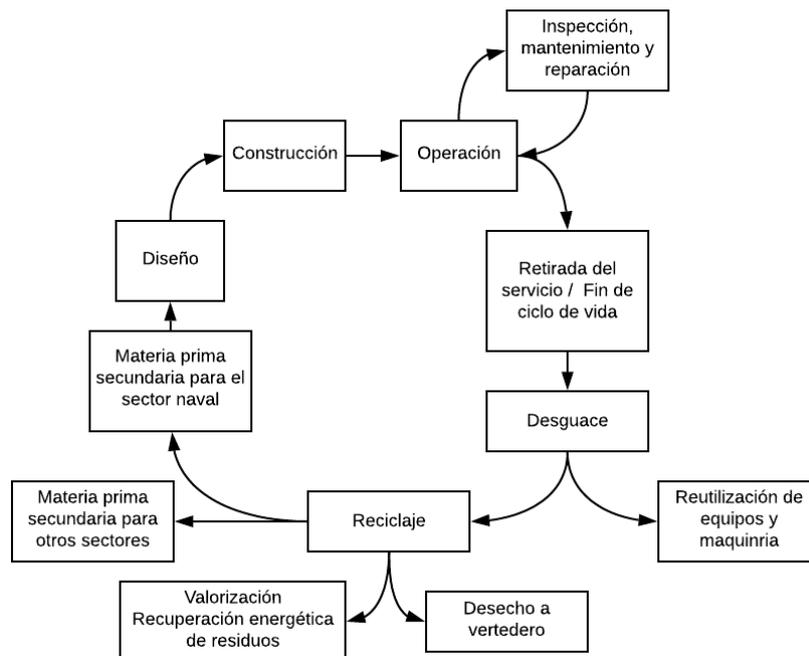


Figura 14. Ciclo de vida implementando la economía circular. Elaboración propia

Como se puede observar no todos los materiales que conforman el buque son reciclados, algunos terminan en incineradoras o como material valorizable para la recuperación energética, otros acaban en vertederos o en instalaciones especializadas de almacenamiento y tratamiento para su degradación progresiva y por último otros acaban aprovechándose en otros sectores e industrias para seguir alargando su vida útil.

Los buques están formados por una amalgama de materiales y sustancias que representan un gran flujo de materiales y residuos de valor, entre ellos podemos encontrar:

<b>Materiales y equipos recuperados</b>		
<b>Metales ferrosos y no ferrosos</b>	Acero, aleaciones de hierro, hierro puro, cobre, aluminio, zinc, plomo, latón, etcétera.	
<b>Muebles y accesorios</b>	Madera y contrachapado	Armarios, sillas, mesas, espejos, armarios, taburetes, mesas, bancos, cajas, puertas, etcétera.
	Cocina y comedor	
	Aseos	Platos, lavavajillas, calentadores, neveras, refrigeradores de agua, etcétera.
	Equipos eléctricos y mecánicos	Urinaros, bañeras, lavabos, inodoros, etcétera.
<b>Maquinaria</b>	Almacenes	Transformadores, intercambiadores de calor, condensadores, generadores, alternadores, compresores, calderas, purificadoras de agua y aceite, unidades de refrigeración, motor principal y auxiliar Diesel, motores eléctricos, bombas de agua, cabrestantes, tuberías, equipos de soldadura, baterías, equipo de corte, equipos de iluminación, hélice, etcétera.
		Pernos, tuercas, tornillos, cables eléctricos, cables de acero, redes, cepillos, raspadores, juntas de repuesto, herramientas, tornos, productos de limpieza, pintura, etcétera.
<b>Otros</b>	Equipamiento de oficina	Ordenadores, impresoras, escáner, reloj, aspiradoras, calculadoras, material de copistería y papelería, etcétera.
	Equipo de salvamento	Botes y boyas salvavidas, chalecos salvavidas, balsas salvavidas, botes de amarre, tanques de espuma, extintores, tajos de buzo, cascos, máscaras, etcétera.
	Dispositivos de señalización y comunicación	Intercomunicadores, teléfonos, sistemas GPS, altavoces, megáfonos, bocina, brújula, distintos sistemas de comunicación, etcétera.

Tabla 4. Lista de posibles materiales y equipos recuperados. Diversas fuentes

Para el analizar la implementación de la economía circular al desguace de buques se ha hecho referencia a un estudio que se realizó en el puerto Gujarat Maritime Board, situado en la Republica de la India, entre los años 2015 y 2016. Se recopilaron datos sobre el desguace de distintos tipos de buques y materiales, equipos y residuos recuperados en ellos.

Tipo de buque	Numero de buques	LDT (tonelada métrica)
Buque petrolero y quimiquero	64	504378,14
Buque refrigerador	3	60384,00
Buque de pasaje	3	20866,72
Buque de carga, portacontenedores y otros	179	1836112,22
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>2421741,08</b>

Tabla 5. Peso en rosa de distintos buques desguazados en GMB durante los años 2015-2016.

Fuente: Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective

De cada uno de los buques se calculó la cantidad de materiales y residuos recuperados durante el proceso de desguace. Cabe destacar que el cálculo de recuperación del acero incluye una pérdida por corte y quema de acero, este valor varía en función del tipo de buque, se consideró 5% para buques petroleros, quimiqueros y portacontenedores y se consideró 2,5% para buques de pasaje y de refrigeración. También se estimó un 10% como pérdida de LDT del peso a causa de la oxidación y otros desgastes a lo largo de la vida del buque.

Tipo de buques	Porcentaje de recuperación de LDT útil (%)					Emisión promedio de residuos (kg/LDT)		
	Acero	Maquinaria	Muebles y accesorios	No ferroso	Otros	Total rellenable	Total incinerable	Agua de sentinas
Buque petrolero y quimiquero	90.0	5.0	1.0	1.0	0.66	13.8	2.9	4.5
Buque refrigerador	82.5	2.5	1.0	1.0	0.09	15.4	5.9	14.3
Buque de pasaje	82.5	2.5	1.0	1.0	9.70	27.1	1.0	1.5
Buque de carga, portacontenedores y otros	90.0	5.0	1.0	1.0	0.41	18.3	2.9	2.3

Tabla 6. Porcentaje de recuperación de LDT útil y media de emisión de residuos según tipo de buque. Fuente: Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective

El acero que se extraído se vende a distintos gestores, entre ellos recicladores y laminadores de acero. Además, el desguace de buques ofrece una oferta importante de acero, no solo por la cantidad sino también por su calidad.

El acero será reciclado y transformado en la fabricación de planchas y barras. Aproximadamente el 90% del acero obtenido del desguace se trabaja para su laminación y el 10% restante es fundido para obtener lingotes en grandes hornos.

Como se ha visto anteriormente se generan pérdidas de acero durante el proceso de desguace y corte, éstas suelen darse por:

- Corte y quema de acero
- Conversión de planchas a barras
- Conversión de chatarra en lingotes

Existen algunos componentes construidos con metales y aleaciones de gran valor que son desperdiciados debido a su mínima cantidad y difícil extracción. Por ello, la recuperación de algunos materiales se optimiza si su segregación se realiza de forma manual, aunque lo más común es que dicha separación y desmantelamiento se haga mediante el uso de maquinaria debido a su menor coste.

El desmantelamiento manual podría aumentar la cantidad de los materiales extraídos y reducir la pérdida de beneficio derivada de la trituración de grandes cantidades de materiales, aunque, también aumentaría el coste de recuperación. Por supuesto este tipo de procesos pueden ser difíciles de aplicar a los buques si estos no han sido diseñados y construidos pensando en su posterior desmantelamiento y desguace, sin embargo, los futuros buques podrían diseñarse cumpliendo con toda la normativa actual necesaria y optimizando su posterior desmantelamiento maximizando así la recuperación de materiales.

El aluminio puede reutilizarse como oxidante en la fabricación eléctrica de acero o como material de aleación. Si se realiza una correcta segregación y clasificación de las distintas aleaciones que se pueden encontrar en el buque se podría extraer mayor rentabilidad vendiendo estas variedades a sectores como el aeronáutico, automovilístico, etcétera.

Tipo de buque/Cantidad en toneladas	LDT acumulado	Pérdidas por desgaste durante las operaciones	LDT útil (LDT acumulado - Pérdidas por desgaste)	Pérdida por corte y quema	Barras de acero producido	Lingotes de acero producido	Residuos en el procesado de acero	Maquinaria	Muebles y accesorios	Chatarra no ferrosa	Otros
Buque petrolero y químico	504.38	50.44	453.94	22.70	319.48	37.04	29.32	22.70	4.54	4.54	3.0
Buque refrigerador	60.38	6.04	54.35	1.36	36.00	4.17	3.30	1.36	0.54	0.54	4.92
Buque de pasaje	20.87	2.09	18.78	0.47	12.44	1.44	1.14	0.47	0.19	0.19	1.83
Buque de carga, portacontenedores y otros	1836.11	183.61	1652.50	82.63	1163.03	134.84	106.75	82.63	16.53	16.53	6.70

Tabla 7. Cantidad de material recuperado de los distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016

Si comparamos el porcentaje total de material recuperado y de pérdidas durante el estudio, obtenemos la siguiente gráfica:

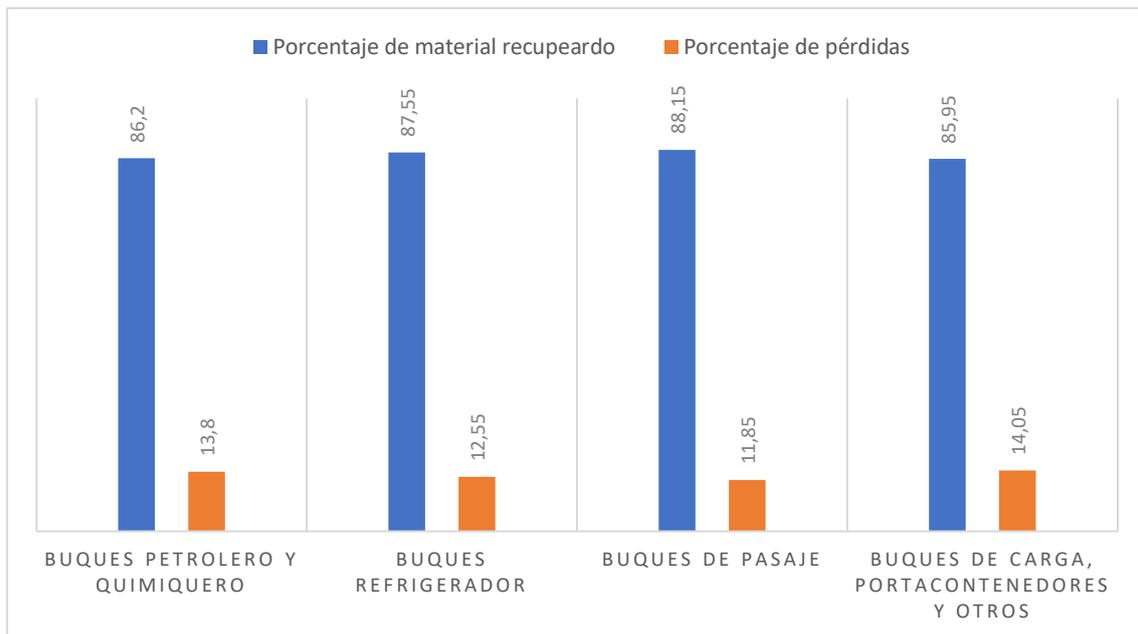


Gráfico 2. Porcentaje de material recuperado y pérdidas totales en función de distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016.

No solo es necesario conocer la cantidad de material reciclable y las pérdidas obtenidas, también es necesario calcular la cantidad de residuos. A continuación, se muestra una tabla indicando la cantidad de residuos obtenidos en función del tipo de residuo y del tipo de buque:

Tipo de residuo	Tipo de buque	Cantidad (toneladas)	Residuos peligrosos y no peligrosos
<b>Relleno sanitario / Desecho relleno</b>	Buque petrolero y quimiquero	6.96	-Cerámica -Cenizas -Asbestos -Material de cimentación y azulejos -Fibra dañada -Pedazos de pintura -Polvo de cemento -Residuos de fibra -Arena y tierra contaminada -Vidrio
	Buque refrigerador	0.93	
	Buque de pasaje	0.57	
	Buque de carga, portacontenedores y otros	33.51	
<b>Residuos incinerables</b>	Buque petrolero y quimiquero	1.46	-Aceites de lodos -Trapos de aceite -Papel -PVC y Plásticos -Juntas de goma y aislantes -Residuos mezclados con alquitrán -Poliestireno expandido -Aceites y lubricantes usados -Serrín con aceite
	Buque refrigerador	0.35	
	Buque de pasaje	0.02	
	Buque de carga, portacontenedores y otros	5.23	
<b>Aguas de sentinas</b>	Buque petrolero y quimiquero	2.19	-Aguas oleas, aceitosas y mezcla de combustibles.
	Buque refrigerador	0.86	
	Buque de pasaje	0.03	
	Buque de carga, portacontenedores y otros	4.13	

Tabla 8. Cantidad estimada de residuos obtenidos de distintos buques reciclados en los patios de desguace del Puerto de Alang durante el año 2015-2016.

La cantidad aproximada de residuos encontrados en los distintos buques se encuentra entre el 0,5% y 10% del peso total del buque.

Tal y como se ha observado es esencial mantener un control exhaustivo y actualizado de materiales, equipos y residuos tanto peligrosos como no peligrosos para optimizar el proceso de desguace y para ello es necesario realizar el inventario de materiales peligrosos o IHM y la declaración de materiales del buque.

Para poder optimizar el proceso de desguace y minimizar las pérdidas de materiales y recursos se deberá realizar según un Plan de reciclaje (SRP), teniendo en cuenta el Inventario de materiales peligrosos y el plan de la instalación propio para el reciclaje.

Es necesario establecer un esquema de gestión de materiales y residuos seguro y medioambientalmente sostenible como se muestra a continuación:

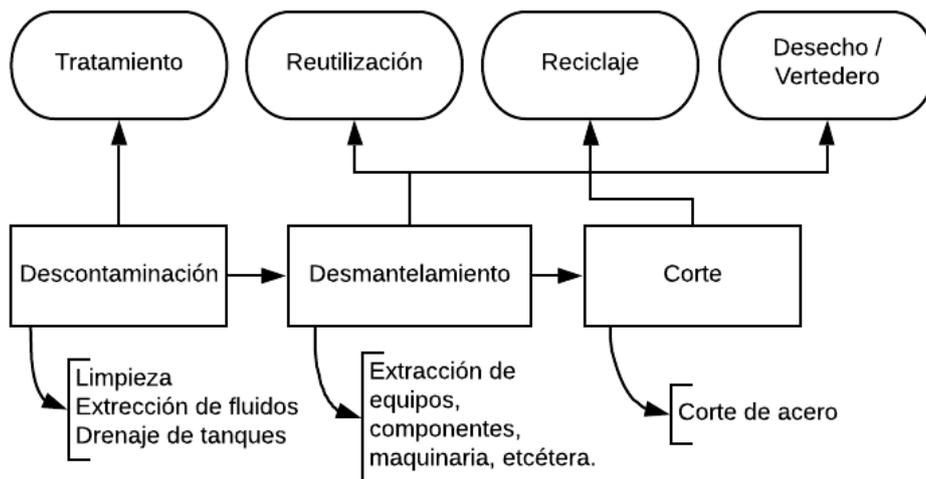


Figura 15. Esquema de gestión de materiales, equipos y residuos sostenible

En la fase de descontaminación se realizará la extracción de fluidos operativos como son los combustibles, aceites lubricantes, fluidos hidráulicos y otros, para su venta y por lo tanto reutilización. Todos aquellos fluidos considerados como sustancias peligrosas deberán ser tratados específicamente de acuerdo con las distintas normativas vigentes.

En la fase de desmantelamiento se inician los trabajos de retirada y desmontaje de equipos, componentes y sistemas. Para poder realizar un desmantelamiento eficiente es necesaria una planificación previa. Todos los productos extraídos serán susceptibles a su reutilización o en caso de que su estado no lo permita se segregarán para separar sus materiales y poder reciclarlos. Se seleccionarán las piezas y equipos que puedan ser reutilizables en función de su estado y de la propia demanda en el mercado, estos suelen ser motores principales, motores auxiliares, turbinas, calderas, convertidores, generadores, equipos electrógenos, alternadores, bombas, válvulas, equipos electrónicos, instrumentación, etcétera.

Deberemos tener en cuenta que para realizar estas operaciones será necesario el uso de equipos como discos abrasivos, radiales, tijeras hidráulicas o cizallas.

En la fase de corte se inicia el desguace de la estructura y casco del buque, para ello será necesario el uso de equipos y técnicas especiales como:

- Corte por plasma
- Corte con oxígeno o llama (oxiacetilénica)
- Corte mediante chorro de agua

Los materiales obtenidos en esta fase son aceros y distintas aleaciones, por lo tanto, el material extraído será reciclado en su totalidad y será posteriormente transformado en planchas, barras o lingotes para volver a reintroducirse en otras industrias como materias primas secundarias.

#### **4.6.1 Propuestas de mejora para implementar la economía circular**

Para poder implementar el proceso circular al proceso de desguace de buques es necesario crear un software o base de datos con un formato estilo inventario que nos permita identificar, cuantificar, clasificar y valorizar los materiales con los que se ha construido el buque y especificando las modificaciones y reparaciones que ha sufrido a lo largo de su vida operativa, los equipos y maquinaria a bordo y su estado, así como las sustancias que lleva a bordo. Es necesario identificar el tipo de sustancia, ubicación, concentración y toxicidad.

Este inventario nos permite conocer en profundidad al buque y poder realizar un proceso de desguace y reciclaje óptimo. De este inventario de materiales y sustancias se espera:

- Optimizar el plan de reciclaje
- Mejorar la tasación por parte de las instalaciones y contratistas derivado de un mejor conocimiento de los materiales, equipos, maquinaria y residuos a bordo.

Además, deberá introducirse el concepto de ecodiseño o diseño inteligente en las fases de diseño y construcción, pensando en las etapas finales de desguace para su mejorar la separación y extracción de equipos, componentes y materiales.

Las empresas que producen materiales y sistemas deben empezar a rediseñar sus procesos para poder trabajar con líneas de producto que no sean extractivas, por lo tanto, dejar de lado el uso de materias primas vírgenes. Tratar de incorporar elementos que provengan de materiales o materias primas secundarias, además de utilizar materiales que sean fácilmente reciclables o biodegradables.

Además, se deberán establecer ayudas para implementar este nuevo modelo circular, entre ellas:

- Ayudas e incentivos a las instalaciones que usen procesos de producción sostenibles y materias primas secundarias, evitando la extracción de materias primas vírgenes.
- Fomentar el uso de materiales reciclables y biodegradables.
- Apoyo y financiación para investigación sobre los procesos industriales dedicados al aumento de la eficiencia en la extracción de materias primas secundarias y en su uso e implementación, así como del proceso de desguace de buque y la gestión de equipos, maquinaria, materiales y residuos.

## 5. Conclusiones

1) Tal y como han demostrado los astilleros e instalaciones de reciclaje en los países del sureste de Asia, es posible implementar un modelo económico circular donde se aprovechen equipos, componentes, maquinaria y materiales, por lo que prácticamente en su totalidad el buque es reutilizable o reciclable. Nuestro objetivo fue demostrar que es posible implementar el modelo circular al proceso de desguace de buques y para ello es necesario realizar un exhaustivo control por parte del armador, instituciones y autoridades. Cuyo objetivo es cerrar el ciclo de materiales y minimizar la generación de residuos. Para que esto ocurra es necesario incentivar al sector y en especial las distintas instalaciones europeas a entrar en la Lista europea de instalaciones de reciclaje, además de incentivar y promover la implementación de plantas para el reciclaje.

2) Es necesario replantear el modelo económico, de producción, de consumo y social que rige hoy en día, pensando en el futuro del planeta y no en obtener rentabilidad económica a cualquier precio. Por ello el modelo circular es el futuro próximo y deberemos estar preparados para poder afrontar los nuevos retos en cuanto a diseño, métodos de producción, métodos de construcción, obtención, tratamiento y uso de materiales, métodos y procesos de desguace y segregación, y por último una optimizada gestión de materiales, productos, componentes y residuos. La introducción de la economía circular en el sector naval es vital para la actividad en sí como para aquellos ámbitos que lo rodean, ya que puede ser una oportunidad para generar empleo, un empleo sostenible. Es importante implementar el modelo circular como eje de todos los sectores industriales y sobre todo de la sociedad.

3) Las organizaciones internacionales deberían legislar contra los compradores en efectivo ya que estos eluden la legislación y la responsabilidad que ella conlleva y aprovechan las débiles legislaciones nacionales para evadir así las leyes relativas al medioambiente y extraer beneficio económico a costa de la sostenibilidad del planeta y de la vida de los trabajadores que mueren en las playas del sureste de Asia. Es de necesidad que el Convenio Internacional de Hong Kong entré en vigor para asegurar un reciclaje de buques seguro y ambientalmente racional.

4) El estudio e investigación en nuevos diseños, procesos y metodologías de construcción, uso de materiales reciclables e incluso biodegradables y implantar conceptos de cohesión de materiales facilitará la operatividad en las fases de desguace, aumentando la tasa de recuperación y reciclabilidad, también deberá tenerse en cuenta como se realiza la gestión de residuos incentivando su minimización, su posible valorización mediante la recuperación energética o en su eliminación.

5) Un mejor control de los elementos y materiales en los buques ayudará a determinar los equipos y materiales que hay en un buque a lo largo de su vida operativa y por lo tanto a definir el valor real del buque, ayudando a dar ofertas más ajustadas a la hora de comprar un buque para su desguace. Por lo que es necesario una correcta inspección y una certificación que conlleve sanciones administrativas si no se cumplen.

## 6. Bibliografía

### a) Citas

Acedo, R. (11 de Junio de 2014). *es.slideshare.net*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ReciclajeFER/r-acedo-presentacion-jornadas-fer-mayo-2014>

Backwell, G. (24 de Marzo de 2012). *articles.maritimepropulsion.com*. Obtenido de <http://articles.maritimepropulsion.com/article/Ship-Recycling-Rules-for-EU-Ships-in-Process-9183.aspx><http://articles.maritimepropulsion.com/article/Ship-Recycling-Rules-for-EU-Ships-in-Process-9183.aspx>

DDR Vessels. (2020). *DDR Vessels*. Obtenido de <http://www.ddr-vessels.es>

International Ship Recycling Association. (2020). *isranetwork*. Obtenido de <https://www.isranetwork.com>

Kong, C. I. (s.f.). *vp.imo.org*.

NGO ShipBreaking Platform. (2020). *ShipBrreaking Platform*. Obtenido de <https://www.shipbreakingplatform.org>

Recyship. (2012). *Recyship*. Obtenido de <http://www.recyship.com/noticia.php?id=70>

### b) Convenios y normativas

- ONU; Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos y su eliminación.

- ONU; Convenio Internacional de Hong Kong para la seguridad y el reciclaje medioambientalmente racional de buques.

- OIT; Seguridad y salud en el desguace de buques: Directrices para los países asiáticos y Turquía.

- UE, Reglamento (UE) n1257/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al reciclaje de buques.

- MEPC.196 (62) de 2011-07-15 *Directrices 2011 para el desarrollo del plan de reciclaje de buques*.

- MEPC. 179 (59) de 2009-07-17 *Directrices para el desarrollo del inventario de materiales peligrosos – Directrices / Apéndices 1 a 4*.

### c) Revistas

- Carlos Gimera, Luis de. *El Reciclaje de buques*. IME News, Boletín del Instituto Marítimo Español. Num15, Mayo 2007.

- Carlos Gimera, Luis de. *Reciclaje de buques y su marco legislativo*. Ingeniería naval. Num. 831, Noviembre 2005, Pag. 94-98.

### d) Artículos web

- Rafael Acedo. La gestión de los buques al final de su ciclo de vida (BFV) normativa y reglamento europeo sobre el reciclado de buques. <https://es.slideshare.net/ReciclajeFER/r-acedo-presentacion-jornadas-fer-mayo-2014>
- George Backwell. Ship Recycling Regulation for EU Ships in Progress. <http://articles.maritimepropulsion.com/article/Ship-Recycling-Rules-for-EU-Ships-in-Process-9183.aspx>
- Gie Goris. Why beaching is so hard for companies to resist. <https://www.mo.be/en/report/why-beaching-so-hard-companies-resist>
- Fundation Ellen MacArthur. Economía circular. [https://economiecirculaire.org/wp/?page\\_id=62](https://economiecirculaire.org/wp/?page_id=62)
- Anand M Hiremath, Vivek J M. Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective. [https://www.researchgate.net/publication/324106750\\_Circular\\_Economy\\_in\\_Ship\\_Recycling\\_An\\_Indian\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/324106750_Circular_Economy_in_Ship_Recycling_An_Indian_Perspective)
- Organización Marítima Internacional. Creación del Convenio de Hong Kong. <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/ShipRecycling/Paginas/Default.aspx>
- Rafael Gutierrez Fraile. Desguace y reciclaje de buques mercantes; panorama internacional. <https://es.slideshare.net/ReciclajeFER/desguace-y-reciclaje-de-buques-mercantes-panorama-internacional>
- Miguel Ángel Garcia Molina. La descontaminación de barcos de acero al final de su vida útil. <http://articles.maritimepropulsion.com/article/Ship-Recycling-Rules-for-EU-Ships-in-Process-9183.aspx>

## **Anexo - Batería de preguntas y entrevista realizada a Antonio Barredo, Director General de la empresa DDR Vessels**

A continuación, se muestra una batería de preguntas relativas al desguace y reciclaje de buques, así como del modelo económico circular. Esta batería de preguntas forma parte del trabajo de final de grado, el objetivo es resolver y conocer como es la actividad del desguace de buques de la mano de un profesional en el sector, como lo es Antonio Barredo Arias, Director General de la empresa *DDR Vessels*, empresa dedicada al reciclaje sostenible de buques, situada en el puerto de el Musel, Gijón (Asturias).

<b>Legenda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Identificación</b>	<b>Situación</b>
<b>A</b>	Antonio Barredo Arias	Director general DDR Vessel	Entrevistado
<b>V</b>	Víctor Pizarro Martiartu	Estudiante	Entrevistador

A continuación, se detallan las preguntas. Estas se han dividido en dos apartados, el primero, preguntas relativas al modelo económico circular y el segundo, relativas a la actividad del desguace y gestión del buque.

### ***Preguntas relativas al modelo económico circular***

***V: ¿Conoces el concepto de economía circular? ¿En tal caso, en que fases crees que sería posible introducirla?***

A: Si. A largo plazo en la fase constructiva y de diseño, ya que hay muchos elementos de un buque o estructura off-shore que pueden continuar siendo útiles en otras industrias pero que resulta caro y complejo recuperarlas en la fase desguace. Además, por supuesto, en la fase desguace es completamente aplicable ya que aquellas partes extraíbles sin dañar, en muchos casos no pasan los certificados marítimos, pero pasan sin problemas en industrias como la agrícola o gestión de aguas. También sería aplicable en reparaciones y conversiones de buques.

***V: ¿Crees que un control exhaustivo de materiales, equipos y material peligrosos durante todas las fases del buque (Diseño, construcción, vida operativa y su mantenimiento) facilitaría el proceso de desguace y la gestión de sus materiales y equipos?***

A: Sin lugar a duda. Es más, tanto desde el punto de vista de seguridad y protección laboral y ambiental como desde el punto de vista de la reutilización o el reciclaje, ese conocimiento facilita tanto labores de recuperación como de reutilización y reciclaje. El mayor riesgo de nuestro proceso es el desconocimiento, en todas las fases.

***V: ¿Crees que es suficiente la gestión de residuos que se hace actualmente?***

A: No. Es necesario ampliar los objetivos de reutilización y reciclaje para que se aprovechen más elementos. Aunque esta opción requiere una implantación global que no penalice a los que intentamos alcanzar mayores cotas. De conseguirlo, y con una mejora sustancial en el tema de la anterior pregunta, se conseguiría mejorar los costes de reciclaje de los buques, permitiendo mejores márgenes para ofertar y al mismo tiempo, si todos caminamos en la misma dirección, no será el propietario del buque quien marque los precios, si no la calidad de su barco.

***V: ¿Con que tipo de empresas contactas para la gestión de materiales, equipos y residuos? ¿Ellos se encargan de su reciclado, segunda vida o tratamiento?***

A: Depende. Gestores de residuos (buscando siempre el que mejores opciones de reutilización o reciclaje ofrezca), metalistas, talleres para recambios, astilleros, armadores, etcétera. En nuestro buscamos gestores autorizados y aquellos que den una 'segunda' vida al residuo, evitando en la medida de lo posible el vertedero, pero no siempre es posible. Para materiales (metales), acerías y metalistas principalmente para reciclaje, aunque a veces surgen usos específicos como, para equipos, talleres, otros barcos, otras industrias, etcétera.

### ***Preguntas relativas a la actividad de desguace y gestión del buque***

***V: ¿Como se realiza el primer contacto entre armadores o intermediarios (brokers) y una empresa dedicada al desguace de buques? ¿Es habitual que ellas se pongan en contacto con vosotros o sois vosotros los que buscáis buques con potencial a ser desguazados?***

A: Ambos sentidos. Ellos nos contactan y nosotros buscamos. También existen las subastas públicas, aunque tienden a no cumplir demasiado bien con la normativa ambiental de reciclaje de buques cuando venden. También se les busca cuando encuentras barcos medio abandonados o que por edad, estado y tiempo sin operar que dan el perfil para desguazar, entonces se les hace una oferta por él.

***V: ¿Existe un proceso regulado (plan de desguace) para el proceso íntegro del desguace? (inspección, descontaminación, desmantelamiento, reciclaje, etcétera)***

A: Existen directrices, y a partir de ellas generamos nosotros nuestro propio plan de reciclaje que es aprobado por la capitanía marítima y que depende de las obligaciones legales impuestas, las características de la planta, etcétera.

***V: ¿Que fases son las más críticas y por qué?***

A: Inspección y evaluación para obtener una buena valoración del buque y, de no tener el inventariado de materiales peligrosos hecho, hacernos una idea de las posibles sorpresas que nos encontraremos. El resto, si la primera fase está bien estudiada, es menos crítico. Un punto también importante es el estudio del proceso de desmantelamiento y corte y los estudios de estabilidad. También los controles de gases y atmósferas explosivas.

***V: ¿Existe algún tipo de ventaja o facilidad a la hora de desguazar los buques en función del tipo de buque? (petrolero, bulkcarrier, ferry, crucero...)***

A: Por supuesto. Bulkcarriers, dragas y barcasas son los más fáciles y los cruceros los más complejos... a más zona habitacional, peor. Los pesqueros son también una buena lata por el tema de la refrigeración de cámaras y el poliuretano. Los tanqueros son incordio según el estado en que lleguen, pero generalmente deben venir con tanques de carga limpios y desgasificados.

Los que tienen más valor son los militares por los metales y materiales, pero también hay una gran cantidad de residuos tóxicos.

**V: *¿Entre los distintos tipos de buques, cuales son susceptibles a obtener mayor rentabilidad económica? ¿Dependen de alguna variable específica? (estado del buque, cantidad de material reciclable, cantidad de acero...)***

A: Sin duda, en buque privado, el de carga general. Poco de habilitación, y mucho acero libre. Luego están los militares por su cantidad de aluminio y otros metales.

**V: *En cuanto al proceso de desguace de buques, el control de materiales y equipos y la gestión de estos, crees que hay una buena comunicación/interacción entre armadores, intermediarios (brokers), compradores, instalaciones de desguace y sociedades de clasificación?***

A: No. Brokers y desguaces si nos comunicamos bien. Los armadores son siempre entes muy complejos con muchas cabezas pensantes. Las SC no intervienen. En cuanto a los compradores de equipos, con ellos si hay buena comunicación y trato.

**V: *¿Qué ocurre con todo aquel material o equipo que no es reciclable?***

A: Prácticamente todo es reutilizable o reciclable. Lo poco que pueda quedar parte es valorizable energéticamente y esa mínima fracción que suele ser amianto o material mezclado no valorizable, aunque es un porcentaje pequeño, no lo es en cuanto a volumen y se envía a vertedero controlado. El objetivo es vertido 0, pero eso nace en la fase de construcción y no será posible hasta dentro de unos cuantos años. Nuestro trabajo es segregar para aumentar la reciclabilidad, pero es importante cambiar el diseño y construcción de buques para que nosotros mejoremos.

**V: *Qué factores influyen en la capacidad de desguace de una instalación/astillero de reciclaje?***

A: Espacio. Longitud de muelle (cantidad de buques que puedes manejar simultáneamente), largo y ancho de rampa o dique (marca la eslora y manga máxima de buques a reciclar).

**V: *¿Qué opinión tienes sobre el futuro del desguace de buques en España y Europa?***

A: Debemos mejorar internamente para seguir presionando externamente. Hay aun muchos desguaces dentro de Europa que no cumplen con la legislación y son una competencia desleal para las instalaciones que hemos apostado por un modelo sostenible y cumplimos con las reglas. Además, debemos mejorar en la implantación y control de la normativa y hacer aplicar la ley, tanto a los privados como a los entes públicos.

**V: ¿El desguace de buques en Europa emerge lentamente, cual crees que sería un factor condicionante para implementar un mercado de desguace de buques sólido?**

A: Lo dicho arriba. Que los estados miembros apliquen la ley, impongan las sanciones adecuadas y además ellos mismos cumplan con sus propios barcos. No podemos avanzar si, por un lado, los barcos se van ilegalmente e impunemente. Por otro lado, tampoco mejoramos si, en Europa, en paralelo a los autorizados, existen instalaciones y chatarreros que desguazan barcos en condiciones inferiores, sin nuestros costes relacionados a MA o seguridad, pero que se les deja hacer. Europa ya tiene (y ya tenía) una industria sólida. Solo necesitaba el compromiso de la administración, no la entrada de más instalaciones fuera de Europa... pero lo hecho, hecho está, ahora a seguir presionando y que la legislación mejore y la administración controle...

**Posteriormente se realizó una entrevista con Antonio Barredo el día 08/05/2020, en esta entrevista debatimos sobre preguntas relativas a la batería de preguntas anterior y se elaboró un listado de preguntas que fueron respondiéndose:**

**V: ¿Porque las subastas públicas no cumplen con la normativa ambiental de reciclaje de buques? ¿No sois vosotros quien deben cumplirla?**

A: La normativa debe cumplirla el poseedor del residuo y el gestor del residuo. En muchas ocasiones, las subastas no hacen mención a que el buque es con destino a desguazarse por lo que no se le exige ningún cumplimiento de normativa al comprador, debería identificarse como residuo en el contrato de venta para considerarse como tal.

Para que puedas entrar en una subasta pública para desguazar un buque como puede ser un buque militar, únicamente te exigen que cumplas con normativa ISO 30000.

Cuando algo se abandona se convierte como residuo. Es importante establecer cuando el buque es considerado residuo, el Convenio de Basilea considera barco y residuo a la vez.

En Europa hay capacidad para grandes esloras y capacidad, 15000-20000 toneladas año, buques pequeños. El coste de tiempo y mano de obra está en la parte de habilitación y descontaminación del buque.

**V: ¿Existe alguna secuencia lógica que se pueda implementar de forma general a todos los buques? ¿O se puede realizar dicho plan por tipo de buque o de forma individual a cada buque distinto?**

A: El Convenio de Hong Kong te da unas directrices que son guías de cómo hacerlo, pero después depende de cada instalación, de la legislación nacional. En nuestro caso el plan de reciclaje nace en las guías de Hong Kong, se le añaden los conceptos del Reglamento EU 1257/2013, la legislación que existe en Europa sobre residuos y además debo cumplir con aquello que me exige capitania marítima, la autoridad portuaria y la consejería de medioambiente.

Dependerá del tipo de instalación donde tengas, con rampa, con dique, con elevador de buque, no es lo mismo hacer una parte en flotación que tengas que sacar el buque a dique en zona segura.

En nuestro caso nosotros debemos descontaminar en flotación, como se hace en Europa para poder eliminar riesgos. Pero existe la posibilidad de descontaminar en dique que es una zona más segura y te permite realizarlo de una forma más segura, sin derrames.

Además, el Convenio de Hong Kong no abarca la gestión de residuos, pero nosotros sí, ya que nos obliga la legislación a realizar una gestión de residuos y además se incentiva buscar la mejor salida para los residuos. En nuestro caso priorizamos reutilización y después reciclaje. A mayor segregación del residuo, mayores cuotas de reciclabilidad se pueden obtener, aunque muchos residuos, aunque los segregues no son reciclables o no hay instalaciones que las reciclen porque no son rentables. Pero si se va segregando y este residuo llega al vertedero en un futuro podría volverse a recuperar ese residuo para reciclarse y eliminar esa concentración de residuo en vertederos.

Por lo que tu puedes tener definido un plan de la instalación de reciclaje donde tienes definido como trabaja la instalación, como opera y se gestiona de forma genérica. Pero debes realizar un plan por cada barco específicamente estudiando cada barco de forma individual.

**V: Qué relación existe en cuanto a la tasa de recuperación de materiales si dicha operación se realiza de forma manual o mediante maquinaria.**

A: Uno de los mayores costes suele ser la compra del barco, pero es algo relativo ya que depende del propio barco, su estado y las características de venta. Luego tienes un aspecto que tiene un gran impacto como es el transporte del barco, donde incluso a veces supera el propio precio del barco. Por lo que se les ofrece que el barco lo desguazo con la condición de que solo pagamos el transporte, incluso en algunos casos nos pagan por desguazar barcos más pequeños como pesqueros siempre que sean entregados en la instalación. Llegará un momento en el que nos paguen casi siempre.

Para poder ser competitivos en el mercado actual es necesario tener mucha maquinaria, el desguace manual se hace en países como India, Pakistán, Bangladés, Turquía, pero en Europa se mecaniza porque los precios de acero son muy distintos y debes reducir costes y aumentar la rentabilidad, aumentando el ritmo y la capacidad de producción. Reduces tu beneficio por tonelada, pero aumentas las toneladas y compensa.

Para la gestión de residuos para lo que no son metales, es necesario hacer uso de mano de obra para la extracción de otros materiales de los que se pueden extraer de equipos electrónicos, pero la legislación actual no lo permite. Debemos enviarlo a plantas específicas para este tipo de reciclaje. Pero es cierto que, aumentando la segregación manual, podría extraerse más beneficio, vendiendo los materiales para reciclar que derivando este producto electrónico a otra planta para que ellos lo desmonten y reciclen.

En la actualidad se está realizando el estudio del futuro cambio del Reglamento Europeo que se aplicará en 2023 en el cual se intenta que no se limite a los 500 GT's obligando a que ya no exista competencia desleal por parte de algunas empresas cuando se puja por buques de menos de 500 GT's y se podrían contemplar más barcos.

**V: ¿Existen algunos materiales, equipos o sustancias los cuales vosotros no podáis retirar? ¿Es necesaria una empresa externa? ¿Esta problemática encarece mucho el coste de desguace? ¿Es rentable formar a tus trabajadores en esta materia? Ejemplo de ello los materiales y sustancias tóxicas, amianto, gases tóxicos como halón en extintores, etcétera.**

Si, existen algunos materiales que nosotros no podemos retirar, pero podríamos autorizarnos, como puede ser con el amianto, pero no merece la pena y es mejor contratar a una empresa externa para realizar el trabajo. Además, hay que tener en cuenta que nosotros desguazamos barcos europeos, por lo que casi no hay amianto. Pero existen casos como los barcos militares.

También se subcontratan actividades de certificación como desgasificación, aprobación de cortes en caliente, desanexión de los equipos de CO2 o antincendios del buque.

**V: Que clasificación y gestión de materiales/equipos se realizan en puerto, en que grupos o subgrupos se clasifican?**

H: La separación o gestión en puerto varía siempre del tipo de buque que se desguace ya que dependiendo del tipo de buque se utilizan distintos materiales y existen distintos sistemas y equipos.

La clasificación se hace:

En cuanto a metales se puede encontrar acero, chapajo, hierro puro, aluminio, cuproníquel, cobre (cableado), bronce, etcétera.

En cuanto a los no metales podemos encontrar productos químicos, productos alcalinos, productos ácidos, aislantes contaminados y no contaminados, maderas tratadas o no tratadas, plásticos, vidrios, aceites, etcétera.

La segregación de materiales la hacemos en puerto y después se envía a los distintos gestores de los materiales, pero el hecho de enviar el residuo mezclado es más caro por tonelada y además suele ir a vertedero, por lo que es mejor segregar el residuo para poder obtener mayor beneficio por tonelada y asegurarse de que se recicla.

Primero se intenta reutilizar los equipos, si no es posible se segregan y se intenta reciclar, lo que no se pueda reciclar se quemará para recuperación energética y la parte final se envía a vertedero.

Un método para aumentar la reciclabilidad es generar una cohesión de materiales para facilitar el desguace y el reciclaje de buques, grado de reciclabilidad.

Ejemplo de paneles interiores de camarotes, estos son una lámina de madera, junto con una lámina de chapajo/hierro, detrás un aislante, después una madera o otra de hierro. Estos paneles son desechables porque no se pueden separar, lo mismo pasa con las fibras de vidrio, con láminas de madera y hierro, las cuales las hacen inseparables.

Es necesario que se contribuyan buques con materiales que posteriormente puedan ser segregados para poder reciclar el material, si no todo este residuo se debe llevar al desguace.

Poder extraer los materiales y segregarlos es lo que nos proporciona gran grado de reciclabilidad y si podemos separar bloques enteros es todavía más sencillo.

Ejemplo: duchas con piezas completas, del mismo material. En los baños actuales hay cemento, adoquinado, cerámica, muebles de madera, elementos con plástico, paneles de techo con distintos materiales.

Debemos generar una relación entre construcción, mantenimiento y reciclaje. Cuando se construye el buque se debe pensar en que viene después. Debemos poder redirigir los equipos tanto en la propia industria naval como en otros sectores.

**V: ¿El proceso de desguace es parecido al proceso inverso de construcción? ¿De qué fases está compuesto?**

A: No, no es necesario ser 'fino' como en la construcción. En el desguace nos centramos en el residuo y nos centramos en el riesgo ambiental. En la construcción se hace por secciones, en el desguace se hace de arriba abajo. Control de derrames. En un proceso de desguace se hacen tres cálculos de estabilidad: (en general son dos, el de finalización de primera fase y el de rampa)

- 1) Como llega el barco
- 2) Una vez descontaminado, con los líquidos extraídos, sin equipos ni maquinaria y sin superestructura. Este trabajo se realiza en flotación.
- 3) Cuando solo nos queda el sistema estructural y las chapas, en esta situación todavía queda con agua de lastre para asegurar la estabilidad durante todo el proceso.
- 4) Estudio del lastre y cálculo de estabilidad para adecuarlo a la varada si es en rampa, como actuara con las mareas.