



Asociaciones

GloLitter

# Documento de orientación sobre la realización de estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos





# **Documento de orientación sobre la realización de estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos**

De  
Guido Van Meel  
Consultor de la OMI,  
Ostende (Bélgica)

Publicado por  
la Organización Marítima Internacional  
Revisado por expertos de  
la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

*Publicado en 2023 por la*  
UNIDAD DE COORDINACIÓN DEL PROYECTO GLOLITTER  
ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL  
4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR (Reino Unido)  
[www.imo.org](http://www.imo.org)

© Organización Marítima Internacional (OMI) 2023  
© de la imagen de cubierta: *Adobe Stock*  
Revisión: *Sally Sargeant*  
Maquetación: *Eyetooth Design*  
Diseño de cubierta: *Big Sky*

**Citación recomendada:** Producto del conocimiento de GloLitter

Documento de orientación sobre la realización de estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos

**Descargo de responsabilidades:** Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Marítima Internacional (OMI), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la OMI los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su o sus autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista o las políticas de la OMI.

**Aviso de derechos de autor:** Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción o almacenamiento del contenido o fragmentos del presente documento solo para fines privados y no comerciales. Se prohíbe la reproducción del material para reventa o redistribución o para la compilación o creación de obras derivadas de él. Todos los derechos de autor del documento pertenecen a los titulares originales del mismo: la OMI. Las peticiones para obtener información deben dirigirse a la dirección indicada anteriormente.

### **Preparación del documento de orientación sobre la realización de estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos**

La financiación del presente documento de orientación de la serie de productos del conocimiento GloLitter, titulado «Documento de orientación sobre la realización de estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos», corrió a cargo del Proyecto de asociaciones GloLitter. La Organización Marítima Internacional (OMI) en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se encarga de la implantación de GloLitter. El Gobierno de Noruega proporcionó la financiación inicial a través del Organismo Noruego de Cooperación para el Desarrollo (Norad).

El presente documento de orientación constituye uno de los productos del conocimiento que contribuyen a la consecución del Resultado 1 de GloLitter: Aumentar la concienciación mundial sobre la basura plástica marina en el mar (SBMPL).

Este informe se basa en la labor realizada por el Sr. Guido Van Meel, bajo la supervisión técnica y la coordinación de la Unidad de coordinación del proyecto GloLitter.

# Índice

---

	<i>Página</i>
Resumen.....	vii
Abreviaturas y siglas .....	ix
Sinopsis .....	xi
<b>1    Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1    Descripción del problema.....	1
1.2    Introducción al Convenio MARPOL.....	2
1.3    Anexo V del Convenio MARPOL.....	3
1.4    Desechos plásticos procedentes de los buques.....	3
<b>2    Instalaciones de recepción para los desechos plásticos       procedentes de los buques.....</b>	<b>15</b>
2.1    Actividades en una instalación de recepción.....	15
2.2    Idoneidad de las instalaciones de recepción .....	22
2.3    Instalaciones de recepción para tipos específicos de buques.....	23
<b>3    Análisis económico.....</b>	<b>31</b>
3.1    Introducción.....	31
3.2    Desechos plásticos a bordo de los buques .....	32
3.3    Costos e ingresos de una instalación de recepción .....	34
3.4    Elementos fundamentales de las evaluaciones económicas y financieras ...	36
3.5    Ejemplos prácticos de instalaciones de recepción para la recogida de basuras en puertos de todo el mundo.....	38
3.6    Pequeños Estados insulares en desarrollo .....	49
3.7    Conclusión .....	50
<b>4    Referencias.....</b>	<b>53</b>
<b>5    Anexos.....</b>	<b>55</b>
Anexo 1 – Conjunto de herramientas para las instalaciones de recepción de desechos plásticos procedentes de los buques .....	57
Anexo 2 – Manipulación de desechos plásticos .....	61
Anexo 3 – Itinerario de políticas encaminadas a reducir o recuperar los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados .....	65

---

## Figuras

	<i>Página</i>
<b>Figura 1:</b> Jerarquía de la gestión de desechos según la escalera de Lansink. . . . .	6
<b>Figura 2:</b> Bolsas de gran tamaño utilizadas para la recogida a bordo de desechos pescados de forma pasiva en el Reino Unido . . . . .	12
<b>Figura 3:</b> Bolsas de gran tamaño utilizadas para la recogida a bordo de desechos pescados de forma pasiva en los Países Bajos . . . . .	13
<b>Figura 4:</b> Zona de eliminación de desechos sólidos procedentes de la navegación interior en el puerto de Amberes-Brujas . . . . .	16
<b>Figura 5:</b> Recogida de desechos procedentes de buques de crucero en el puerto de El Pireo. . . . .	16
<b>Figura 6:</b> Contenedor que puede utilizarse para la recogida de una clase de desechos sólidos o de desechos sólidos mixtos. . . . .	17
<b>Figura 7:</b> Contenedor que permite la separación de tipos de desechos para evitar clasificarlos en la zona de almacenamiento . . . . .	18
<b>Figura 8:</b> Contenedor para papel y cartón . . . . .	18
<b>Figura 9:</b> Gabarra dedicada a la recogida de basuras y desechos oleosos en el puerto de Amberes. . . . .	20
<b>Figura 10:</b> Camiones dedicados a la recogida de desechos en el puerto de El Pireo. . . . .	20
<b>Figura 11:</b> Representación esquemática de una unidad de reciclaje de material plástico basada en la tecnología de pirólisis . . . . .	22
<b>Figura 12:</b> Métodos de eliminación de basuras utilizados en los puertos de cruceros del mar Mediterráneo, 2015 . . . . .	26
<b>Figura 13:</b> Métodos de eliminación de basuras utilizados en los puertos de cruceros del mar Mediterráneo, por tipo de basuras, 2015 . . . . .	27
<b>Figura 14:</b> Compactador de desechos compacto para papel y plásticos . . . . .	35
<b>Figura 15:</b> Diagrama esquemático de un sistema de transformación de desechos plásticos en combustibles . . . . .	59
<b>Figura 16:</b> Incinerador de desechos en el puerto de Amberes (Bélgica). . . . .	60

---

## Cuadros

---

	<i>Página</i>
<b>Cuadro 1:</b> Visión general de las cantidades de desechos generados, los factores y los métodos de tratamiento a bordo . . . . .	24
<b>Cuadro 2:</b> Diferentes tipos de plásticos encontrados en las basuras de los buques . . . . .	32
<b>Cuadro 3:</b> Ejemplo práctico: número y tipo de buques que hacen escala en el puerto A y generación de desechos durante un año . . . . .	39
<b>Cuadro 4:</b> Ejemplo práctico: tipo, número y arqueo bruto medio de los buques que hacen escala en el puerto B . . . . .	44
<b>Cuadro 5:</b> Generación de desechos durante un año de los buques que hacen escala en el puerto B . . . . .	45
<b>Cuadro 6:</b> Costos netos del reciclaje y la incineración en euros/tonelada de plástico y emisiones de CO <sub>2</sub> procedentes del reciclaje y la incineración en toneladas de CO <sub>2</sub> por tonelada de plástico . . . . .	50
<b>Cuadro 7:</b> Oportunidades y barreras en relación con la incineración . . . . .	50

## Diagramas

---

	<i>Página</i>
<b>Diagrama de flujo 1:</b> Visión de conjunto de las opciones de manipulación a bordo de las basuras procedentes de los buques . . . . .	48
<b>Diagrama de flujo 2:</b> Opciones para la manipulación de basuras no descargables en el mar. . . .	49
<b>Diagrama de flujo 3:</b> Representación esquemática del reciclaje y transformación del material plástico en productos de plástico nuevos . . . . .	58
<b>Diagrama de flujo 4:</b> Decisiones en la recogida de desechos plásticos . . . . .	61
<b>Diagrama de flujo 5:</b> Pasos que debe seguir una instalación de recepción portuaria que desee reciclar plásticos si resulta interesante y viable desde un punto de vista económico . . . . .	63



## Resumen

El problema de la basura marina procedente de los buques requiere la adopción de medidas en el ámbito internacional a través de tratados como el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL) y de leyes y políticas nacionales mediante las que se implanten dichos tratados. Entre los aspectos jurídicos fundamentales a este respecto figuran la prohibición de realizar vertimientos en el mar, las prescripciones aplicables a las instalaciones portuarias de recepción, la designación de zonas especiales, la capacidad institucional y la legislación relativa a tipos de desechos específicos.

A lo largo de las últimas décadas se ha prestado una atención considerable a los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados y sus efectos en el medio acuático como consecuencia de que las especies marinas se enredan en ellos y de los daños ocasionados al hábitat por esas «redes de pesca fantasma». Asimismo, el crecimiento de las actividades acuícolas contribuye también a que aumente la basura marina. Los plásticos se utilizan de manera generalizada en la piscicultura marina, por ejemplo, en las jaulas flotantes, los estanques piscícolas costeros y en la cría de mariscos. Estos plásticos pueden perderse debido a fenómenos meteorológicos extremos, mala gestión de los desechos o a descargas deliberadas. A medida que la acuicultura continúa extendiéndose, el problema de la contaminación por plásticos se vuelve cada vez más acuciante.

Las instalaciones portuarias de recepción son empresas económicas y, por consiguiente, deben ser capaces de cubrir los costos que generan la recogida y el tratamiento de los desechos procedentes de los buques mediante el cobro de tarifas directas y/o indirectas y la venta de productos derivados de los desechos. En los puertos más pequeños donde se efectúan un número limitado de escalas, es fundamental que todos los buques contribuyan a la provisión de instalaciones de recepción, incluidos aquellos que de hecho no las utilizan. Si bien las instalaciones de recepción de los grandes puertos han de estar disponibles las 24 horas del día debido a que los buques que hacen escala en ellos esperan entregar los desechos sin demoras indebidas, en los puertos más pequeños esto resultaría excesivamente costoso.

En muchos países en desarrollo, la infraestructura y las prácticas de gestión de desechos existentes son inadecuadas y los desechos que se recogen de los buques se descargan a menudo en terraplenados que no cumplen las prescripciones sanitarias y ambientales necesarias. Al aceptar desechos domésticos y potencialmente peligrosos procedentes de los buques, podrían agudizarse los problemas ambientales locales.

En el presente documento de orientación se esbozan los costos de funcionamiento de una instalación portuaria de recepción, así como los ingresos que dichas instalaciones pueden generar. Con miras a ilustrar los flujos de ingresos y gastos pertinentes se utilizan estudios de casos de instalaciones de recepción de desechos en distintos puertos (grandes y pequeños) del mundo. Dada la composición de la basura marina, la atención se centra en los desechos plásticos que forman parte de las basuras de los buques, incluidos los aparejos de pesca.



## **Abreviaturas y siglas**

ALDFG	aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados
EPR	responsabilidad ampliada del productor
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GISIS	Sistema mundial integrado de información marítima
HDPE	polietileno de alta densidad
LDPE	polietileno de baja densidad
MARPOL	Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques
MEPC	Comité de Protección del Medio Marino (de la OMI)
OMI	Organización Marítima Internacional
PE	polietileno
PET	tereftalato de polietileno
PP	polipropileno
PRF	instalación portuaria de recepción
PS	poliestireno
PVC	policloruro de vinilo
UE	Unión Europea



## Sinopsis

El Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL) obliga a los Estados Partes a que se aseguren de proporcionar instalaciones de recepción adecuadas para los distintos tipos de desechos generados por los buques que hacen escala normalmente en sus puertos. Estas instalaciones portuarias de recepción (PRF) pueden cobrar una tarifa a los buques a fin de cubrir los costos de recogida, transporte, almacenamiento y tratamiento adecuado de los desechos que generan. Determinados tipos de desechos pueden requerir además un tratamiento previo antes de ser entregados en una instalación de tratamiento. En el Anexo V del Convenio MARPOL, los desechos plásticos procedentes de los buques aparecen clasificados en una única categoría, si bien en realidad se trata de una mezcla de distintos tipos de plástico, lo cual, en función de si se elige el reciclaje u otras alternativas, tiene implicaciones con respecto a los métodos de recogida que pueden utilizarse y, en ocasiones, puede requerir que se realicen inversiones adicionales.

El presente documento de orientación contiene herramientas y orientaciones para la realización de evaluaciones económicas y estudios de viabilidad tecnológico-económica con el fin de establecer instalaciones portuarias de recepción para los desechos plásticos generados a bordo de los buques, incluidos los aparejos de pesca. Una PRF puede recoger desechos plásticos, incluidos los aparejos de pesca abandonados, junto con otros desechos sólidos generados por los buques, tales como el vidrio, los metales, los desechos de alimentos, el papel y el cartón. Cuando se recogen los desechos plásticos, el operador ha de elegir entre las distintas opciones de tratamiento disponibles en el país o región del puerto, como, por ejemplo, el depósito en terraplenados, la incineración y el reciclaje. No obstante, los desechos plásticos son una mezcla de distintos tipos de plástico (por ejemplo, tereftalato de polietileno, polietileno de baja y alta densidad, polipropileno, poliestireno y policloruro de vinilo). Para reciclar los plásticos de forma rentable, es importante separar los distintos tipos. También debería señalarse que el mercado de desechos plásticos es volátil y tiende a verse afectado por las fluctuaciones en el precio del petróleo, dado que la mayoría de los plásticos se derivan del petróleo crudo, lo cual supone una carga adicional para las PRF, que deben cubrir todos sus costos (de recogida, transporte, almacenamiento intermedio y tratamiento) con las tarifas por recepción de desechos que reciben de los buques. En particular, en contextos en los que se recogen pequeñas cantidades de desechos, el tiempo que transcurre desde su recogida hasta su entrega para su tratamiento y/o reciclaje puede repercutir en el coste total.

Cabe señalar que el costo de la incineración de plásticos (con o sin recuperación de energía) suele ser considerablemente inferior al de su reciclaje. En la mayor parte de los casos, el costo de depositarlos en terraplenados también puede competir fácilmente con el de incinerarlos.

En el caso de las PRF situadas en islas pequeñas, la única opción suele ser el depósito en terraplenados debido al bajo volumen de los desechos entregados. En tales casos, la logística inversa podría resultar más conveniente para el medio ambiente. Los armadores de buques pueden decidir que se invierta en equipos adicionales para el tratamiento de desechos a bordo -por ejemplo, compactadores que incrementen la capacidad de almacenamiento- o para su incineración a bordo.

Los puertos pesqueros se enfrentan a dificultades específicas en materia de gestión de desechos. Los aparejos de pesca están compuestos por una mezcla de distintos tipos de plástico, lo que dificulta su reciclaje. Por ello, la mayoría de los aparejos de pesca tienden a acabar en los terraplenados. No obstante, recientemente se han desarrollado técnicas que permiten reciclar o reutilizar los aparejos de pesca. Por ejemplo, los aparejos de nailon se convierten en hilo que puede reutilizarse. La introducción de un plan solidario de desechos en los puertos pesqueros y la creación de un fondo específico puede contribuir a cubrir los costos derivados de la recepción de desechos y la recuperación de los aparejos perdidos.

Con el fin de ofrecer orientaciones sobre la manera de llevar a cabo las evaluaciones económicas y los estudios de viabilidad tecnológico-económica para el establecimiento de PRF, en el presente documento de orientación se identifican los distintos tipos de costos que conllevan y se presentan en la lista que figura

continuación. Cabe señalar que esta visión de conjunto de los costos se refiere a las PRF que recogen toda clase de desechos sólidos o líquidos. No todos los costos enumerados guardan relación con la recogida específica de desechos plásticos procedentes de los buques.

Costos directos:

- provisión de infraestructuras para las PRF, como gabarras, camiones, depósitos de desechos, tanques de almacenamiento y oficinas;
- arrendamiento o compra de terrenos en el puerto;
- costos operacionales de la recogida y tratamiento de desechos, incluidos el transporte, mantenimiento, limpieza, remuneración del personal, consumo de energía, análisis de desechos y seguros;
- reutilización final, reciclaje o eliminación de los desechos;
- administración: facturación, emisión de recibos por la recepción de desechos, elaboración de informes, etc.; y
- publicidad sobre las PRF (como, por ejemplo, mapas y folletos).

Costos indirectos:

- elaboración y actualización de un plan de recepción y manipulación de desechos, incluidos los posibles gastos derivados de la realización de auditorías y de consultoría;
- obtención de los permisos necesarios para la recogida, almacenamiento y transporte de los desechos;
- gestión de sistemas de notificación previa y de recuperación de costos, incluida la transmisión electrónica a los sistemas de la comunidad portuaria, sistemas informáticos y análisis estadísticos;
- organización de procedimientos de contratación pública, donde se expidan las autorizaciones necesarias;
- comunicación de información a los usuarios del puerto; y
- otros gastos administrativos.

Tomando como base parámetros como el número y el tipo de buques que hacen escala en el puerto, el volumen de desechos generado (estimado) y el número de recogidas, los operadores de las PRF pueden calcular el nivel de inversión y el número de empleados necesarios.

Con el fin de abordar con eficacia el problema de la basura marina, es fundamental ofrecer incentivos adecuados para que los desechos se entreguen en las PRF, en particular los desechos plásticos. Esto puede lograrse mediante un sistema de recuperación de costos basado en la recaudación de una tarifa indirecta. Varios estudios indican que es probable que un sistema «sin tarifas especiales» sea más eficaz en relación con los desechos generados por los buques. Si se dispone de un sistema de tarifas por recepción de desechos, el operador de la PRF puede calcular su efecto en la rentabilidad del proyecto. No obstante, la observancia de la legislación y las reglas internacionales por parte de las autoridades competentes continúa siendo importante para disuadir a los buques de que corran el riesgo de realizar vertimientos ilícitos en el mar.

# 1 Introducción

## 1.1 Descripción del problema

El proyecto de asociaciones GloLitter\* está financiado por el Gobierno de Noruega e implantado por la Organización Marítima Internacional (OMI) en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El proyecto GloLitter ayuda a los países en desarrollo, incluidos los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados, a prevenir y reducir la basura marina, en particular la basura marina plástica proveniente de los sectores del transporte marítimo y de la pesca, y a encontrar oportunidades de disminuir el uso de plásticos en ambos sectores.

El proyecto GloLitter logra sus objetivos centrándose en varias áreas identificadas en el Plan de acción para abordar el problema de la basura plástica marina procedente de los buques, y en las medidas complementarias establecidas en las «Directrices voluntarias de la FAO sobre el marcado de las artes de pesca».

La basura marina va a parar al medio marino a causa de una amplia gama de actividades terrestres y marítimas, incluidos el transporte marítimo y el sector pesquero. La basura plástica, que se compone de macroplásticos y microplásticos, persiste en el medio marino y tiene efectos perjudiciales para la vida y la biodiversidad marinas, así como repercusiones negativas en la salud humana, la seguridad y los medios de subsistencia. Además, la basura plástica marina afecta negativamente a sectores como el turismo, la pesca y el transporte marítimo y, en consecuencia, a las comunidades locales que dependen de ellos. La basura marina, en sus diversas formas, tiene importantes efectos negativos para el desarrollo sostenible. No obstante, el material de desecho plástico puede recuperarse para la actividad económica mediante la reutilización o el reciclaje. Diversos estudios han demostrado que, a pesar del marco reglamentario actual encaminado a prevenir los vertimientos y descargas de basura plástica marina procedente de los buques, aún se producen descargas en el mar.

La OMI reconoce la importancia de prevenir la contaminación por basuras, incluido el material plástico procedente de los buques, como pone de manifiesto la adopción y entrada en vigor en 1988 del Anexo V del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL). Del mismo modo, la Organización ha liderado los esfuerzos encaminados a prevenir la contaminación ocasionada por el vertimiento en el mar de diversos tipos de desechos, incluidos los plásticos, mediante el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972 (el «Convenio de Londres») y su Protocolo de 1996 (el «Protocolo de Londres»). La Asamblea de la OMI reforzó estos compromisos en su trigésimo periodo de sesiones, celebrado en diciembre de 2017, donde se hizo hincapié en el continuo problema de la contaminación plástica marina, abordada en el Anexo V del Convenio MARPOL, que requiere un examen más detenido como parte de una solución mundial en el marco de la gobernanza de los océanos con el fin de alcanzar el objetivo 14.1, de conformidad con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 de prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo de aquí a 2025.

El Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) de la OMI también ha reconocido la importancia de perseverar en el empeño de hacer frente a este problema mundial, mediante la adopción del Plan de acción para abordar el problema de la basura plástica marina procedente de los buques en su 73º periodo de sesiones, celebrado en octubre de 2018. Asimismo, en septiembre de 2016 la trigésima octava reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres y la undécima reunión de las Partes Contratantes del Protocolo de Londres adoptaron una recomendación para alentar a que se tomaran medidas para luchar contra la basura marina.

Además, la FAO y sus miembros han observado que los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (ALDFG) constituyen un componente importante de la basura marina que tiene un grave impacto en los hábitats y en las poblaciones de peces y otras especies marinas, en particular a través de la «pesca fantasma»,

---

\* Véase <https://glolitter.imo.org>

y son un peligro para la navegación y un riesgo para la seguridad en el mar, y manifestado su preocupación al respecto. La FAO ha publicado recientemente las «Directrices Voluntarias sobre el Marcado de las Artes de Pesca» con miras a respaldar la implantación del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO. Las Directrices tienen por objeto contribuir a la implantación de los objetivos generales de la ordenación de las pesquerías y abordan la cuestión de los ALDFG mediante disposiciones relativas a los sistemas de marcado de los aparejos de pesca, la recuperación y notificación de los aparejos perdidos y la eliminación adecuada de los que han llegado al final de su vida útil.

## **1.2 Introducción al Convenio MARPOL**

El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, en su forma modificada por los Protocolos de 1978 y 1997, es uno de los convenios internacionales más importantes para la protección del medio marino. Fue elaborado por la OMI con el propósito de preservar el medio marino mediante la eliminación total de la contaminación ocasionada por las descargas operacionales de hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales procedentes de los buques y la reducción al mínimo de los derrames accidentales de tales sustancias.

El Convenio MARPOL junto con sus seis Anexos técnicos, que abarcan la contaminación por hidrocarburos, productos químicos, sustancias perjudiciales en bultos, aguas sucias, basuras y emisiones atmosféricas, respectivamente, funciona como un conjunto: en los artículos del Convenio y sus dos Protocolos se tratan principalmente cuestiones relativas a la jurisdicción, las facultades de ejecución y la inspección, mientras que en los Anexos se establecen reglas para la lucha contra la contaminación más pormenorizadas.

El Convenio MARPOL contiene disposiciones que regulan la disponibilidad de instalaciones portuarias de recepción (PRF) adecuadas, los tipos de desechos generados por los buques que pueden descargarse legalmente en el mar, la gestión de desechos a bordo y la aplicación de la normativa y las inspecciones.

Desde la adopción del Convenio MARPOL, ha aumentado la concienciación ambiental de la sociedad en todo el mundo, lo que ha favorecido la aparición de ideas nuevas acerca del modo de gestionar las operaciones de forma responsable y respetuosa con el medio ambiente. Numerosas compañías navieras y autoridades portuarias han introducido sistemas de gestión ambiental con el fin de garantizar que sus operaciones se realicen de forma respetuosa con el medio ambiente.

El mantenimiento de los mares y océanos limpios debería ser el objetivo primordial del establecimiento y utilización de las PRF. El Convenio MARPOL incluye reglas destinadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación procedente de los buques, tanto la accidental como la derivada de las operaciones rutinarias. El fundamento para el establecimiento y utilización de las PRF queda dispuesto en los Anexos del Convenio MARPOL y en las leyes y reglamentos de los Estados Partes.

Las prescripciones establecidas en el Convenio MARPOL relativas a la disponibilidad de PRF adecuadas se recogen en las siguientes reglas:

- regla 38 del Anexo I;
- regla 18 del Anexo II;
- reglas 12 y 13 (buques de pasaje que operan en zonas especiales) del Anexo IV;
- regla 8 del Anexo V; y
- regla 17 del Anexo VI.

Además de las reglas básicas establecidas en los Anexos del Convenio MARPOL, los armadores de buques deben conocer las prescripciones nacionales y regionales de algunos Estados rectores de puertos que pueden obligar a los buques a descargar en las PRF determinados tipos de desechos y residuos regidos por el Convenio MARPOL. Los distintos Estados rectores de puertos también pueden especificar los medios de eliminación con el fin de cumplir las prescripciones relativas a las cuarentenas y demás reglas. Por ello, los armadores siempre deberían asegurarse de tener una visión completa y actualizada de las prescripciones nacionales y regionales relacionadas con las PRF. Dicha información puede obtenerse directamente de la base de datos de



las PRF que figura en el Sistema mundial integrado de información marítima (GISIS)\* de la OMI, o a través de los agentes del puerto o de las asociaciones comerciales que representan a los sectores naviero y/o portuario.

Las prescripciones de carácter más restrictivo vigentes en las zonas especiales y las zonas de control de las emisiones definidas en el Convenio MARPOL revisten especial importancia en relación con la eliminación de la contaminación marina procedente de los buques. Dado que los criterios para la descarga de los desechos procedentes de los buques son más estrictos en las zonas especiales, es posible que los buques que naveguen en dichas zonas no puedan cumplirlos y, por ello, se vean obligados a entregar sus desechos en una PRF. Los Estados y las autoridades portuarias deberían tener en cuenta la importancia que tiene cumplir las prescripciones relativas a las descargas en las zonas especiales.

En el sitio web de la OMI figura una lista actualizada de todas las zonas especiales designadas en el Convenio MARPOL.†

### 1.3 Anexo V del Convenio MARPOL

El Anexo V del Convenio MARPOL: «Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques», entró en vigor el 1 de enero de 2013. Con miras a facilitar su implantación, la OMI también adoptó las «Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL» (OMI 2017). El Anexo V del Convenio MARPOL y las Directrices de 2017 deberían utilizarse de forma combinada como base para la elaboración de los planes de gestión de basuras.

El Anexo V del Convenio MARPOL se aplica a todos los buques (desde los buques mercantes, pasando por las plataformas fijas o flotantes, hasta los buques no comerciales, tales como las embarcaciones de recreo y los yates), y establece prescripciones relativas a las descargas específicas, incluida una prohibición de descargar en el mar la mayoría de los tipos de basuras, incluidos los plásticos y los aparejos de pesca. En el Anexo V se contemplan algunas excepciones a esta prohibición, concretamente en las reglas 3, 4, 5 y 6. En general, estas excepciones se limitan a desechos de alimentos, tipos específicos de residuos de carga, determinados agentes y aditivos de limpieza y residuos de carga conocidos arrastrados en el agua de lavado que no son perjudiciales para el medio marino. La prohibición general sobre las descargas no se aplica en los siguientes casos:

- a la descarga de las basuras de un buque cuando ello sea necesario para proteger la seguridad del buque y de las personas a bordo, o para salvar vidas en el mar;
- a la pérdida accidental de basuras resultante de averías sufridas por un buque o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado toda suerte de precauciones razonables para impedir o reducir a un mínimo tal pérdida accidental;
- a la pérdida accidental de artes de pesca de un buque, siempre que se hubiera tomado toda suerte de precauciones razonables para impedir tal pérdida; y
- a la descarga de artes de pesca de un buque para proteger el medio marino o la seguridad de dicho buque o de su tripulación.

Las «Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL» contienen varias disposiciones relacionadas con la manipulación de basuras a bordo de los buques, como, por ejemplo, opciones para la reducción al mínimo de los desechos y orientaciones sobre la gestión de los aparejos de pesca.

### 1.4 Desechos plásticos procedentes de los buques

Una gestión eficaz de los desechos a bordo contribuye a reducir al mínimo los desechos y residuos procedentes de los buques. A la hora de proyectar buques nuevos, los armadores y constructores de buques deberían estudiar formas de mejorar el tratamiento de los desechos a bordo. Asimismo, deberían introducir medidas operacionales que incrementen la eficiencia de la gestión de desechos en los buques existentes.

\* Véase: <https://gis.imo.org/Public/RO/Default.aspx>

† Véase: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Special-Areas-Marpol.aspx>

Si el buque dispone de espacio suficiente, los planes de gestión de desechos a bordo deberían contemplar la separación y el reciclaje de los desechos, la devolución de los mismos en el marco de sistemas de depósito, devolución y retorno (donde, por ejemplo, se paga un reembolso al devolver botellas de plástico vacías u otros desechos de envases), la reutilización o el almacenamiento de desechos pescados de forma pasiva. La separación de basuras de conformidad con lo dispuesto en las prescripciones del Anexo V del Convenio MARPOL - a saber, en plásticos, desechos de alimentos, desechos domésticos, aceite de cocina, cenizas de incinerador, desechos operacionales, residuos de carga, cadáveres de animales, artes de pesca y desechos electrónicos- hace posible que las basuras se entreguen en categorías específicas reciclables.

Con objeto de facilitar el desembarque de residuos y desechos reciclables, los armadores deberían considerar la posibilidad de celebrar contratos con las instalaciones de los puertos visitados con regularidad. De este modo se satisfaría la necesidad de utilizar una instalación adecuada y autorizada de conformidad con la mayoría de los sistemas de gestión ambiental y se garantizaría que los desechos separados puedan descargarse en tierra durante cada visita al puerto. En los casos en que un puerto no cuente con instalaciones de recepción adecuadas para los desechos separados y/o reciclables, se alienta a los armadores y propietarios de buques a que soliciten el establecimiento de dichas instalaciones como parte del desarrollo de la capacidad de reciclaje de la localidad o región. La importancia de esto radica en que las instalaciones locales recibirán un mayor volumen de materiales entrantes, lo cual favorecerá la comercialización de productos y materiales reciclables.

### **Visión general de las prescripciones relativas a las descargas establecidas en el Anexo V del Convenio MARPOL:**

#### **Resumen simplificado de las disposiciones relativas a las descargas del Anexo V revisado del Convenio MARPOL, que entró en vigor el 1 de marzo de 2018**

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD: Podrán aplicarse prescripciones adicionales.

(Nota: El cuadro 1 se facilita a título de referencia resumida solamente. Para todos los efectos rigen las disposiciones del Anexo V del Convenio MARPOL y el Código polar.)

Tipo de basuras <sup>1</sup>	Todos los buques salvo las plataformas <sup>4</sup>		Regla 5 Plataformas mar adentro a más de 12 m.m. de la tierra más próxima y buques que están atracados a ellas o a menos de 500 m de las mismas <sup>4</sup>
	Regla 4 Fuera de las zonas especiales y en aguas del Ártico (las distancias son a la tierra más próxima)	Regla 6 Dentro de las zonas especiales y en las aguas del Ártico (las distancias son a la tierra, a la plataforma de hielo o al hielo fijo en tierra más próximos)	
Desechos de alimentos desmenuzados o triturados <sup>2</sup>	>3 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible	≥12 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible <sup>3</sup>	Descarga permitida
Desechos de alimentos no desmenuzados o triturados	≥12 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Residuos de carga <sup>5, 6</sup> no arrastrados en el agua de lavado	≥12 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Residuos de carga <sup>5, 6</sup> arrastrados en el agua del lavado		≥12 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible (a reserva de las condiciones estipuladas en la regla 6.1.2 y en el párrafo 5.2.1.5 de la parte II-A del Código polar)	

Tipo de basuras <sup>1</sup>	Todos los buques salvo las plataformas <sup>4</sup>		Regla 5 Plataformas mar adentro a más de 12 m.m. de la tierra más próxima y buques que están atracados a ellas o a menos de 500 m de las mismas <sup>4</sup>
	Regla 4 Fuera de las zonas especiales y en aguas del Ártico (las distancias son a la tierra más próxima)	Regla 6 Dentro de las zonas especiales y en las aguas del Ártico (las distancias son a la tierra, a la plataforma de hielo o al hielo fijo en tierra más próximos)	
Agentes y aditivos de limpieza en agua de lavado de bodegas de carga <sup>6</sup>	Descarga permitida	≥12 m.m., en ruta y tan lejos como sea posible (a reserva de las condiciones estipuladas en la regla 6.1.2 y en el párrafo 5.2.1.5 de la parte II-A del Código polar)	Descarga prohibida
Agentes y aditivos de limpieza en agua de lavado de cubiertas y superficies externas <sup>6</sup>		Descarga permitida	
Cadáveres de animales (descuartizados o tratados de algún otro modo para asegurarse de que se hundan inmediatamente)	Ha de encontrarse en ruta y tan lejos como sea posible de la tierra más próxima.  Debería estar a >100 m.m., en ruta y a la máxima profundidad del agua	Descarga prohibida	Descarga prohibida
Todos los otros tipos de basura, incluidos plásticos, cabullería, artes de pesca, bolsas de plástico para las basuras, cenizas de incinerador, escorias, aceite de cocina, materiales flotantes de estiba, revestimiento y embalaje, productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza, etc.	Descarga prohibida	Descarga prohibida	Descarga prohibida

1 Cuando las basuras estén mezcladas o contaminadas con otras sustancias perjudiciales cuya descarga esté prohibida o para las que rijan prescripciones de descarga distintas, se aplicarán las prescripciones más rigurosas.

2 Los desechos de alimentos deben estar desmenuzados o triturados de manera que puedan pasar por cribas con mallas de una abertura máxima de 25 mm.

3 La descarga de productos avícolas introducidos no está permitida en la zona del Antártico, salvo que se hayan incinerado o esterilizado en un autoclave o por algún otro medio. En aguas polares, las descargas se efectuarán lo más lejos posible de las zonas en las que la concentración del hielo sea superior a 1/10; en cualquier caso, los desechos de alimentos no se descargarán en el hielo.

4 Las plataformas mar adentro situadas a 12 millas marinas (m.m.) de la tierra más próxima y los buques auxiliares incluyen todas las plataformas fijas o flotantes dedicadas a la exploración o explotación o tratamiento conexas de los recursos minerales de los fondos marinos y todos los buques atracados a tales plataformas o a menos de 500 metros de distancia de las mismas.

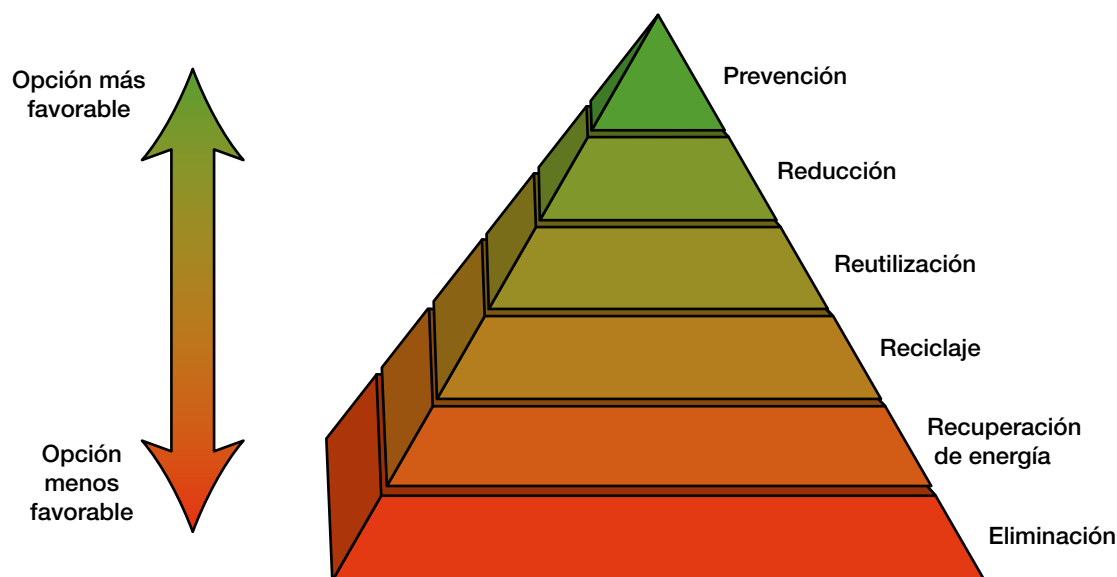
5 Por residuos de carga se entienden solamente los que no pueden recuperarse mediante los métodos disponibles normalmente para su descarga.

6 Estas sustancias no deben ser perjudiciales para el medio marino

### 1.4.1 Gestión de desechos plásticos

Cada vez mayores cantidades de basura van a parar a los océanos, lo cual supone un perjuicio para la salud de los ecosistemas y causa la muerte de los animales que quedan atrapados en ella o la ingieren. La salud humana también está en peligro, dado que los plásticos se descomponen en trozos de menor tamaño (microplásticos y nanoplásticos) que posteriormente pueden contaminar nuestros alimentos. Según la jerarquía de gestión de desechos conocida como la «escalera de Lansink» (véase la figura 1), la mejor opción es evitar por completo

que se generen desechos plásticos a bordo de los buques. Si la prevención resulta imposible, el reciclaje es la siguiente opción preferible, pero si tampoco es posible, los desechos plásticos podrían incinerarse (con recuperación de energía). El vertimiento en terraplenados debería considerarse la opción menos favorable.



**Figura 1:** Jerarquía de la gestión de desechos según la escalera de Lansink (Fuente: Ionel, 2010)

En todo tipo de buques pueden generarse desechos plásticos; con frecuencia proceden de las provisiones y suministros domésticos utilizados para las operaciones a bordo. Los desechos plásticos suelen ser láminas, envolturas, botellas, bidones, cuerdas sintéticas, redes de pesca sintéticas, bolsas de plástico para la basura y botes vacíos de productos químicos.

Como se señala en CE Delft (2017), la generación de basuras, incluidos los plásticos, a bordo de los buques depende de varios factores. La cantidad de «desechos hoteleros» es proporcional al número de pasajeros y tripulantes y al consumo de material; en general, guarda relación con el nivel de vida a bordo. Las provisiones, los envases y los desechos de cocina son los principales factores que favorecen la generación de desechos plásticos. El informe señala además que «los desechos plásticos procedentes de la manipulación de la carga se limitan a la carga general y dependen completamente del tipo y el embalaje de la carga». La reducción de desechos antes del embarque de la carga puede repercutir en la cantidad de desechos plásticos generados a bordo, por ejemplo, si se retiran los envases de plástico antes de embarcar la carga en el buque. En la encuesta en línea llevada a cabo para la realización del estudio también se identificaron otros factores que favorecen la generación de desechos plásticos, entre ellos, la zona comercial, el proveedor, las políticas de las empresas que compran y venden provisiones y suministros y las mercancías entregadas al buque (CE Delft 2017, 36).

Richardson y otros (2017) observan que dentro de la subcategoría de desechos plásticos arrojados por la borda por la flota pesquera están las bolsas para la sal, cajas de cebo, envolturas de cebo, flejes, envolturas de los alimentos, bolsas y botellas. Se detectó que los plásticos representan la mayor proporción del total de sucesos de contaminación. Esta conclusión quedó constatada por Leney, Blaha y Lee (2021), cuya evaluación de los desechos plásticos generados por los buques pesqueros en el Océano Pacífico occidental y central se centra en las siguientes fuentes principales:

- en el caso de los palangreros: forros y correas de plástico de las cajas de cebo y bolsas de plástico para embolsar los atunes en los tanques refrigerados de agua de mar y carga;
- en el caso de las redes de cerco de jareta: bolsas de plástico para almacenar la sal utilizada en los tanques de salmuera y plásticos utilizados en los dispositivos de concentración de peces; y
- desechos plásticos procedentes de envases de alimentos y bebidas y de la vida a bordo, que los autores denominan desechos operacionales y de mantenimiento (se trata de una fuente importante de desechos plásticos y de otro tipo no solo a bordo de los palangreros, sino en todos los buques en alta mar).

## Prevención

Las prácticas de prevención de desechos reducen la cantidad y/o toxicidad de los desechos que se generan antes de su reciclaje, tratamiento o eliminación. La prevención de desechos también puede denominarse reducción de desechos en la fuente y reducción al mínimo de desechos. A continuación se indican algunos ejemplos de prevención de desechos a bordo de los buques:

- sustitución de las botellas individuales de agua por envases más grandes y de las botellas de refrescos por envases con sirope que debe diluirse en agua;
- instalación de un purificador de agua en el sistema de agua potable del buque, lo cual reduce el consumo de agua mineral procedente de botellas de plástico;
- adopción de botellas reutilizables para el almacenamiento de agua potable;
- prohibición voluntaria de la utilización de plásticos desechables;
- establecimiento de acuerdos con el proveedor/distribuidor de provisiones para que retire la lámina de plástico utilizada para cubrir las provisiones del buque inmediatamente después de que el proveedor/distribuidor las entregue; y
- en cuanto a la prevención de ALDFG, implantación de sistemas de marcado de los artes de pesca que fomenten una gestión responsable mediante el establecimiento de un vínculo entre las marcas de los artes y el buque registrado o la licencia de pesca correspondientes.

Los Estados Miembros de la Unión Europea (UE) y otros países han emprendido otras iniciativas de carácter más general, como la prohibición por ley de los plásticos desechables. Medidas como las restricciones sobre la producción y el consumo de plásticos y microplásticos desechables, junto con la utilización de plásticos biodegradables o de materiales alternativos más sostenibles, pueden evitar que se genere basura marina, en especial la procedente de fuentes marinas, como el transporte marítimo, la pesca, la acuicultura y las actividades mar adentro.

En cuanto a la reducción de la basura plástica marina generada y recuperada por los buques pesqueros, en el Plan de acción de la OMI\* se han identificado las siguientes medidas:

- considerar la posibilidad de que el Sistema de asignación de un número de la OMI a los buques para su identificación se haga obligatorio para todos los buques pesqueros de eslora superior a 24 metros mediante una enmienda al Acuerdo de Ciudad del Cabo de 2012, una vez que este entre en vigor;
- considerar la posibilidad de hacer obligatorio, mediante un instrumento de la OMI adecuado (como, por ejemplo, el Anexo V del Convenio MARPOL), el marcado de los artes de pesca con el número de identificación de la OMI, en estrecha colaboración con la FAO;
- seguir investigando el registro del número de identificación para cada artículo de los artes de pesca a bordo de los buques pesqueros;
- elaborar una circular en la que se recuerde a los Estados Miembros de la OMI que recopilen información de sus buques pesqueros registrados sobre toda descarga o pérdida accidental de artes de pesca;
- considerar la posibilidad de elaborar las mejores prácticas de gestión a fin de facilitar incentivos para que los buques pesqueros recuperen los artes abandonados y los entreguen en instalaciones portuarias de recepción, en estrecha colaboración con la FAO;
- examinar la cuestión de los desechos que se han recogido durante operaciones de pesca basándose en la experiencia adquirida a partir de proyectos establecidos;

---

\* Plan de acción para abordar el problema de la basura plástica marina procedente de los buques, adoptado por el Comité de Protección del Medio Marino mediante la resolución MEPC.310(73).

- examinar la aplicación de las disposiciones sobre rótulos, planes de gestión de basuras y mantenimiento de registros de basuras (regla 10 del Anexo V del Convenio MARPOL), por ejemplo, haciendo obligatorio el Libro registro de basuras para los buques de arqueo bruto igual o superior a 100;
- elaborar una circular en la que se recuerde a los Estados Miembros que hagan cumplir el Anexo V del Convenio MARPOL a los buques pesqueros mediante medidas de supervisión por el Estado rector del puerto; y
- fomentar los memorandos de entendimiento sobre supervisión por el Estado rector del puerto con el fin de elaborar procedimientos de supervisión que incluyan a los buques pesqueros.

Se ha señalado que si se aplicara el marcado de los artes de pesca con el número de identificación de la OMI del buque junto con un sistema de «fianza de desechos», sería posible recompensar a quienes recogieran los artes de pesca desechados utilizando los depósitos de quienes los perdieran (Leney, Blaha y Lee 2021, pp. 15).

## Reciclaje

El reciclaje de plásticos es el proceso de recuperación de desechos de material plástico y su reprocesamiento con el fin de transformarlos en otros productos funcionales y útiles.\* Es esencial que los plásticos se reciclen como parte de las iniciativas mundiales encaminadas a reducir el plástico que va a parar al medio ambiente y a facilitar la transición hacia una economía más circular.

Entre los diversos motivos por los que los plásticos deberían reciclarse están los siguientes:

- El reciclaje de plásticos contribuye a conservar los recursos y evita que vayan a parar a terraplenados o destinos no deseados como los océanos.
- El reciclaje de plásticos requiere menos energía que la fabricación de plástico a partir de materias primas y puede reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- El reciclaje de plásticos contribuye a reducir el consumo de combustibles fósiles, dado que el plástico virgen se produce directamente a partir de gas natural o petróleo crudo.
- El reciclaje de plásticos es menos costoso y requiere menos tiempo que la fabricación de plásticos nuevos con material virgen.

La mayor parte de los desechos plásticos posteriores al consumo se reciclan mediante la tecnología de reciclaje mecánico. Más concretamente, el reciclaje mecánico puede utilizarse para recuperar material plástico compuesto de polipropileno (PP), polietileno (PE) o tereftalato de polietileno (PET). El reciclaje mecánico implica procesos, tales como la trituración, el lavado, la separación, el secado, la granulación y la composición a fin de descomponer los desechos en copos de plástico. Una vez secos, estos copos pueden utilizarse para producir material plástico nuevo.

Como el reciclaje de plásticos es un proceso complejo, no es una práctica viable a bordo de los buques, y probablemente esté fuera del alcance de los recursos disponibles para la mayor parte de las instalaciones portuarias de los países en desarrollo.

Otra técnica, basada en la pirólisis, consiste en transformar el material plástico mixto en hidrocarburos. En función del proceso específico, los hidrocarburos obtenidos de este modo pueden servir como materia prima para la producción de plásticos nuevos, o pueden utilizarse como combustible. Algunas instalaciones de reciclaje que emplean esta técnica son rentables incluso a bajas capacidades (reciclando, por ejemplo, una tonelada de plástico al día).

Otro ejemplo de reciclaje de plástico es la utilización de paneles compuestos de plástico reciclado como material de construcción. La materia prima reciclada procede de varias fuentes: polipropileno procedente de diversos materiales derivados de envases, tales como tapones de botellas, tereftalato de polietileno (PET) procedente de botellas de bebidas gaseosas, y polietileno procedente de las películas de envasado. Estos desechos plásticos pueden transformarse en paneles compuestos estructurales de alto rendimiento a escala comercial (IOM3 2004).

---

\* Véase <https://recyclinginside.com/plastic-recycling>

Algunas empresas han desarrollado tecnologías para el reciclaje de los aparejos de pesca de plástico y nailon. Por ejemplo, la empresa danesa Plastix ha ideado una técnica que permite reciclar mecánicamente fibras de plástico y plásticos rígidos que ya han sido utilizados, procedentes principalmente del sector marítimo. El proceso convierte las fibras procedentes de las redes de pesca, redes de arrastre y cuerdas que antes habrían ido a parar al océano o a un terraplenado en materias primas plásticas vírgenes y de alta calidad. El Grupo Aquafil transforma las redes de pesca de nailon en hilos nuevos que tienen las mismas características que el nailon fabricado con materia prima virgen.

En los últimos años han surgido varias técnicas nuevas que permiten reutilizar los desechos plásticos de forma económicamente viable. No obstante, en las islas pequeñas, los plásticos desechables no están muy extendidos (en los supermercados o en otros lugares), y sería difícil establecer una planta de reciclaje a escala comercial debido a las cantidades limitadas disponibles de insumos de desechos plásticos. En tales casos, otras opciones distintas del reciclaje podrían ser más adecuadas.

### **¿Es el reciclaje una solución económicamente viable?**

Por lo general, las PRF son empresas comerciales que necesitan generar ingresos suficientes para continuar con su actividad. Por ello, una instalación tenderá a elegir la solución más económica para procesar sus desechos plásticos, lo cual podría ser el reciclaje, la incineración con o sin producción de energía, y/o el depósito en terraplenados. La decisión definitiva depende de los gastos e ingresos que represente y de la disponibilidad de infraestructuras locales para los desechos.

Además de las tarifas por recepción de desechos que abonan los buques, hay que tener en cuenta los ingresos potenciales que podrían recuperarse provenientes del reciclaje de los desechos plásticos. Si determinados tipos de desechos plásticos o los hidrocarburos derivados de la transformación química de material plástico pueden venderse de manera rentable, ello debería tenerse en cuenta como una fuente de ingresos adicional.

Los Gobiernos podrían subvencionar la recogida de plásticos con el fin de evitar la generación de basura marina, especialmente, cuando esta repercute en el turismo y en la calidad y cantidad de las poblaciones de peces que son la base del sector pesquero y la acuicultura, los cuales constituyen sectores importantes en algunos países. Con miras a apoyar al sector pesquero, los Gobiernos pueden ofrecer incentivos financieros para la puesta en marcha de actividades encaminadas a la recogida de desechos plásticos, tales como la «pesca de basura» y las campañas de limpieza de playas.

### **Conversión de desechos en energía**

Los modernos incineradores que queman plásticos y otros desechos municipales pueden producir suficiente calor y vapor para hacer girar los álabes de las turbinas y generar electricidad para las redes eléctricas locales. En el conjunto de la UE, donde existen restricciones sobre el depósito en terraplenados de desechos orgánicos, en 2019 se incineró casi el 27% de los desechos municipales (CEWEP 2021). Según el Consejo Mundial de la Energía, es probable que el sector de la conversión de desechos en energía experimente un crecimiento constante en los próximos años, especialmente en la región de Asia y el Pacífico (CME 2013, 7b.6).

La recuperación de energía podría constituir una alternativa valiosa para las fracciones de desechos con altas concentraciones de material plástico que no pueden reciclarse de forma sostenible debido a factores como:

- la cantidad, limpieza y composición de los desechos recogidos;
- la falta de tecnologías disponibles para la clasificación de los desechos; y
- los requisitos que dicta el mercado en relación con la calidad y las normas de los materiales reciclados.

En el caso de este tipo de plásticos, la recuperación de energía es más eficiente en cuanto al uso de los recursos que el depósito en terraplenados o incluso el reciclaje forzado. No obstante, la construcción y explotación de las instalaciones de conversión de desechos en energía son costosas, por lo que sus servicios son, por lo general, más caros que el depósito en terraplenados. Además, como las instalaciones funcionan de forma más eficiente si hay flujos constantes de desechos, sus operadores a menudo se verán obligados a importar material de lugares lejanos.

Los incineradores de gran tamaño son capaces de generar suficiente electricidad para suministrar energía a miles de hogares. Sin embargo, los estudios muestran que el reciclaje de desechos plásticos aún supone un mayor ahorro de energía -al reducir la necesidad de extraer combustibles fósiles para la fabricación de plásticos nuevos- que el que puede obtenerse de incinerar esos desechos junto con otros desechos domésticos. Por último, cabe señalar que las instalaciones de conversión de desechos en energía pueden emitir contaminantes tóxicos, tales como dioxinas, gases ácidos y metales pesados.

### **Utilización de material plástico reciclado en la construcción de carreteras**

La India fue el primer país en utilizar desechos plásticos en la construcción de carreteras. En la actualidad, un proyecto en Australia y Nueva Zelanda investiga la posibilidad de utilizar plásticos reciclados en las carreteras de asfalto.\* En el proyecto se están evaluando diversos métodos para mezclar dichos plásticos con alquitrán y asfalto. El reciclaje de plásticos de este modo podría ser una solución viable para los países que carecen de industrias convencionales de reciclaje de plásticos.

#### **1.4.2 Artes de pesca**

En términos generales, se supone que el 80% de la basura marina procede de fuentes terrestres y se calcula que los plásticos representan entre el 50% y el 80% de toda la basura marina. En general, los datos sobre la basura marina no están normalizados, por lo que resulta difícil tener una visión global de la situación. Según el informe titulado «Fuentes marinas de la basura marina» elaborado por el Grupo de Trabajo 43 del Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino, siguen existiendo grandes lagunas de conocimiento sobre las cantidades y el índice de ALDFG a escala regional y mundial, y sobre muchos de los tipos principales de aparejos de pesca (Gilardi 2021, pp. 21). A escala mundial, no se dispone de cifras absolutas sobre el peso, la longitud u otras métricas cuantitativas de los ALDFG que van a parar cada año a los océanos del mundo, si bien sí existen estimaciones del índice (Gilardi 2021, pp. 27).

La contaminación por artes de pesca tiene graves repercusiones en la fauna marina, los hábitats y las poblaciones de peces, al tiempo que reduce los beneficios de la pesca, destruye los recursos marinos e incrementa los costes operacionales de los armadores y las autoridades como consecuencia de la labor de sustitución y recuperación de los aparejos que han de llevar a cabo. Una vez en el medio marino, los artes de pesca también representan un peligro para la navegación y la seguridad, debido a que las redes y cuerdas flotantes pueden enredarse en las hélices y estropear los artes de pesca que se están utilizando (EIA 2020, pp. 2).

La OMI ha reconocido que es necesario prevenir la contaminación por plásticos procedente de los buques, incluidos los buques pesqueros y los aparejos de pesca. En el Plan de acción para abordar el problema de la basura plástica marina procedente de los buques, adoptado en 2018, se incluyeron varias medidas para hacer frente al problema de los desechos procedentes de los buques pesqueros. De igual modo, en 2019 la FAO publicó las «Directrices voluntarias sobre el marcado de las artes de pesca» con objeto de mejorar el estado del medio marino combatiendo, minimizando y eliminando los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (ALDFG) y facilitando la identificación y recuperación de dichos aparejos (FAO 2019, pp. 1).

#### **1.4.3 ALDFG y desechos pescados de forma pasiva**

Los ALDFG constituyen un problema cada vez más acuciante. Diversos informes de organismos especializados de las Naciones Unidas contienen recomendaciones sobre la manera de reducir los ALDFG y los detritos marinos en general, entre las que figuran las siguientes medidas (Macfadyen, Huntington y Cappell 2009, pp. 87):

- fomentar la recuperación de los aparejos perdidos;
- desarrollar un uso económico de los transpondedores del sistema mundial de determinación de la posición;
- facilitar la recepción y eliminación en tierra;
- establecer límites generales para los artes que se llevan a bordo; y

---

\* Proyecto Austroads n° ATP6305, Use of road-grade recycled plastics for sustainable asphalt pavements (2020-22). <https://austroads.com.au/projects/project?id=APT6305>



- promover que se mejore el diseño de los artes con el fin de reducir las capturas potenciales por aparejos perdidos (conocida también como «pesca fantasma»).

Como señalan Macfadyen, Huntington y Cappell (2009, iv):

Entre los efectos de los ALDFG ... figuran: la captura continuada de especies buscadas y no buscadas (tales como las tortugas, las aves marinas y los mamíferos marinos); las alteraciones del medio bentónico; los peligros para la navegación; los detritos/basura en las playas; la introducción de materiales sintéticos en la red alimentaria marina; la introducción de especies exóticas que llevan los ALDFG; y una serie de gastos relacionados con las operaciones de limpieza y las repercusiones en las actividades empresariales. Por lo general, las redes de enmalle y las nasas/trampas tienen más probabilidades de realizar «pesca fantasma», mientras que otros aparejos, como las redes de arrastre y los palangres, tienen una probabilidad más elevada de ocasionar enredos de organismos marinos, incluidas especies protegidas, y causar daños en los hábitats [Véase también GGGI 2021a].

Los factores que llevan a que los aparejos de pesca se abandonen, pierdan o descarten son numerosos e incluyen, entre otros, las condiciones meteorológicas desfavorables; los factores operacionales relacionados con la pesca, incluido el costo de la recuperación de los aparejos; los conflictos entre artes de pesca; la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada; el vandalismo/robo; y el acceso, costo y disponibilidad de las instalaciones de recogida en tierra. La meteorología, los factores operacionales relacionados con la pesca y los conflictos entre artes de pesca son probablemente los factores más importantes, pero las causas de la acumulación de ALDFG están poco documentadas y no se conocen bien. Es necesario conocer en detalle los motivos por los que se abandonan, pierden o descartan los artes de pesca a la hora de concebir y adaptar medidas eficaces encaminadas a reducir los ALDFG en determinados lugares. [Véase también GGGI 2021b].

### **Desechos pescados de forma pasiva**

Cuando están faenando, los pescadores a menudo se encuentran con desechos que se han quedado atrapados en sus redes (denominados «desechos pescados de forma pasiva»). Por ello, algunas organizaciones no gubernamentales internacionales han creado el programa de «Pesca de basura»,<sup>\*</sup> cuya idea fundamental es bastante sencilla: en lugar de arrojar los desechos al mar, se alienta a los pescadores a que los recojan a bordo y los entreguen de manera gratuita en una PRF al regresar a puerto. De este modo puede reducirse la cantidad de basura marina. Además, en este programa se hace hincapié en la importancia que tiene una buena gestión de los desechos entre la flota pesquera.

En varios planes de acción regionales sobre basura marina se han incluido medidas relacionadas con la pesca de basura.<sup>†</sup>

Además, la Directiva (UE) 2019/883 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de abril de 2019, contiene prescripciones relativas a la gestión de los desechos pescados de forma pasiva, que se incluyeron en la definición de «desechos generados por buques». Los Estados Miembros de la UE tienen la obligación de garantizar la provisión de PRF adecuadas capaces de recibir tales desechos. Con miras a que los costos de recogida y tratamiento de los desechos pescados de forma pasiva no corran exclusivamente a cargo de los usuarios de los puertos, está previsto que los Estados Miembros cubran, cuando proceda, esos costos a partir de los ingresos generados por sistemas de financiación alternativos, entre ellos, los planes de responsabilidad ampliada de los productores, y por la financiación disponible de la Unión, nacional o regional (art. 8).

Varios países ya han implantado esta medida y han puesto en marcha planes para la recepción de desechos pescados de forma pasiva (Drinkwin 2022, pp. 36).

<sup>\*</sup> Véase el sitio web del programa de pesca de basura, <https://fishingforlitter.org/>

<sup>†</sup> Por ejemplo, en el Plan de Acción Regional para la Prevención y Gestión de la Basura Marina en el Atlántico Nordeste; el Plan de Acción Regional sobre la Basura Marina de la Comisión para la Protección del Medio Marino del Mar Báltico; y el Plan de Acción Regional del Pacífico: Basura Marina 2018-2025 elaborado por la Secretaría del Programa regional del medio ambiente para el Pacífico.

En cooperación con las partes interesadas regionales y/o nacionales, los buques participantes reciben bolsas resistentes para recoger la basura marina que queda atrapada en sus redes durante sus actividades pesqueras habituales. Las bolsas llenas se depositan en los muelles de los puertos participantes, donde el personal del puerto las traslada a un contenedor específico para su eliminación. Los desechos operacionales o de cocina generados a bordo, que son responsabilidad del buque, continúan tratándose a través de los sistemas de gestión de desechos establecidos en el puerto.

En virtud de lo dispuesto en la regla 8 del Anexo V del Convenio MARPOL, los Estados Partes están obligados a garantizar la provisión de instalaciones de recepción adecuadas. Dado que no se hace distinción entre los distintos tipos de puertos, se trata de una prescripción que también es aplicable a los puertos pesqueros.

Es evidente que los pescadores no solo capturan peces en sus redes, sino también, de manera no intencionada, basura marina. Con miras a evitar que estos desechos pescados de forma pasiva se arrojen de nuevo al mar, los Gobiernos deberían adoptar medidas que alienten a los buques pesqueros a entregarlos en tierra.

En algunos países se han introducido planes para ofrecer una financiación alternativa que cubra los costos de la recogida y gestión de los desechos pescados de forma pasiva. Tales iniciativas deberían acogerse con agrado, dado que, de lo contrario, los costos que conllevan podrían disuadir a las comunidades de los puertos pesqueros de participar en la gestión de dichos desechos.

En los puertos pesqueros se dispone de instalaciones de recepción donde los pescadores pueden entregar los desechos que han pescado de forma pasiva. Dado que, en términos generales, se trata de un tipo de desechos bastante similar a las basuras generadas por los buques, también es similar la PRF que puede utilizarse para su recogida.



**Figura 2:** Bolsas de gran tamaño utilizadas para la recogida a bordo de desechos pescados de forma pasiva en el Reino Unido (Fotografía: KIMO\*)

---

\* KIMO es una red de autoridades locales de las regiones del Atlántico nordeste y del mar Báltico que colaboran estrechamente para tener unos mares saludables, unas playas limpias y unas comunidades costeras prósperas.



**Figura 3:** Bolsas de gran tamaño utilizadas para la recogida a bordo de desechos pescados de forma pasiva en los Países Bajos (Fotografía: KIMO)



## **2 Instalaciones de recepción para los desechos plásticos procedentes de los buques**

Aunque el Convenio MARPOL no incluye una definición de PRF, en las «Directrices para garantizar que las instalaciones y servicios portuarios de recepción de desechos sean adecuados» (OMI 2000) se establece que «para que las instalaciones sean adecuadas el puerto debería tener en cuenta las necesidades operacionales de los usuarios y facilitar instalaciones de recepción para los tipos y cantidades de desechos de los buques que normalmente utilizan el puerto.»

De acuerdo con la Directiva (UE) 2019/883 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las instalaciones portuarias receptoras a efectos de la entrega de desechos generados por buques, por PRF se entiende «toda instalación fija, flotante o móvil capaz de prestar el servicio de recepción de desechos generados por buques» (art. 2.6). Dichas instalaciones deben tener capacidad para recibir los tipos y cantidades de desechos generados por los buques que utilicen normalmente el puerto, tomando en consideración:

- las necesidades operativas de los usuarios del puerto;
- el tamaño y la situación geográfica del puerto; y
- el tipo de buques que hagan escala en el puerto (art. 4(2)(a)).

Con miras a abordar eficazmente el problema de la basura marina, es fundamental ofrecer el nivel adecuado de incentivos para que se entreguen los desechos en las PRF, en particular los desechos definidos en el Anexo V del Convenio MARPOL (basuras). En la UE esto se consigue mediante un sistema de recuperación de costos basado en la aplicación de una tarifa indirecta, que ha de abonarse con independencia de si se entregan o no desechos. Este sistema incluye el derecho de entrega de desechos sin ningún coste directo adicional basado en el volumen de desechos entregados (art. 8(c) de la Directiva (UE) 2019/883). Dado el grado en que contribuyen a la presencia de basura marina, los sectores de la pesca y de las embarcaciones de recreo también deberían estar sujetos a esta tarifa indirecta.

### **2.1 Actividades en una instalación de recepción**

#### **2.1.1 Recogida**

Los procedimientos para la recogida de las basuras generadas a bordo del buque deberían establecerse teniendo en cuenta lo que puede descargarse legalmente en el mar mientras el buque está en ruta y si un tipo de basura específico puede entregarse en instalaciones para su reciclaje o reutilización.

De conformidad con las «Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL», las clases de basura cuya separación se recomienda a bordo del buque son:

- plásticos no reciclables y plásticos mezclados con basura sin plástico;
- trapos;
- material reciclable;
  - aceite de cocina;
  - vidrio;
  - latas de aluminio;
  - papel, cartón, cartón corrugado;
  - madera;
  - metal; y
  - plástico (incluida la espuma de estireno u otro material plástico similar);
- desechos electrónicos generados a bordo (por ejemplo, tarjetas electrónicas, dispositivos, instrumentos, equipo, ordenadores y cartuchos de impresora); y
- basuras que puedan suponer un riesgo para el buque o la tripulación (por ejemplo, trapos empapados de hidrocarburos, bombillas, ácidos, productos químicos y baterías).



Por consiguiente, los operadores de las PRF deberían tratar de separar estas clases de desechos durante la recogida y evitar que se clasifiquen manualmente los desechos mixtos mediante la utilización de maquinaria específica. En algunos países, la clasificación de desechos en distintas categorías va aún más lejos. Por ejemplo, en el puerto de Rotterdam, el operador de la PRF de desechos sólidos recoge más de 100 tipos de desechos distintos. Para ello es necesario disponer de contenedores de desechos para cada tipo de desecho que se recoja o recoger directamente las fracciones separadas en receptáculos situados a bordo de una gabarra de recogida.



**Figura 4:** Zona de eliminación de desechos sólidos procedentes de la navegación interior en el puerto de Amberes-Brujas (Bélgica) (Fotografía: Puerto Amberes-Brujas (Bélgica))



**Figura 5:** Recogida de desechos procedentes de buques de crucero en el puerto de El Pireo (Grecia) (Fotografía: Antipollution, El Pireo (Grecia))

Para que una PRF pueda recoger todo tipo de desechos sólidos (incluidos los plásticos), se ha de invertir en receptáculos adecuados.

De conformidad con las «Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL», se recomienda separar determinados tipos de desechos a bordo del buque. Se hacen excepciones en el caso de los buques pequeños que no disponen del espacio necesario para mantener los desechos separados. Esto significa que una PRF tiene que proporcionar receptáculos para cada clase diferente de desechos (sólidos), a saber, vidrio, papel y cartón, latas de aluminio, madera, metal, plásticos, desechos electrónicos y determinados tipos de desechos potencialmente peligrosos como latas y residuos de pintura y botellas de detergente.

En Europa occidental, el precio de un contenedor de desechos con capacidad para 1 100 litros es de aproximadamente 250 euros. El precio es más elevado si existen requisitos adicionales, como, por ejemplo, poner un candado en el contenedor, añadir un chip de identificación por radiofrecuencia o instalar un dispositivo de control que mida el nivel de llenado y evite viajes innecesarios desde la estación de almacenamiento o tratamiento hasta el puerto para recoger un contenedor de desechos vacío o casi vacío.

Para la recogida de desechos sólidos por separado, una PRF tiene que disponer de unos diez contenedores de desechos diferentes por buque. En función del tamaño del puerto y del número de escalas, se necesitan múltiples juegos de contenedores de desechos.



**Figura 6:** Contenedor que puede utilizarse para la recogida de una clase de desechos sólidos o de desechos sólidos mixtos (Fotografía: SULO Benelux, <https://sulo.be>)



**Figura 7:** Contenedor que permite la separación de tipos de desechos para evitar clasificarlos en la zona de almacenamiento (facilita el posible reciclaje)  
(Fotografía: SULO Benelux, <https://sulo.be>)

Los contenedores pueden estar provistos de orificios separados para la recogida de vidrio transparente y de color (véase la figura 7).



**Figura 8:** Contenedor para papel y cartón (Fotografía: SULO Benelux, <https://sulo.be>)



Para la recogida de papel, el contenedor puede estar provisto de otro tipo de orificio de entrada (véase la figura 8).

La estructura específica de la tapa del contenedor puede evitar que se produzca contaminación con otros tipos de desechos, lo cual facilita su reciclaje o hace innecesario tener que volver a clasificar los desechos en la zona de almacenamiento.

En caso de que los volúmenes (pequeños) impidan el reciclaje eficaz de determinadas fracciones de desechos, pueden proporcionarse contenedores de mayor tamaño.

Existen distintos tamaños de contenedores para desechos mixtos. El contenedor puede estar abierto, cerrado o provisto de una puerta; puede haberse concebido para un tipo específico de desechos (desechos mixtos, papel y cartón, varios tipos de plásticos, etc.). Estas características dependen de los volúmenes de desechos que los buques hayan notificado o indicado antes de hacer escala en el puerto. Si se cierra el contenedor de desechos después de utilizarlo, se evita que estos se contaminen con los procedentes de otras fuentes (como las actividades de los estibadores).

Los buques de crucero suelen entregar grandes volúmenes de determinados tipos de desechos. Estos buques normalmente están equipados con compactadoras de desechos a bordo, lo que permite paletizar y embalar fácilmente los desechos para facilitar su transporte.

### **2.1.2 Almacenamiento**

En las PRF los desechos suelen estar listos para ser transportados casi inmediatamente a una instalación de reciclaje. En caso de que los desechos reciclables vayan a exportarse, se pueden llevar a su lugar de almacenamiento y meter en contenedores.

Los buques de carga, que suelen tener tripulaciones reducidas, a veces llegan a los puertos con pequeñas cantidades de desechos sólidos. Se han creado contenedores de desechos específicos para estos volúmenes pequeños con el fin de mantener separadas las distintas fracciones de desechos. Seguidamente, las pequeñas fracciones de desechos deben agruparse en una zona de almacenamiento intermedio o en la PRF. Una vez empacados y paletizados, los desechos pueden enviarse a reciclar. En estos casos, la PRF ha de invertir en equipos adicionales de compactación o empaquetado.

Si no hay instalaciones de reciclaje disponibles, los desechos mixtos pueden enviarse a un incinerador o un terraplenado. Como los camiones completamente llenos son más rentables a este respecto, es necesario invertir en espacio de almacenamiento intermedio.

Como se señala en un reciente estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, para que un incinerador sea rentable debe ser capaz de procesar como mínimo 60 000 toneladas de desechos plásticos al año para producir hidrocarburos (Nikiema y otros, 2020, pp. 8). Esta capacidad sería difícil de alcanzar en el caso de algunos países en desarrollo.

El operador de la PRF recoge los contenedores de desechos y los lleva a una zona de almacenamiento intermedio, que puede disponer de un centro de tratamiento in situ, aunque este no es el caso en la mayoría de las PRF. En esta zona de almacenamiento se pueden combinar lotes de determinados tipos de desechos a fin de aprovechar al máximo su volumen antes de transportarlos en camiones completamente cargados a un centro de tratamiento. Los operadores pueden invertir en camiones y encargarse ellos mismos de la recogida y el transporte, o pueden subcontratar esas tareas. Ambas opciones conllevan determinados costos.

El encargado de la recogida de desechos suele llevar los desechos del buque a una zona de almacenamiento intermedio, dado que la capacidad de los buques mercantes, los buques pesqueros y las embarcaciones de recreo es limitada, por lo general. En la zona de almacenamiento, los desechos pueden clasificarse en fracciones reciclables y no reciclables y, en caso necesario, también pueden compactarse y empacarse. Si no hay posibilidades de que se reciclen, los desechos recogidos pueden llevarse directamente a un terraplenado o a un incinerador (cuando sea posible).

En algunos casos, el almacenamiento intermedio de los desechos es importante para optimizar los aspectos logísticos relacionados con el tratamiento. Por ejemplo, mientras que para un operador de terraplenados tal vez sea irrelevante que la cantidad de desechos se duplique o sea nula en una semana determinada, una planta incineradora de desechos depende de que haya un suministro constante y estable. Por tanto, la recuperación térmica de residuos requiere que se desarrollen sistemas para almacenar los desechos previamente tratados

de manera ambientalmente racional. El almacenamiento intermedio ayuda a que se mantenga un equilibrio entre las fluctuaciones estacionales de la generación de desechos, a compensar los periodos de inactividad de las plantas y a salvar los periodos en los que se construyen instalaciones adicionales.

Las instalaciones de almacenamiento intermedio también son necesarias para determinados procedimientos de recuperación de materiales, como, por ejemplo, en las plantas de fundición de vidrio y metal, y para el reciclaje de papel y cartón. A fin de garantizar un suministro constante, el procedimiento normal suele consistir en mantener el material de reciclaje en una instalación de almacenamiento intermedio durante un periodo determinado (por ejemplo, unos meses) con el fin de poder distribuir estas existencias de manera eficiente entre varias ubicaciones. En Austria, por ejemplo, las instalaciones de tratamiento térmico de residuos disponen de depósitos de almacenamiento intermedio con una capacidad equivalente al volumen de los desechos entregados durante un periodo de tres a diez días para salvar las fluctuaciones de suministro a corto plazo (Austria, BMLFUW 2015, pp. 81).



**Figura 9:** Gabarra dedicada a la recogida de basuras y desechos oleosos en el puerto de Amberes (Bélgica). (Fotografía: Mac², <http://www.mac-2.be>)



**Figura 10:** Camiones dedicados a la recogida de desechos en el puerto de El Pireo (Grecia). Fotografía: Antipollution, El Pireo, (Grecia)

### 2.1.3 Clasificación, tratamiento previo y tratamiento

En el interior de las PRF, los desechos recogidos pueden clasificarse en distintas fracciones: reciclables, no reciclables y desechos cuyo tratamiento se realizará en la propia instalación. Entre las operaciones de tratamiento relativamente sencillas que pueden llevarse a cabo en una PRF se encuentran el tratamiento de las aguas residuales y de determinados tipos de desechos oleosos (aguas de sentina, fangos o lavazas) mediante la separación de hidrocarburos y agua y el tratamiento posterior para obtener hidrocarburos de base que puedan ser utilizados por usuarios industriales (como los hornos de cemento) o vendidos como productos. En la mayor parte de los casos, sin embargo, el tratamiento de desechos sólidos, con algunas

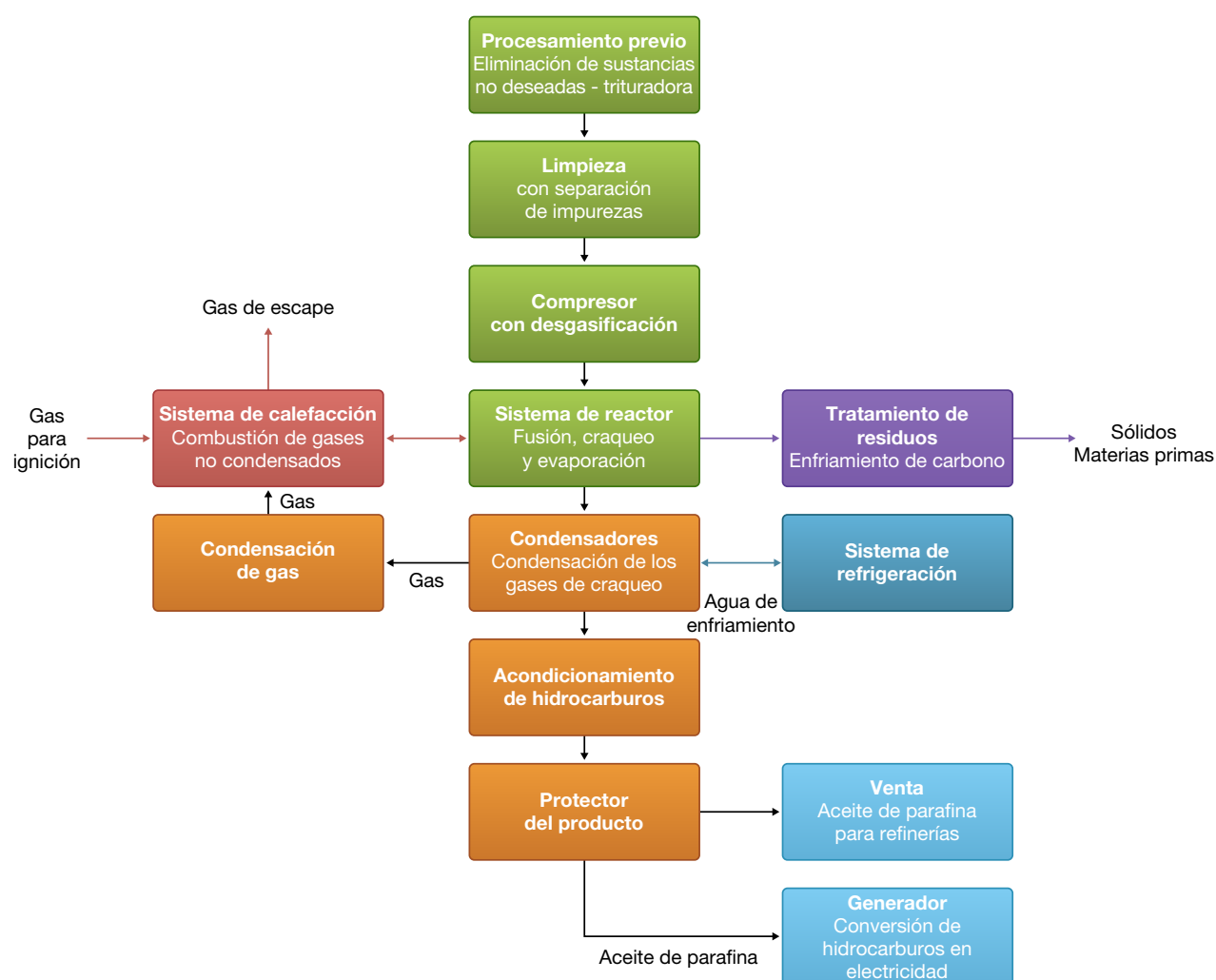
excepciones, se lleva a cabo fuera de la zona portuaria, mientras que las actividades en las PRF se limitan a la separación y/o tratamiento previo de los desechos, incluidas actividades tales como la compactación, el empacado, el lavado y la desinfección.

Haciendo de nuevo referencia a la jerarquía de desechos establecida en la escalera de Lansink (véase la figura 1 del capítulo 1), algunos plásticos, incluidos los desechos de aparejos de pesca, pueden reciclarse si están suficientemente exentos de contaminantes. No obstante, para ello es necesario clasificar los plásticos en fracciones separadas, tales como tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno y poliestireno. Posteriormente, estas fracciones separadas deben transferirse a una empresa especializada en el reciclaje de plásticos.

Los plásticos mixtos pueden reciclarse y transformarse en aceite de parafina mediante pirólisis. El material plástico se tritura en granulados y se transforma, como resultado de la descomposición térmica, en hidrocarburos de base (aceite de parafina que puede venderse a empresas químicas), gas y en una pequeña fracción residual (véase la figura 11). Se trata de un proceso rentable incluso cuando se transforman pequeñas cantidades de plástico (como, por ejemplo, 1 000 kg de material plástico al día).

Los plásticos mixtos también pueden incinerarse con recuperación de energía. Además de producir electricidad, el vapor que se genera de este modo puede utilizarse en invernaderos o para calentar edificios residenciales. Algunos plásticos reciclados también pueden emplearse para la fabricación de paneles compuestos de alto rendimiento para el sector de la construcción.

No obstante, la mayoría de los plásticos aún se depositan en terraplenados debido a la falta de instalaciones de reciclaje o de incineradores. En ocasiones, los desechos plásticos depositados en los terraplenados van a parar al océano.



**Figura 11:** Representación esquemática de una unidad de reciclaje de material plástico basada en la tecnología de pirólisis (Fuente: Biofabrik, (Alemania))

## 2.2 Idoneidad de las instalaciones de recepción

Uno de los requisitos previos para una gestión ambiental racional de las basuras procedentes de los buques (incluidos los plásticos) de acuerdo con las «Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL» es la entrega adecuada de las basuras y su eliminación en tierra. A este respecto, la calidad del servicio prestado y la tarifa por recepción de desechos aplicada por el operador de la PRF pueden determinar el éxito o no de la eliminación (INTERTANKO 2017, pp. 17). Es poco probable que se alcancen las mejoras en la gestión de desechos encaminadas a garantizar el pleno cumplimiento del Convenio MARPOL simplemente mediante la aplicación de medidas coercitivas o la realización de auditorías por parte de los Estados Partes. En la sección 6.3 de las Directrices también se reconoce el valor de los incentivos económicos y de otro tipo para fomentar una mejora en la gestión de desechos. Esto se ha traducido en la puesta en marcha de diversas iniciativas a través de las cuales se reducen los derechos portuarios a los buques cuyo comportamiento ambiental supere lo prescrito por sus obligaciones jurídicas - por ejemplo, el índice ambiental de buques, el Distintivo verde y el índice de clasificación de buques limpios. Algunos de estos programas prevén descuentos en los derechos portuarios si los desechos procedentes de los buques se entregan con regularidad o si se reduce la generación de desechos mediante inversiones en incineradores, compactadores y en técnicas de reutilización.\*

\* Véase <https://www.environmentalshipindex.org/>; <https://www.greenaward.org/>; <https://www.cleanshippingindex.com/>

En 2014 la OMI publicó las «Orientaciones refundidas para los proveedores y usuarios de las instalaciones portuarias de recepción» (enmendadas en 2018 y publicadas como circular MEPC.1/Circ.834/Rev.1). Aunque dichas Orientaciones constituyen una buena base en relación con los procedimientos de mejores prácticas que pueden seguir los buques cuando entregan los desechos, los propietarios de buques que deseen realizar entregas en cada escala portuaria sin demoras indebidas disponen de opciones adicionales. Una de ellas es contratar a una empresa de gestión de desechos que disponga de una red de instalaciones en los puertos y terminales frecuentemente visitados por sus buques. Aunque puede que esto no resulte conveniente para todos los tipos de buques en todas las rutas comerciales, los buques con pautas de actividad regulares y previsibles pueden beneficiarse de saber que en cada escala portuaria pueden entregar y gestionar todos sus desechos de manera adecuada. De esta manera se reduce parte de la incertidumbre financiera que surge cuando los flujos de desechos más difíciles deben desembarcarse en tierra (INTERTANKO 2017, pp. 17).

En caso de que un buque no pueda descargar los desechos en una instalación de recepción, la OMI recomienda encarecidamente al capitán y/o a la compañía que remitan un informe a la Administración del Estado de abanderamiento, con copia a las autoridades competentes del Estado rector del puerto. En el apéndice 1 de las «Orientaciones refundidas para los proveedores y usuarios de las instalaciones portuarias de recepción» figura el formato normalizado para notificar las supuestas deficiencias de las PRF.

Asimismo, es conveniente que los puertos, los proveedores de PRF y los propietarios de buques utilicen los formatos normalizados del impreso de notificación previa y del recibo de entrega de desechos que figuran en los apéndices 2 y 3, respectivamente, de las «Orientaciones refundidas para los proveedores y usuarios de las instalaciones portuarias de recepción». El primero permite a la PRF prepararse para gestionar los desechos del buque incluidos en la notificación del buque de la mejor manera posible, mientras que el segundo sirve para confirmar que el buque ha eliminado los tipos y cantidades de desechos mencionados en el recibo.

## **2.3 Instalaciones de recepción para tipos específicos de buques**

### **2.3.1 Buques mercantes**

En las «Orientaciones refundidas para los proveedores y usuarios de las instalaciones portuarias de recepción» (OMI 2018) se recomienda que los buques que tengan previsto hacer escala en un puerto notifiquen con antelación a las autoridades portuarias los tipos y cantidades de desechos que desean eliminar. Esto permite que la PRF empiece a prepararse para la recogida de los desechos. Cabe señalar que este sistema de notificación previa de la entrega de desechos no suele utilizarse en los puertos pesqueros ni en los de recreo.

Cuando se entregan grandes cantidades de un tipo específico de desechos, es más probable que estos puedan reciclarse. Si únicamente se entregan pequeñas cantidades, es probable que el mayor costo que supone la clasificación manual o mecánica de las distintas fracciones de desechos excluya el reciclaje. En tales casos, las autoridades nacionales pueden contribuir a evitar que la mayor parte de los desechos vaya a parar a terraplenados mediante la adopción de medidas de política, como un incremento de los impuestos a la utilización de depósitos en terraplenados.

El siguiente cuadro, donde se indican las cantidades de desechos generados a bordo de los buques, puede resultar útil a las empresas que deseen invertir en una PRF en un puerto concreto cuando calculen la capacidad de la instalación prevista.

**Cuadro 1:** *Visión general de las cantidades de desechos generados, los factores y los métodos de tratamiento a bordo (Fuente: Adaptado de CE Delft, 2017, 5–6)*

Tipo de desechos	Ritmo de generación	Factor	Tratamiento a bordo
Aguas de sentina oleosas	0,01 m <sup>3</sup> a 13 m <sup>3</sup> al día; los buques más grandes generan mayores cantidades	Condensación y fugas en la cámara de máquinas; tamaño del buque	La cantidad puede reducirse entre un 65% y un 85% mediante la utilización de un separador de agua e hidrocarburos y la descarga de la fracción acuosa al mar.
Residuos de hidrocarburos (fangos)	m <sup>3</sup> a 0,03 m <sup>3</sup> de fangos por tonelada de fueloil pesado 0 a 0,01 m <sup>3</sup> por tonelada de gasoil para usos marinos	Tipo de combustible; consumo de combustible	La evaporación puede reducir la cantidad de fangos hasta en un 75%. La incineración puede reducir la cantidad de fangos en un 99% o más.
Aguas del lavado de tanques (lavazas)	20 m <sup>3</sup> a cientos de m <sup>3</sup>	Número de limpiezas del depósito; tamaño de la capacidad de carga	Tras la sedimentación, la fracción de agua puede descargarse en el mar.
Aguas sucias	0,01 m <sup>3</sup> a 0,06 m <sup>3</sup> por persona y día. A veces las aguas sucias se mezclan con otras aguas residuales. La cantidad total oscila entre 0,04 m <sup>3</sup> y 0,45 m <sup>3</sup> por persona y día.	Número de personas a bordo; tipos de inodoros; duración del viaje	Los efluentes procedentes de las instalaciones de tratamiento suelen descargarse al mar cuando está permitido en virtud del Anexo IV del Convenio MARPOL.
Plástico	0,001 m <sup>3</sup> a 0,008 m <sup>3</sup> de material plástico por persona y día	Número de personas a bordo	A menudo no se incineran. El material plástico sucio (plásticos que han estado en contacto con alimentos) suele tratarse como un flujo de desechos aparte.
Desechos de alimentos	0,001 m <sup>3</sup> a 0,003 m <sup>3</sup> por persona y día	Número de personas a bordo; provisiones	Cuando está permitido en virtud del Anexo V del Convenio MARPOL, los desechos de alimentos suelen descargarse en el mar.
Desechos domésticos	0,001 m <sup>3</sup> a 0,02 m <sup>3</sup> por persona y día	Número de personas a bordo; tipos de productos utilizados	n.a.
Aceite de cocina	0,01 litros a 0,08 litros por persona y día	Número de personas a bordo; tipos de alimentos elaborados	Aunque no está permitido, a veces se sigue añadiendo el aceite de cocina al tanque de fangos.
Cenizas del incinerador	0,004 m <sup>3</sup> a 0,06 m <sup>3</sup> al mes	Utilización del incinerador; costo de utilizar el incinerador	El incinerador no se utiliza para todos los tipos de desechos, principalmente para el papel, a veces para los fangos oleosos.
Desechos operacionales	0,001 m <sup>3</sup> a 0,1 m <sup>3</sup> por persona y día	Tamaño y edad del buque; tipo de carga	n.a.
Residuos de carga	0,001% a 2% de la carga	Tipo de carga; tamaño del buque	n.a.

n.a. = no se aplica

El ejemplo práctico que figura a continuación ilustra que los volúmenes de desechos sólidos procedentes de los buques son, por lo general, bastante reducidos:

Cabe esperar que un buque de carga dotado de 20 tripulantes en un viaje de 14 días genere el siguiente volumen máximo de material plástico: 20 personas x 14 días x 0,008 m<sup>3</sup> por persona y día = 2,24 m<sup>3</sup>. En los buques de crucero, donde se dispone de compactadores, este volumen puede reducirse considerablemente.



La generación de desechos en un buque también puede verse influida por el origen cultural de la tripulación, dado que los tripulantes de algunos países tienden a consumir más productos envasados individualmente (por ejemplo, comida precocinada que puede calentarse en el microondas, refrescos y cerveza), mientras que los de otras nacionalidades tal vez prefieran utilizar productos alimenticios voluminosos para elaborar sus comidas (como, por ejemplo, bolsas de arroz de hasta 50 kg de peso) y beber agua de grandes recipientes. El agua mineral puede comprarse en envases grandes (de hasta 50 litros), lo que reduce la cantidad de envases de plástico. Otros productos pueden entregarse en recipientes que pueden ser reutilizados después de limpiarse y son aceptados por el fabricante.

### 2.3.2 Buques de crucero

En el transcurso de la última década, los cruceros se han convertido en parte integral del sector turístico. La mayor parte del negocio ofrece sus servicios a pasajeros de América del norte y Europa, pero otras regiones, como Asia y el Pacífico y Oriente Medio, se están poniendo al día.

En los buques de crucero a veces viajan varios miles de pasajeros y tripulantes. La mayor parte de estos pasajeros come dos o tres veces al día en el restaurante a bordo del buque, se ducha a diario, etc. Esto se traduce en grandes cantidades de basura y aguas sucias (aguas residuales procedentes de cocinas, duchas, inodoros y lavanderías). Además de los desechos líquidos, se generan grandes volúmenes de desechos sólidos (latas de metal, botellas de vidrio, papel, cartón, etc.). Debido al carácter lujoso de estos viajes, la producción de desechos es superior a la normal.

Un informe del Grupo de Trabajo sobre la protección del medio marino ártico del Consejo Ártico señala que los buques de crucero que transportan entre 15 y 3 000 personas en viajes con una duración de 7 a 15 días o de 15 a 30 días generan, respectivamente, entre 210 kg y 90 000 kg y entre 450 kg y 180 000 kg de desechos regidos por el Anexo V del Convenio MARPOL. Se calcula que los pasajeros de buques de crucero generan alrededor de 2,0 kg por persona y día (PAME 2017, pp. 14).

Desde la adopción del Convenio MARPOL en 1973, las líneas de cruceros y las autoridades portuarias han implantado sistemas de gestión ambiental con el fin de garantizar que sus operaciones se llevan a cabo de manera respetuosa con el medio ambiente. Las líneas de cruceros procuran por todos los medios reducir, clasificar y gestionar los desechos generados a bordo conforme a lo dispuesto en el Anexo V del Convenio MARPOL. Varias de ellas han suscrito el objetivo ambiental de «cero descargas» de desechos sólidos al mar. Con miras a alcanzar este objetivo, en los últimos años las líneas de cruceros han hecho lo posible por reducir la generación de desechos a casi la mitad. Del mismo modo, los puertos de cruceros tratan de implantar la gestión de desechos sólidos y establecer instalaciones, tecnologías y servicios destinados a garantizar la continuidad del ciclo de vida de las basuras procedentes de los buques de crucero (Pallis, Papachristou y Platias 2017, pp. 57).

La clasificación de las basuras establecida en el Anexo V del Convenio MARPOL no siempre plasma las diferencias entre la gestión de basuras en tierra y en el mar. Por ejemplo, en el caso de la primera a menudo se exige la recogida por separado de los desechos potencialmente peligrosos, un tipo de desechos que no aparece definido en el Convenio MARPOL. Con objeto de evitar que se produzcan cortes en la interfaz buque-tierra, es fundamental contar con un sistema integrado de gestión de desechos sólidos a bordo y en tierra. La elaboración e implantación de programas integrales que tengan en cuenta todos los tipos de desechos y todas las etapas del proceso de la gestión de desechos en su conjunto es el mejor modo de abordar los efectos negativos de dicha gestión (Pallis, Papachristou y Platias 2017, 58).

Según estos mismos autores, un enfoque integral de la gestión de desechos debería basarse en los cinco principios que se indican a continuación:

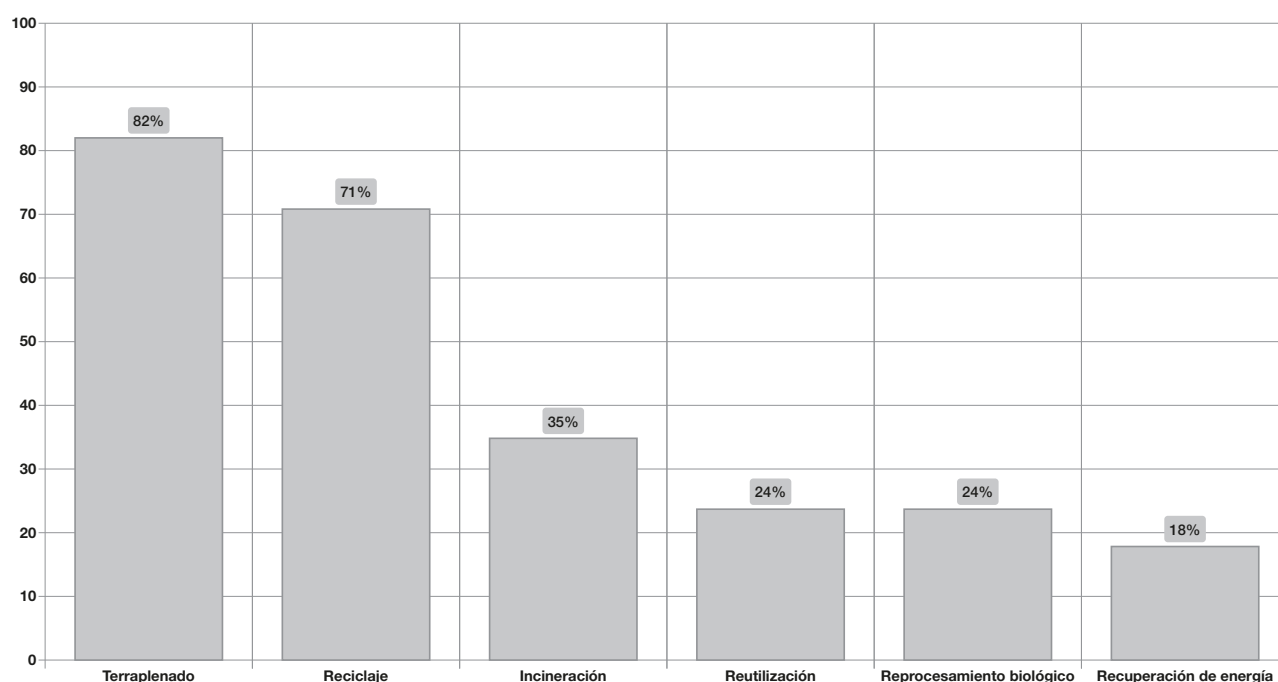
- Jerarquía de gestión de desechos - encaminada principalmente a prevenir la generación de desechos y a reducir los perjuicios que ocasiona. Cuando esto no sea posible, los materiales de desecho deberían reutilizarse, reciclarse, recuperarse o utilizarse como fuente de energía. Como último recurso, los desechos deberían eliminarse de forma segura.
- Autosuficiencia a nivel comunitario - esto implica el establecimiento de una red integrada de instalaciones de eliminación de desechos.

- Implantación de las mejores técnicas disponibles sin incurrir en costos excesivos - de modo que se reduzcan al máximo los efectos ambientales y se haga de la manera más rentable.
- Proximidad - los desechos deberían eliminarse lo más cerca posible de la fuente.
- Responsabilidad del productor: los agentes económicos y, en particular, los fabricantes han de implicarse en la gestión de todo el ciclo de vida de las sustancias, componentes y productos, empezando por la producción y a lo largo de toda su vida útil hasta convertirse en desechos.

El examen de más de 50 puertos de cruceros del Mediterráneo realizado por Pallis, Papachristou y Platias (2017) revela que se trata de un sector muy diverso. Algunos puertos recogen las basuras por separado e intentan reutilizar o reciclar los desechos, mientras que otros aún no están tan avanzados debido a la falta de instalaciones de tratamiento adecuadas para determinados tipos de desechos. No obstante, en virtud de la nueva Directiva 2019/883 de la UE, que entró en vigor en 2021, se obliga a los puertos de la UE a que, 24 meses después de su adopción, intensifiquen sus esfuerzos encaminados a reciclar los desechos domésticos de los buques de crucero.

Los miembros de la Asociación Internacional de Líneas de Cruceros se comprometen a reducir al máximo los desechos y a separar las basuras de sus buques por tipos de desechos con miras a permitir su reutilización y reciclaje.\*

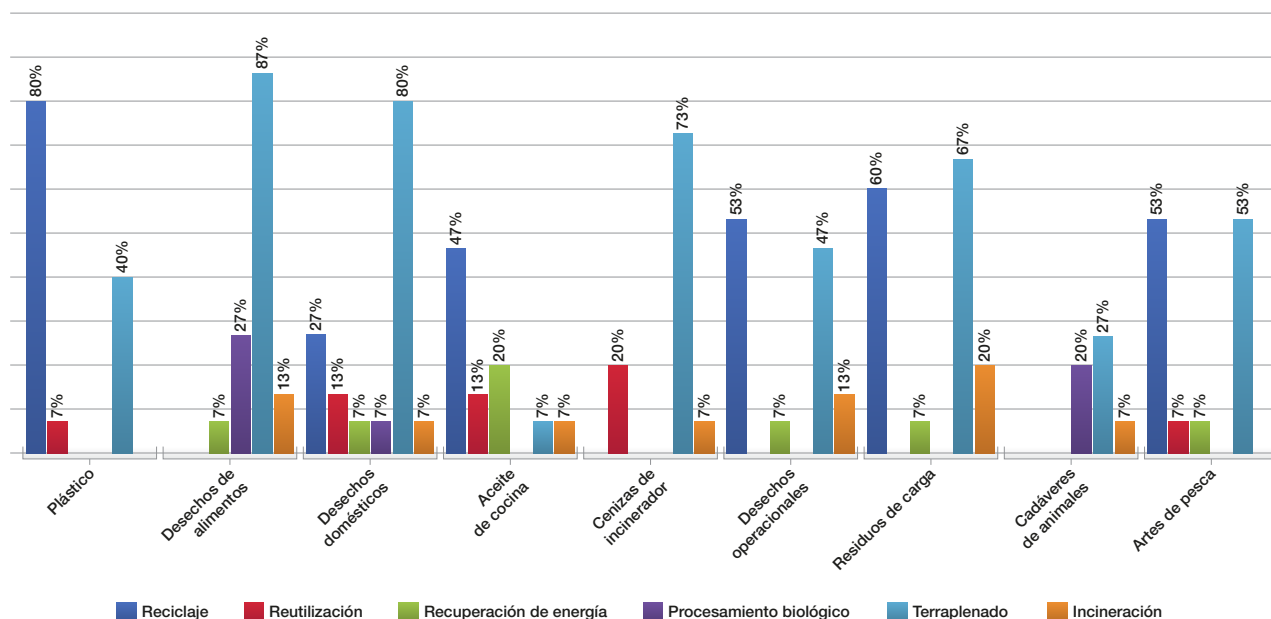
Durante los cruceros, se han de eliminar las basuras con regularidad. En el caso de los buques de crucero que hacen escala en puertos de acuerdo con un calendario establecido, pueden celebrarse acuerdos de gestión de desechos a medida con los distintos puertos a fin de facilitar las operaciones y aprovechar al máximo la reutilización y el reciclaje de los distintos tipos de desechos.



**Figura 12:** *Métodos de eliminación de basuras utilizados en los puertos de cruceros del mar Mediterráneo, 2015 (Fuente: Pallis, Papachristou y Platias, 2017, pp. 65)*

\* Véase el sitio web de la asociación: <https://cruising.org/en-gb>





**Figura 13:** Métodos de eliminación de basuras utilizados en los puertos de cruceros del mar Mediterráneo, por tipo de basuras, 2015  
(Fuente: Pallis, Papachristou y Platias, 2017, pp. 66)

### 2.3.3 Buques pesqueros

Por «puerto pesquero» se entiende un puerto de desembarque y distribución de pescado capturado. Estos puertos pueden ser para uso recreativo, pero en la mayoría de los casos son comerciales. Además, un puerto pesquero suele contar con instalaciones de almacenamiento, distribución, preparación y envasado de pescado fresco o ultracongelado.

Estos puertos normalmente los frecuentan embarcaciones pesqueras locales y, como cualquier otro puerto, deberían disponer de instalaciones de recepción de los desechos procedentes de estas embarcaciones. Debe prestarse especial atención a la recogida de artes de pesca al final de su vida útil, artes recuperados, ALDFG y desechos pescados de manera pasiva.

En virtud de la regla 8 del Anexo V del Convenio MARPOL, los Estados Parte están obligados a garantizar la provisión de instalaciones de recepción adecuadas. Esto incluye también a los puertos pesqueros, dado que no se hace distinción entre los distintos tipos de puerto.

El Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972 (el «Convenio de Londres») y su Protocolo de 1996 (el «Protocolo de Londres») rigen el vertimiento en el mar de desechos procedentes principalmente de fuentes terrestres. La eliminación de plásticos en el mar está de hecho prohibida por el Convenio y el Protocolo de Londres, si bien el régimen es más estricto en virtud del Protocolo adoptado más recientemente. De conformidad con lo dispuesto en el Protocolo, se prohíben todos los vertimientos, salvo las ocho categorías de desechos que figuran en el anexo 1 del mismo, cuyo vertimiento al mar podrá considerarse si las autoridades competentes han expedido un permiso tras llevar a cabo una evaluación ambiental.

En el Convenio y el Protocolo de Londres también se abordan las fuentes de basura marina como los dispositivos de concentración de peces abandonados o a la deriva y las boyas de poliestireno y espuma de poliestireno utilizadas en la acuicultura, y se observa que el control de las fuentes y las mejores prácticas son importantes a la hora de hacer frente a estos problemas.\*

\* Se han elaborado las «Directrices para la evaluación de desechos de pescado» (2014) de manera específica en el marco del Protocolo de Londres.

La UE calcula que entre el 80% y el 85% de la basura marina es material plástico y que los aparejos empleados en la pesca comercial representan el 27% de toda la basura que se encuentra en las playas.\* Puede que los aparejos de pesca solo tengan una vida útil de tres a seis meses de uso intensivo. Con el desgaste, pueden engancharse, romperse y hundirse en el fondo marino. Cuando los aparejos viejos regresan a tierra, han de tratarse como desechos. En la actualidad, la mayor parte de los puertos pesqueros pagan por depositar en terraplenados los aparejos al final de su vida útil. La utilización de artes de pesca sería más sostenible si el material pudiera reciclarse y transformarse en productos nuevos, pero deben superarse algunas dificultades antes de que esta práctica pueda generalizarse. Por ejemplo, algunos puertos pequeños carecen de instalaciones de almacenamiento adecuadas. Los desechos de artes de pesca también son difíciles de reciclar, debido a que se componen de muchos tipos diferentes de plástico y otros materiales (Seafish, s.f.). Deberían introducirse mejoras en el diseño de los artes de pesca con el fin de evitar la pérdida total o parcial de dichos artes y sus componentes. Por otro lado, cada vez hay más empresas capaces de reciclar artes viejos.

Es evidente que los pescadores no solo capturan peces en sus redes, sino también, de manera no intencionada, basura marina. Con miras a evitar que estos desechos pescados de forma pasiva se arrojen de nuevo al mar, los Gobiernos deberían adoptar medidas que alienten a los buques pesqueros a entregarlos en tierra.

En algunos países se han introducido planes para ofrecer una financiación alternativa que cubra los gastos de la recogida y gestión de los desechos pescados de forma pasiva. Tales iniciativas deberían acogerse con agrado, dado que, de lo contrario, los gastos que conllevan podrían disuadir a las comunidades de los puertos pesqueros de participar en la gestión de dichos desechos.

### **2.3.4 Embarcaciones de recreo**

Como señala la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos:

Muchas personas utilizan las aguas costeras para la navegación de recreo y como puertos deportivos. El crecimiento de la navegación de recreo, junto con el crecimiento del desarrollo de las zonas costeras en general, se ha traducido en una mayor concienciación acerca de la necesidad de proteger la calidad ambiental de nuestras vías navegables. Debido a que los puertos deportivos se encuentran justo al borde del agua, existe una gran posibilidad de que sus aguas se contaminen con los contaminantes generados por las diversas actividades que tienen lugar en ellos - tales como la limpieza de embarcaciones, las operaciones de toma de combustible y la descarga de inodoros marinos- o por la entrada en las cuencas de los puertos deportivos de la escorrentía de las aguas de lluvia procedentes de los aparcamientos y de las zonas de mantenimiento y reparación de los cascos. (EPA, n.d.)

Con miras a reducir la carga financiera que supone la entrega de desechos, numerosos operadores de puertos deportivos han introducido un sistema «sin tarifas especiales» por el que los usuarios de las embarcaciones de recreo pueden utilizar sus instalaciones de recepción sin coste adicional tras realizar trabajos de limpieza o reparación del casco. Türkiye ha creado un distintivo especial (similar a una tarjeta de crédito) que todos los propietarios de yates han de adquirir cuando recalán por primera vez en un puerto deportivo del país. Cada vez que el propietario entrega desechos (aguas sucias, aguas de sentina y/o desechos domésticos), se anota electrónicamente en la tarjeta. Cuando se produce un derrame en las inmediaciones de los yates, los guardacostas pueden leer sus tarjetas y comprobar si han entregado sus desechos con regularidad.

Como señala el Departamento de Protección Ambiental del Estado de Massachusetts (s.f.), entre los desechos sólidos que se encuentran en los puertos deportivos figuran:

- desechos procedentes de las actividades de mantenimiento y reparación de las embarcaciones (por ejemplo, cajas de transporte, restos de tablas y metales, trapos de limpieza, papel, piezas viejas de motores, virutas de fibra de vidrio, serrín, residuos de construcción, residuos de chorreado con arena, barreduras de suelos, polvo de lijado, bombillas fundidas, pilas, basuras, botellas, latas, láminas de plástico, lonas desgastadas y filtros sucios);

---

\* Véase el párrafo 5 del preámbulo de la Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente.

- desechos procedentes de oficinas y tiendas del puerto deportivo (por ejemplo, papel usado, cajas, materiales de envío, barreduras de suelos, vasos, material de oficina usado, botellas, latas y basuras); y
- desechos procedentes de las propias embarcaciones (por ejemplo, envases de bebidas, restos de comida, basuras, desechos de la limpieza del pescado, sedales viejos, trapos de limpieza sucios, colillas, papeles, bolsas de plástico, utensilios y platos).

En la mayoría de los puertos deportivos se cobra una tarifa fija a los yates que hacen escala en ellos, que suele cubrir el uso de electricidad y agua potable y la eliminación de desechos domésticos y aguas sucias. Un sistema de tarifas de este tipo elimina los incentivos para realizar vertimientos ilícitos de desechos en el mar.

La gestión del fin de servicio de los buques de plástico reforzado con fibra está convirtiéndose en un problema importante en numerosos países, especialmente en aquellos que no disponen de instalaciones adecuadas de reciclaje o eliminación. A menudo tales buques se arrojan al mar o se deja que se desintegren en la costa. Las Partes Contratantes del Convenio y el Protocolo de Londres, en coordinación con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, están elaborando un documento de orientación sobre la mejor manera de reciclar y/o eliminar los buques abandonados de plástico reforzado con fibra (OMI 2021a, párrafo 4.5.; OMI 2021b, párrafos 10.5 a 10.9).

Los desechos sólidos que tengan algún componente potencialmente peligroso, tales como el ácido de una batería con fugas o los desconchones de pintura antiincrustante tóxica, deben ser eliminados como desechos potencialmente peligrosos. Los puertos deportivos disponen de depósitos de desechos especiales a puerta cerrada para desechos peligrosos. En tales casos, el operador del puerto deportivo tiene que comprobar el tipo de desecho que se va a entregar.



## **3      Análisis económico**

### **3.1    Introducción**

Desde la adopción del Convenio MARPOL en 1973, ha aumentado y evolucionado la concienciación mundial acerca de los problemas ambientales. Han surgido ideas nuevas sobre el modo de gestionar las operaciones de manera responsable y respetuosa con el medio ambiente. Numerosas compañías navieras y autoridades portuarias han implantado sistemas de gestión ambiental. Las compañías establecen frecuentemente objetivos ambientales con el fin de favorecer la reducción continua de su impacto ambiental. A ello se une el deseo cada vez mayor de incorporar los principios de sostenibilidad y responsabilidad social de las empresas.

Además del Convenio MARPOL, numerosos Estados rectores de puertos han adoptado prescripciones nacionales y regionales que estipulan que los buques deberían descargar determinados tipos de desechos y residuos regidos por el Convenio MARPOL en las PRF. Los Estados rectores de puertos también podrán especificar los medios de eliminación que deben utilizarse a fin de satisfacer las prescripciones relativas a la cuarentena y demás prescripciones reglamentarias. Por ello, los operadores deberían asegurarse de tener una visión completa y actualizada de las prescripciones nacionales y regionales relacionadas con las PRF. Dicha información puede obtenerse directamente de las autoridades de los Estados rectores de puertos, o a través de los agentes del puerto o de las asociaciones comerciales que representan a los sectores naviero y/o portuario.

Las prescripciones de carácter más restrictivo vigentes en las zonas especiales y las zonas de control de las emisiones definidas en el Convenio MARPOL revisten especial importancia en relación con la eliminación de la contaminación marina procedente de los buques.

El costo total del establecimiento y explotación de una PRF está en función no solo de los gastos que supone la recogida de desechos de un buque, sino también de los de reciclaje, tratamiento y eliminación final. Además, también hay que tener en cuenta los gastos de personal y administrativos.

Las empresas privadas solo invertirán en equipos que faciliten la recogida de desechos procedentes de los buques si se trata de una operación rentable. Los ingresos potenciales vienen determinados por parámetros tales como el número de buques que hacen escala en un puerto determinado, el número de buques que solicitan un servicio de recogida de desechos, las cantidades recogidas y la tarifa por recepción de desechos percibida. Con un sistema de tarifas directas, únicamente los buques que soliciten ese servicio deben pagar por él.

Por tanto, es importante conocer los volúmenes potenciales de desechos plásticos generados a bordo de los buques y los tipos específicos del material plástico en cuestión. Esta información da una idea de las posibles opciones de reciclaje o tratamiento de los desechos plásticos. No obstante, el plástico solo es una de las diversas categorías de basuras procedentes de los buques: también se recogerán otros tipos de desechos.

En las siguientes secciones se ofrece en primer lugar una visión general sobre el modo de evaluar los volúmenes potenciales de plástico. Seguidamente, se facilita información más pormenorizada acerca de los costos e ingresos de una PRF (costos directos, costos indirectos e ingresos netos). En función de los volúmenes en cuestión, se presentan sugerencias desde una perspectiva de economía circular sobre lo que puede hacerse con los desechos plásticos (prevención, reutilización y reciclaje). La selección de una técnica específica para el reciclaje de plásticos depende en gran medida de los tipos y volúmenes recogidos en una zona portuaria (suponiendo que los desechos procedentes de los buques se gestionen de forma similar a los desechos domésticos normales procedentes de los hogares que habitan en las inmediaciones de ese puerto).

El presente informe se centra en distintos tipos de puertos, tales como los puertos mercantes o los industriales, los de cruceros, los pesqueros y los puertos de las embarcaciones de recreo. Los volúmenes potenciales de desechos plásticos están relacionados con el número de tripulantes y pasajeros.

### 3.2 Desechos plásticos a bordo de los buques

Diversos estudios (por ejemplo, CE Delft, 2017) presentan datos relacionados con los desechos procedentes de auditorías de buques, entrevistas, revisiones bibliográficas, encuestas en línea realizadas entre las partes interesadas y auditorías de los impresos de notificación de la entrega de desechos. Para casi todos los tipos de desechos procedentes de los buques existe una variedad de flujos de desechos y métodos de tratamiento a bordo. Las pruebas empíricas recopiladas en estos estudios muestran que los buques utilizan diversos métodos de tratamiento y a menudo solo tratan parte del flujo de desechos. Por consiguiente, las cantidades de desechos que se generan a bordo y las cantidades que se descargan en las PRF nunca son idénticas: algunos desechos se eliminan utilizando equipos y técnicas a bordo, tales como la incineración, la evaporación del agua de sentina, los compactadores y las trituradoras.

Si los operadores de las PRF necesitan evaluar los posibles flujos de desechos que van a recogerse, pueden calcularse los volúmenes de desechos mediante una combinación de la información sobre el tipo de buque, su tamaño, la duración de la travesía y el número de tripulantes y pasajeros. Los párrafos siguientes se centran específicamente en los desechos plásticos.

De conformidad con la definición del Anexo V del Convenio MARPOL, por «plástico» se entiende:

un material sólido que contiene como ingrediente esencial uno o más polímeros de elevada masa molecular y al que se da forma, durante la fabricación del polímero o bien durante la transformación en producto acabado, mediante calor o presión, o ambos. Las propiedades físicas de los plásticos varían, de modo que estos pueden ser desde duros y quebradizos hasta blandos y elásticos. A los efectos del presente anexo, por «todos los plásticos» se entiende toda la basura consistente en materia plástica o que comprenda materia plástica en cualquier forma, incluida la cabuyería y las redes de pesca de fibras sintéticas, las bolsas de plástico para la basura y las cenizas del incinerador de productos de plástico.

Esto significa que la fracción de plástico dentro de la fracción total de desechos sólidos que rige el Anexo V del Convenio MARPOL está formada por diferentes tipos de plástico. A efectos de reciclaje, es necesario clasificar las distintas fracciones de plástico.







En el siguiente cuadro se facilita una visión general de los diferentes tipos de plástico y sus usos, y se indica también si un determinado tipo de plástico puede incinerarse a bordo y si es reciclable o no.

**Cuadro 2:** *Diferentes tipos de plásticos encontrados en las basuras de los buques*  
(Fuente: INTERTANKO, 2020, páginas 21–22)

Nombre del plástico	Símbolo		Usos	Observaciones
Tereftalato de polietileno (PET o PETE)			Se encuentra en: botellas de refrescos, agua y cerveza, botellas de enjuague bucal, envases de mantequilla de cacahuets, envases de aliños para ensaladas y de aceite vegetal	Los plásticos de PET son los más comunes para las bebidas embotelladas de un solo uso porque son baratos, ligeros y fáciles de reciclar.  Incinerar: sí Reciclar: sí

Nombre del plástico	Símbolo		Usos	Observaciones
Polietileno de alta densidad (HDPE)			Se encuentra en: jarras de leche, botellas de zumo, botellas de detergente y limpiadores domésticos, botellas de champú, algunas bolsas para la basura y para la compra, botellas de aceite de motor, envases de mantequilla y yogur, forros de cajas de cereales, botellas de detergente para la ropa, botellas de aceite, bolígrafos, contenedores para reciclaje, baldosas, tuberías de desagüe, madera, bancos, casetas para perros, mesas de pícnic, vallas.	El HDPE es un plástico versátil con numerosos usos, utilizado especialmente para envasado. No entraña ningún riesgo de lixiviación de productos químicos perjudiciales y es fácilmente reciclable y se transforma en muchos productos.  Incinerar: Sí Reciclar: Sí
Policloruro de vinilo (PVC)			Se encuentra en: botellas de limpiacristales y detergente, botellas de champú, botellas de aceite de cocina, envases transparentes de alimentos, revestimientos de cables, equipos médicos, revestimientos, ventanas, tuberías, paneles de cubierta, suelos, cables, alfombrillas.	El PVC es sólido y resiste bien los efectos de la intemperie, por lo que se suele utilizar para tuberías, revestimientos y aplicaciones similares.  El PVC contiene cloro, por lo que en su fabricación pueden desprenderse dioxinas sumamente peligrosas. En caso de tener que cocinar con PVC, no debe permitirse que el plástico entre en contacto con los alimentos.  Incinerar: no, nunca debe incinerarse el PVC porque desprende toxinas. Reciclar: sí
Polietileno de baja densidad (LDPE)			Se encuentra en: botellas compresibles, pan, alimentos congelados, bolsas de la compra y de la tintorería, bolsas de mano, ropa, muebles, alfombras, cubos de basura, cubos de compostaje, sobres para envíos, paneles y madera.	El LDPE es un plástico flexible con numerosas aplicaciones. Entraña poco o ningún riesgo de lixiviación de productos químicos perjudiciales.  Incinerar: sí Reciclar: sí



Nombre del plástico	Símbolo		Usos	Observaciones
Polipropileno			Se encuentra en: algunos envases de yogur, botellas de sirope, botellas de ketchup, tapones, pajitas, frascos de medicamentos, luces para la señalización, cables de batería, escobas, cepillos, cajas de baterías de automóviles, rascadores de hielo, palés, bandejas.	El polipropileno tiene un punto de fusión elevado, por lo que suele elegirse para recipientes que deben tolerar líquidos calientes. Entraña poco o ningún riesgo de lixiviación de productos químicos perjudiciales.  Incinerar: sí  Reciclar: sí
Poliestireno			Se encuentra en: platos y vasos desechables, bandejas de carne, cartones de huevos, envases de comida para llevar, botes de aspirinas, cajas de discos compactos.	Hay pruebas de que el poliestireno puede lixiviar posibles toxinas a los alimentos. Puede desprender estireno, que también se conoce como benceno de vinilo y feniletano.  Incinerar: sí  Reciclar: sí
Varios / otros			Se encuentra en: botellas de agua de tres y cinco galones, materiales antibalas, gafas de sol, DVD, fundas de iPod y ordenador, carteles y expositores, ciertos envases de alimentos, nailon, madera de plástico, productos a medida.	En esta categoría se agrupa una amplia variedad de resinas plásticas que no encajan en las categorías anteriores.  Incinerar: sí  Reciclar: sí

### 3.3 Costos e ingresos de una instalación de recepción

#### 3.3.1 Costos directos

Por costos directos se entiende los gastos operacionales derivados de la entrega efectiva de desechos procedentes de los buques, entre los que están, como se señala en el documento REMPEC/WG.45/9/2 (2019, apéndice, párrafo 78), los relativos a:

- la provisión de infraestructura para las PRF, como, por ejemplo, contenedores, tanques, herramientas de tratamiento, gabarras, camiones, centro de recepción de desechos, instalaciones de tratamiento, laboratorios y oficinas;
- el arrendamiento del terreno, si procede, o los costos de arrendamiento del equipo necesario para el funcionamiento de la PRF;
- el funcionamiento de la PRF: recogida de desechos procedentes del buque, transporte de los mismos desde la instalación para su tratamiento final, mantenimiento y limpieza de la instalación, remuneración del personal (incluidas las horas extraordinarias), suministro de electricidad, análisis de desechos y seguros;



- la reutilización, reciclaje o eliminación finales de los desechos procedentes de los buques, incluida la recogida por separado de desechos; y
- la administración: facturación, emisión de recibos por recepción de desechos a los buques, elaboración de informes.

Los costos directos pueden verse influidos por la disponibilidad de infraestructuras de tratamiento de desechos existentes: los puertos situados en las inmediaciones de grandes concentraciones industriales pueden tener un mayor acceso a instalaciones de tratamiento de desechos en tierra (tales como instalaciones de incineración y/o terraplenados), lo que podría implicar costos menores para el tratamiento de los desechos procedentes de los buques debido a que se pueden manipular volúmenes mayores y reducir los costos de transporte (REMPEC/WG.45/9/2 2019, apéndice, párrafo 79). En algunos países de la UE, la eliminación de desechos plásticos está subvencionada por el Gobierno en el marco del Pacto Verde Europeo.

Los puertos situados en pequeños Estados insulares en desarrollo a veces tienen dificultades a la hora de gestionar sus propios desechos y sus terraplenados no siempre cumplen las normas internacionales. Añadir desechos procedentes de los buques a los volúmenes nacionales no es una opción viable en esos puertos, aun cuando dispongan de PRF que acepten desechos, debido a la falta de instalaciones de tratamiento adecuadas. En un informe elaborado para el Organismo de Pesca del Foro de las Islas del Pacífico, Leney, Blaha y Lee (2021) proponen que se introduzca una «fianza de desechos» que se abonará en el momento de la concesión de la licencia. Los autores recomiendan que los buques pesqueros guarden sus desechos plásticos a bordo para entregarlos en un puerto donde puedan manipularse adecuadamente. La utilización de compactadores permite reducir de manera considerable el volumen de los desechos.



**Figura 14:** Compactador de desechos compacto para papel y plásticos  
(Fotografía: SULO <https://www.tecnor.be>)

### 3.3.2 Costos indirectos

Por costos indirectos se entiende los gastos administrativos derivados de la gestión del sistema de recogida de desechos procedentes de los buques en el puerto, entre los que están, como se señala en el documento REMPEC/WG.45/9/2 (2019, apéndice, párrafo 80), los relativos a:

- la elaboración y aprobación del plan de recepción y manipulación de desechos, incluidas las auditorías del plan y su implantación;
- la actualización del plan de recepción y manipulación de desechos, incluidos los costos de mano de obra y de consultoría, cuando proceda;

- la organización de procedimientos de consulta para la evaluación y reevaluación del plan de recepción y manipulación de desechos;
- la gestión de los sistemas de notificación previa de la entrega de desechos y de recuperación de costos, incluidos la aplicación de tarifas reducidas a los «buques ecológicos», la provisión de sistemas de tecnología de la información y las comunicaciones a nivel portuario, el análisis estadístico y los costos de mano de obra asociados;
- la organización de procedimientos de contratación pública para la provisión de PRF y la expedición de las autorizaciones necesarias;
- la comunicación de la información a los usuarios del puerto mediante la distribución de folletos, la colocación de señales y carteles en el puerto o la publicación de la información en el sitio web del puerto y la notificación electrónica de la información en caso necesario; y
- otros gastos administrativos: supervisión de las exenciones y notificación electrónica de esta información, en caso necesario.

### **3.3.3 Ingresos netos**

Por ingresos se entiende los ingresos netos procedentes de los planes de gestión de desechos y de la financiación nacional o regional disponible, entre los que están, como se señala en el documento REMPEC/WG.45/9/2 (2019, apéndice, párrafo 81), los elementos relativos a los ingresos que se indican a continuación:

- los beneficios financieros netos que proporcionan los planes de responsabilidad ampliada de los productores;
- otros ingresos netos procedentes de la gestión de desechos, tales como los planes de reciclaje (por ejemplo, la venta de hidrocarburos de base u otros productos derivados del petróleo tras el tratamiento de desechos oleosos, la venta de determinados tipos de plástico a instalaciones de reciclaje); y
- otros mecanismos de financiación o subvenciones a disposición de los puertos para la gestión de desechos y de las pesquerías (en Europa, los Gobiernos nacionales o las autoridades portuarias a menudo subvencionan la entrega gratuita de desechos plásticos).

En el caso de las PRF, los ingresos brutos «normales» son una combinación de las tarifas por recepción de desechos que abonan los buques y los ingresos procedentes de los desechos que pueden venderse para su reciclaje o de los que se transforman de tal forma que puedan venderse como productos. Por ejemplo, si una PRF es la adjudicataria de un contrato público para la recogida de los desechos procedentes de los buques que hacen escala en un puerto determinado, las disposiciones contractuales se estipularán en el pliego de condiciones. Las tarifas por lo general están en función del tamaño del buque, el número de tripulantes y/o pasajeros y de otras características específicas. En diversos puertos escandinavos, la PRF factura a la autoridad portuaria.

## **3.4 Elementos fundamentales de las evaluaciones económicas y financieras**

Como se ha señalado, las PRF privadas, que por lo general no reciben subvenciones de los Gobiernos, han de poder cubrir todos sus costos de recogida, transporte y tratamiento de desechos mediante el cobro de una tarifa por recepción de desechos a los usuarios. Las instalaciones de recepción gestionadas por las autoridades públicas en ocasiones se financian con cargo a los presupuestos generales del Estado (y no son rentables).

### **3.4.1 Instalaciones de recepción**

Los Estados Partes en el Convenio MARPOL están obligados a garantizar la disponibilidad de PRF adecuadas en cada puerto que visitan los buques que realizan viajes internacionales o nacionales. Cuando el puerto es relativamente pequeño, la recogida de desechos procedentes de los buques podrá combinarse con la recogida de desechos domésticos, dado que los desechos sólidos generados a bordo son muy similares a los generados por los municipios y ciudades.

Si los buques solo visitan de manera irregular un puerto, se podrán facilitar depósitos para que los desechos se recojan por separado o mezclados. Estos depósitos podrán recogerse durante el horario habitual de trabajo.

Con miras a aumentar la cantidad de desechos desembarcados en tierra, podría introducirse un sistema de tarifas indirectas (como, por ejemplo, un sistema «sin tarifas especiales»), por el que los buques abonan una tarifa fija por la entrega de basuras, independientemente de si hacen uso o no de las instalaciones de recepción (REMPEC 2019). Con este sistema se elimina el incentivo de que los buques viertan sus desechos al mar para evitar el costo directo de su entrega. Asimismo, reduce el costo para los usuarios de la PRF, debido a que los que no son usuarios también contribuyen a la provisión de las instalaciones de recepción.

Los buques mercantes generan cantidades relativamente pequeñas de desechos, que son difíciles de reciclar de forma rentable, debido a que es necesario llevar a cabo una clasificación adicional de los plásticos. Este tipo de reciclaje solo resultará rentable a las compañías que utilicen tecnologías que les permitan obtener determinados productos a partir de una mezcla de plásticos diferentes. De manera alternativa, los plásticos mixtos pueden incinerarse para producir electricidad.

Los puertos de cruceros que los buques de crucero visitan con regularidad reciben grandes cantidades de desechos sólidos. Por lo general, estos tipos de desechos están bien separados, compactados y empacados con el fin de facilitar su transferencia y transporte. Debido a los volúmenes en cuestión, el reciclaje de determinadas fracciones, incluidos los plásticos, puede ser más rentable que en los puertos mercantes, donde los volúmenes son considerablemente inferiores, si se dispone de las instalaciones de reciclaje necesarias.

En los puertos más pequeños, como los puertos pesqueros, solo se suelen entregar cantidades limitadas de desechos procedentes de los buques. Los desechos domésticos procedentes de los buques pesqueros más pequeños pueden recogerse a través del sistema municipal de recogida de desechos, mientras que los desechos específicos como el agua de sentina y los desechos potencialmente peligrosos de menor tamaño (como, por ejemplo, las pilas, cajas de pintura y bombillas) pueden entregarse a los operadores de desechos autorizados existentes. Los grandes buques de pesca industrial, que permanecen en alta mar durante varias semanas o meses y no necesariamente hacen escala solo en su puerto de origen, tienen un perfil completamente distinto y se adaptan mejor a los sistemas de tarifas existentes, como las tarifas indirectas o las directas que se basan en el tipo y las cantidades de desechos. En caso de que estos buques pesqueros naveguen por zonas con recursos limitados para la gestión y el tratamiento de desechos (por ejemplo, en las aguas que rodean las islas lejanas del Pacífico), podría aplicarse un «enfoque logístico inverso» por el que los buques de suministro que entregan provisiones y combustible a los buques pesqueros recojan los desechos generados por estos últimos. Estos buques de suministro normalmente son de mayor tamaño y están equipados con instalaciones de desechos más adecuadas, incluidos depósitos, compactadores e incineradores que cumplen las prescripciones establecidas en el Convenio MARPOL (Leney, Blaha y Lee 2021, pp. 56-57). Los buques pesqueros más pequeños que no cuentan con el apoyo de los buques de suministro y que navegan en las inmediaciones de sus puertos de origen en ocasiones pueden permanecer más tiempo en el puerto, en función de la temporada de pesca. Esto significa que la recogida de desechos a veces puede ser muy irregular y tener cantidades diversas. Las empresas dedicadas a la recogida de desechos que funcionan en este tipo de entornos han de diversificar sus fuentes de desechos (por ejemplo, mediante la recogida de desechos procedentes de la industria o de empresas de almacenamiento) a fin de poder seguir en activo.

### **Ejemplo:**

Numerosos puertos de la UE utilizan sistemas de tarifas indirectas por recepción de desechos que se basan en la solidaridad entre la flota pesquera. La tarifa por recepción de desechos que debe pagar cada buque suele depender de su tamaño o de la potencia de su motor. Los buques no abonan la tarifa por recepción de desechos cada vez que hacen escala en un puerto, sino más bien, a intervalos regulares (de manera mensual, trimestral o anual). Se trata de una tarifa que no está directamente relacionada con las cantidades de los desechos entregados en una PRF, lo que constituye un buen incentivo para que los pescadores entreguen sus desechos en tierra. Los costos de recogida y tratamiento de desechos se dividen entre todos los buques pesqueros que tienen su base en un puerto determinado (principio de solidaridad).

Además de los tipos «normales» de desechos, como las basuras y los desechos oleosos, las PRF de los puertos pesqueros también tienen que gestionar los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados

(ALDFG). Los aparejos de pesca no son tan fáciles de reciclar, pero existen empresas especializadas que ofrecen estos servicios. Las opciones de reciclaje dependen en gran medida de los tipos de fibra utilizados en los aparejos (por ejemplo, el nailon).

Un informe sobre buenas prácticas para prevenir y reducir la basura plástica marina procedente de las actividades de pesca elaborado en el marco del Proyecto GloLitter incluye diversos estudios de casos que ilustran el modo de prevenir, mitigar y remediar los ALDFG (Giskes y otros, 2022).

Además de los desechos normales procedentes de los buques, las PRF también pueden manipular desechos pescados de forma pasiva (desechos atrapados en las redes de manera no intencionada durante las operaciones de pesca). Sería injusto responsabilizar a los pescadores de los costos adicionales que implica la gestión de estos desechos. En caso de penalizarlos por llevarlos a tierra, podrían sentirse tentados de arrojarlos de nuevo al mar.

Dados los efectos económicos que la basura marina tiene en el turismo (debido a las playas contaminadas que deben limpiarse) y en las poblaciones de peces, conviene que los Gobiernos nacionales y locales establezcan sistemas que cubran el costo adicional de desembarcar los desechos pescados de forma pasiva sin que se repercuta ese costo a los pescadores.

En cuanto a los puertos de recreo, sería preferible implantar un sistema de tarifas indirectas por recepción de desechos a fin de incentivar la eliminación de los desechos sólidos y las aguas sucias. Con un sistema de tarifas en el que esté todo incluido, los usuarios de las embarcaciones de recreo eliminarán regularmente las aguas sucias y las basuras en las instalaciones que proporcionan los puertos deportivos. Pueden establecerse tarifas separadas aplicables a servicios adicionales tales como la limpieza del casco y la entrada en dique seco, que abonarán directamente los usuarios.

### **3.4.2 Reciclaje**

El reciclaje de plástico en las PRF solo es posible si se cumplen determinadas condiciones, en particular:

disponibilidad de una industria de reciclaje de plásticos en las proximidades del puerto;

volúmenes suficientes de plásticos (potencialmente combinados con plásticos similares recogidos en la ciudad o municipio cercano), dado que los desechos plásticos deben cumplir determinados parámetros de calidad. Los plásticos deben clasificarse por productos (PET, PVC, etc.), lavarse, compactarse y empacarse antes de que puedan reciclarse debidamente. Además, en caso de poder utilizar plásticos mixtos en el proceso de reciclaje, es necesario que haya un equilibrio entre los distintos productos plásticos.

En los casos en que los volúmenes de desechos plásticos no sean suficientes para el reciclaje, se podrán incinerar a fin de producir electricidad siempre que se disponga de las instalaciones necesarias, o incorporarse de manera parcial al pavimento bituminoso.

## **3.5 Ejemplos prácticos de instalaciones de recepción para la recogida de basuras en puertos de todo el mundo**

### **3.5.1 Puerto A: Puerto principal en el Mediterráneo (Tánger Med (Marruecos))**

El puerto A es un puerto principal donde se hacen aproximadamente 12 000 escalas al año. Se encuentra a una hora en coche de la ciudad más cercana y no puede beneficiarse de la recogida municipal de desechos.

Los datos utilizados se basan en supuestos y cifras medias de generación de desechos extraídas de estudios anteriores.

**Cuadro 3:** Ejemplo práctico: número y tipo de buques que hacen escala en el puerto A y generación de desechos durante un año

Tipo de buque	Número	Promedio de días en el mar	Personas a bordo	Desechos domésticos (m <sup>3</sup> )	Plásticos (m <sup>3</sup> )
Graneleros	113	10	25	706,25	141,25
Portacontenedores	2 234	10	25	13 962,50	2 792,50
Transbordadores	9 949	0,5	500	62 181,25	12 436,25
Buques tanque	243	10	25	1 518,75	303,75
Buques que transportan gas licuado	43	10	25	268,75	53,75
<b>TOTAL</b>	<b>12 582</b>			<b>78 637,25</b>	<b>15 727,50</b>

**Nota:** Basado en los datos sobre generación de desechos de la NEA y el PM Group (2009); AESM (2015).

El volumen potencial de desechos domésticos generados a bordo de los buques que hacen escala en este puerto se sitúa entre 0,02 y 0,03 metros cúbicos por persona y día (m<sup>3</sup>/p/d). A efectos del presente ejemplo, supongamos que es de 0,025 m<sup>3</sup>/p/d.

El volumen potencial de plásticos (desechos) generados a bordo se sitúa entre 0,001 m<sup>3</sup>/p/d y 0,008 m<sup>3</sup>/p/d. A efectos del presente ejemplo, supongamos que es de 0,005 m<sup>3</sup>/p/d.

¿Qué cabe deducir de estas cifras?

**1** Número de buques que hacen escala en el puerto A al día =  $12\,582 \div 365 = 35$ . Debido a influencias estacionales, esta cifra podría fluctuar entre 26 y 43 buques al día (lo cual puede consultarse en la capitania del puerto).

**2** El promedio del volumen potencial de basuras de un buque es de 6,25 m<sup>3</sup>, de los cuales los plásticos representan alrededor de 1,25 m<sup>3</sup> de media.

**3** Los desechos domésticos contienen una cierta cantidad de desechos potencialmente reciclables (vidrio, papel y cartón, metal, etc.). El puerto objeto de estudio en el presente ejemplo es un puerto grande, por lo que merece la pena que se considere la posibilidad de reciclar algunas fracciones de desechos. La PRF puede plantearse la posibilidad de invertir en receptáculos de mayor tamaño en los que puedan verse todo tipo de desechos, pero la clasificación de los mismos debería llevarse a cabo en las propias instalaciones mediante la utilización de equipo de clasificación manual o mecánico.

### ¿Qué se necesita para la recogida de desechos procedentes de los buques que hacen escala en este puerto?

Si el puerto solo dispone de un proveedor de servicios para la recogida de desechos sólidos, la PRF debe invertir en varios depósitos de basura. Por ejemplo, tal vez podrían reciclarse las siguientes fracciones de desechos cerca del puerto:

- papel y cartón;
- plásticos;
- aluminio;
- desechos electrónicos); y
- vidrio blanco y de color.

Esto significa que la PRF necesita cinco depósitos de desechos específicos para estas fracciones y uno o dos suplementarios para desechos mixtos.

Para atender las necesidades de cada buque que hace escala en el puerto en un día determinado, la PRF necesitaría disponer de 50 juegos de depósitos (en nuestro ejemplo, el número máximo previsto de buques al día es de 43), lo que a 7 depósitos por buque asciende un total de 350 contenedores.

Si estos depósitos no pueden vaciarse el mismo día, probablemente habrá que duplicar el volumen. Supongamos que basta con 500 depósitos y que cada uno tiene una vida útil de 5 años.

Costo de la inversión:  $500 \text{ depósitos} \times 250 \text{ euros} = 125\,000 \text{ euros}$

$50 \text{ contenedores de desechos (15 m}^3) \times 1\,500 \text{ euros} = 75\,000 \text{ euros}$

Costo anual:  $(125\,000 \text{ euros} + 75\,000 \text{ euros}) \div 5 \text{ años} = 40\,000 \text{ euros}$

### **Número de camiones necesarios para el transporte de los desechos procedentes del buque a la PRF**

De acuerdo con la información extraída de los planes de gestión de desechos en el puerto de los principales puertos de Europa, casi el 50% de los buques que hacen escala en ellos (incluidos los de Rotterdam, Amberes y Hamburgo) entregan basuras en las PRF.

Si, en el ejemplo anterior de un puerto principal del norte de África, hacen escala 35 buques al día, tendrán que entregar sus basuras entre 17 y 18 buques. Esto significa que es necesario realizar un total de 34 a 36 viajes de ida y vuelta para llevar los receptáculos de desechos a cada buque y recogerlos después llenos. En ocasiones se podrán combinar viajes si los buques están amarrados cerca unos de otros, lo que reducirá el número total de viajes. Si la recogida de desechos se realiza en dos turnos (entre las 6 de la mañana y las 10 de la noche), se puede calcular fácilmente el número de camiones necesarios para dar servicio a todo el puerto.

El segundo elemento es el número de viajes que puede realizar un camión durante un turno. Dependiendo de dónde se encuentran la PRF y el buque en el puerto, puede estimarse la duración de los viajes. Supongamos que se tarda una hora en llevar los depósitos y recogerlos llenos. Un camión puede hacer unos seis viajes de ida y vuelta, incluidos la emisión de recibos de entrega de desechos y otros trámites, la descarga de los depósitos de desechos en la PRF, la hora de comer y demás actividades. Esto significa que se necesitan tres camiones para un turno. No obstante, los desechos recogidos deben transportarse posteriormente a empresas de reciclaje, instalaciones de incineración o terraplenados. Por tanto, la PRF tiene que invertir en más camiones o subcontratar parte del transporte.

Supongamos que un camión tiene una vida útil de 10 años.

$3 \text{ camiones} + 1 \text{ camión adicional} = 4 \text{ camiones} \times 100\,000 \text{ euros precio de costo por camión} = 400\,000 \text{ euros}$   
costo de inversión

Si la PRF está en funcionamiento todos los días de la semana, serán necesarios 5 o 6 conductores.

Costo de depreciación anual de un camión (sin contar el combustible, seguro ni el mantenimiento):

$400\,000 \text{ euros} \div 10 \text{ años} = 40\,000 \text{ años}$

### **Superficie de terreno necesaria para el almacenamiento, clasificación, envasado y etiquetado de desechos, análisis, aparcamiento, oficinas, etc.**

A continuación se indican los elementos que habrán de tenerse en cuenta:

- zona administrativa (verja + oficina + laboratorio);
- zona de almacenamiento en función del tipo de desechos, el grado de riesgo, etc.;
- garaje/taller para camiones;
- zona de aparcamiento para el personal y los visitantes; y
- zona de almacenamiento intermedio.

El costo de inversión por metro cuadrado variará en función de la ubicación y de las prescripciones establecidas por las autoridades en materia de prevención de la contaminación del suelo, incendios y accidentes. Si se conoce el precio medio por metro cuadrado de un almacén, oficina, etc., se puede calcular el costo de construcción.

Si la PRF elige recoger los desechos mezclados en depósitos de mayor tamaño, es necesario clasificarlos en fracciones reciclables de manera manual o mecánica. Para ello es necesario que se invierta en equipos de clasificación, compactación y paletización de desechos. Una vez decidido, podrá calcularse el costo de adquisición del equipo.

El anexo V del Convenio MARPOL no distingue entre distintos tipos de plástico. Aun cuando la fracción de plástico se recoja por separado, debería tenerse en cuenta que no todos los plásticos son reciclables. Aún será preciso clasificar los plásticos en diferentes fracciones en las propias instalaciones. Para las instalaciones de reciclaje es preferible que los plásticos se hayan lavado (a fin de eliminar la contaminación) y compactado en pacas (dimensiones habituales: 1,8 m x 1,2 m x 1 m). En algunos casos, los plásticos se redimensionan (se trituran para obtener granulados). Todo ello requiere una inversión adicional de capital y/o de mano de obra. En los cálculos actuales no se han tenido en cuenta dichas inversiones adicionales.

### **Visión de conjunto del costo de inversión completo (equipos, camiones, terreno, construcciones) de una PRF**

Para poner en marcha su negocio, un operador de PRF ha de disponer de un terreno suficiente donde poder albergar oficinas, una zona de almacenamiento, una zona de aparcamiento para camiones, depósitos de desechos vacíos y llenos, instalaciones sanitarias, infraestructura de suministro de energía, etc. También han de adoptarse disposiciones en relación con el transporte para la recogida de desechos y su entrega en la instalación.

En los siguientes párrafos se muestra el modo en que se calculan los gastos de capital y de funcionamiento correspondientes.

#### **Gastos de capital**

##### **a) Inversión en depósitos de desechos (véase lo anteriormente expuesto)**

En el supuesto de que se necesiten 500 depósitos y que la vida útil prevista de cada uno sea de cinco años, el costo anual (inversión total: 5 años) ascenderá a 40 000 euros.

##### **b) Transporte de los desechos recogidos a las instalaciones de tratamiento**

Será necesario transportar de manera adicional las fracciones de desechos reciclables a las instalaciones de la compañía de reciclaje. Dado que el precio de determinados tipos de plástico fluctúa a lo largo del año, esto podría repercutir en la superficie de almacenamiento necesaria, al tener que contar con más espacio si la compañía de reciclaje ofrece un precio insuficiente a la PRF.

En el caso del puerto A se ha supuesto que se necesitarían cuatro camiones y calculado la depreciación anual de cada camión en **40 000 euros**.

##### **c) Arrendamiento del terreno**

Supongamos que se arriendan 2 hectáreas, o 20 000 m<sup>2</sup>, de terreno a la autoridad portuaria a un costo de 3 euros/ m<sup>2</sup>/año, lo que representa un costo anual de 60 000 euros. Otra opción es adquirir el terreno, en cuyo caso debería tenerse en cuenta su amortización.

#### **Gastos de funcionamiento**

##### **d) El reciclaje de plásticos es más costoso que el depósito en terraplenados**

Si se tienen en cuenta todos los pasos (recogida, transporte, manipulación de los desechos, entrega a una empresa de reciclaje), la tarifa por recepción de desechos que abona el buque debería cubrir las posibles pérdidas en que se incurra durante el reciclaje. Por lo general, el depósito de desechos en terraplenados es

hasta 200 euros/tonelada más barato que el reciclaje. Por consiguiente, las autoridades competentes deberían tomar medidas para compensar esas pérdidas, por ejemplo, mediante un impuesto adicional sobre los desechos que se depositen en terraplenados o se incineren.

En el presente ejemplo no se ha tenido en cuenta este costo adicional.

#### e) Personal

Se ha supuesto que son necesarios diez empleados para la parte administrativa (notificación previa de la entrega de desechos, impresos de eliminación de desechos, facturación, coordinación de tareas, labor de laboratorio, ventas), dos o tres empleados para la manipulación de desechos in situ y cinco o seis conductores para los camiones, lo que significa que la PRF necesitaría contar con entre 20 y 25 empleados en total.

#### Costo directo total

##### Gastos de capital al año

Receptáculos de desechos	<b>40 000 euros</b>	
Camiones	<b>40 000 euros</b>	
Arrendamiento del terreno	<b>60 000 euros</b>	
Construcción:	<b>65 000 euros</b>	
– almacén: 3 000 m <sup>2</sup> x 300 euros/m <sup>2</sup> =		900 000 euros
– oficina/laboratorio/duchas: 400 m <sup>2</sup> x 1 000 euros/m <sup>2</sup> =		400 000 euros
Total: 1 300 000 x 5% depreciación =		<b>65 000 euros</b>

##### Gastos de funcionamiento al año

##### Costos de transporte de 4 camiones

Mantenimiento, neumáticos	1 500 euros/camión =	6 000 euros
Seguro	2 000 euros/camión =	8 000 euros
Varios	1 500 euros/camión =	6 000 euros
Combustible	50 000 km x 1,20 euros/litro de gasóleo	x 25l/100km/camión = 60 000 euros
Costos totales de transporte:		<b>80 000 euros</b>

**Personal:** 20 empleados (aprox. 60 000 euros/persona, incluidos seguridad social, horas extraordinarias, fines de semana)

Total: 20 x 60 000 euros= **1 200 000 euros**

**COSTO TOTAL de funcionamiento de una instalación (sin incluir el coste de eliminación o incineración):**  
**40 000 euros (receptáculos de desechos) + 40 000 (cuatro camiones) + 60 000 (arrendamiento del terreno)**  
**+ 65 000 (construcción) + 80 000 (costos de transporte de 4 camiones) + 1 200 000 (personal) = 1 485 000 euros**

#### Total de desechos procedentes de los buques recogidos en un año completo:

Total de desechos recogidos en el puerto A:	<b>78 637,25 m<sup>3</sup></b>
Plásticos:	15 727,50 m <sup>3</sup>
Residuos (desechos domésticos)	62 909,75 m <sup>3</sup>

Según una calculadora de desechos en línea (<https://avcalc.com/wp/>), 1 m<sup>3</sup> de basuras equivale a unos 481 kg.



Si los desechos mixtos se incineran o depositan en un terraplenado, se ha de abonar una tarifa. En Bélgica, la tarifa aplicable a la incineración de desechos mixtos es de aproximadamente 100 euros/tonelada y la aplicable al depósito en terraplenados es también de aproximadamente 100 euros/tonelada.

Esto significa que el costo de eliminar los tipos de desechos residuales es de  $(62\,909,75 \times 0,481)$  toneladas  $\times$  100 euros/tonelada = **3 025 958 euros**. Si solo el 50% de los buques que hacen escala en el puerto descarga sus desechos, el costo de eliminación asciende a aproximadamente **1 500 000 euros**.

**COSTO TOTAL de la PRF, incluidas la eliminación o incineración de desechos: 1 485 000 euros + 1 500 000 = aprox. 3 000 000 euros**

#### **Ingresos:**

##### **a) Tarifa por recepción de desechos de las basuras: 200 euros/buque**

Suponiendo que todos los buques estén obligados a pagar una tarifa indirecta fija, independientemente de que descarguen o no sus desechos en ese puerto, y que el 10% de ellos esté exento de abonarla por motivos de diversa índole (como, por ejemplo, son usuarios habituales del puerto o son buques de guerra):

Con aproximadamente 12 500 escalas/año - 10% de buques exentos (1 250), esto supone unos ingresos de 11 250 buques  $\times$  200 euros correspondientes a la tarifa indirecta por recepción de desechos = **2 250 000 euros**

##### **b) Ingresos procedentes de los plásticos que pueden reciclarse:**

Se recogen 15 727,50 m<sup>3</sup> de plásticos.

En el supuesto de que todos estos plásticos se hayan clasificado debidamente, será necesario compactarlos en pacas. Supongamos también que 1 m<sup>3</sup> de plástico puede compactarse en un tercio de su volumen.

$$15\,727,50\text{ m}^3 \div 3 = 5\,242,50\text{ m}^3$$

$$1\text{ paca } (1,8\text{ m} \times 1,2\text{ m} \times 1\text{ m} = 2,16\text{ m}^3)$$

$5\,242,50\text{ m}^3 \div 2,16\text{ m}^3 = 2\,427$  pacas. El peso de una paca puede oscilar entre 200 kg y 325 kg, con lo que el promedio es de 262,5 kg

$$2\,427\text{ pacas} \times 262,5\text{ kg} = 637\text{ toneladas}$$

Con objeto de estimar los ingresos potenciales procedentes del reciclaje de plásticos clasificados, se ha utilizado la lista indicativa de precios de las instalaciones de reciclaje de plástico del Reino Unido para los distintos tipos de plástico (de mayo de 2020). Suponiendo que todos los tipos de plástico estén presentes por igual en el material plástico recogido, el precio medio asciende a 246,62 euros/tonelada.

Ingresos procedentes del reciclaje de plástico = 637 toneladas  $\times$  246,62 euros/tonelada = **157 096,94 euros**  
**Total general: 2 250 000 euros + 157 096,94 euros = 2 407 096,94 euros**

#### **Conclusión:**

Los ejemplos de las tarifas aplicables a la incineración y al depósito en terraplenados utilizados en este ejercicio corresponden a Bélgica, donde se aplican algunas de las tarifas más elevadas del mundo. Si la tarifa aplicable al depósito en terraplenados fuera de solo 40 euros/tonelada, en lugar de 100 euros/tonelada, el costo de eliminación se reduciría de 1 500 000 euros a 600 000 euros y la PRF podría obtener beneficios.

Si el operador de la PRF puede reducir aún más sus desechos mixtos, podrá reducir sus gastos relacionados con el depósito en terraplenados o la incineración, por un lado, e incrementar sus ingresos procedentes de las fracciones reciclables, por otro.

### 3.5.2 Puerto B: Puerto pequeño de África occidental (Banjul (Gambia))

El puerto de Banjul está situado en Gambia, cuya población es de 2,5 millones de habitantes aproximadamente. La actividad industrial allí es limitada. Los desechos domésticos se depositan en terraplenados, pero estos no cumplen las normas internacionales, por lo que existe riesgo de contaminación ambiental. En la actualidad no se dispone de ninguna PRF en el puerto (según la información que figura en la base de datos del GISIS).

Se pueden utilizar las estadísticas facilitadas por la Capitanía Marítima para calcular las inversiones que tendría que realizar el operador de una posible PRF.

**Cuadro 4:** Ejemplo práctico: tipo, número y arqueo bruto medio de los buques que hacen escala en el puerto B (Fuente: Capitanía Marítima del puerto B)

Tipo de buque	Arqueo bruto total	Número	Arqueo bruto medio
Portacontenedores	1 893 130	123	15 391
Buques de transbordo rodado	1 359 656	26	52 294
Graneleros de carga seca	492 793	91	5 415
Buques de crucero/ transbordadores	133 767	7	19 109
Buques de carga general	91 171	10	9 117
Graneleros de carga líquida	469 369	32	17 792
<b>TOTAL</b>	<b>4 539 886</b>	<b>289</b>	<b>15 709</b>

**Nota:** Datos de 2016.

Tomando como base el Tercer Estudio de la OMI sobre los Gases de Efecto Invernadero (2014), es posible evaluar el consumo medio de combustible de estos buques, teniendo en cuenta su tipo y tamaño. Si se conoce el tamaño de, por ejemplo, un buque portacontenedores o un petrolero, se puede calcular la producción media de fangos, dado que representa un determinado porcentaje del consumo de combustible. Los fangos son la principal fuente de desechos oleosos encontrados en el puerto B, donde no hacen escala los petroleros para crudos.

Los portacontenedores tienen planes de navegación regulares, con escalas en Algeciras o Tánger Med como puerto principal y en varios puertos de África. Hacen escala en el puerto B 15 días después de iniciar su viaje. En la base de datos del GISIS no figura información sobre la existencia de PRF en los diversos puertos de los planes de navegación.

Los portacontenedores tienen una capacidad media de 2 500 unidades equivalentes a 20 pies.

Como ya se ha señalado, el consumo de combustible puede calcularse a partir del tamaño medio de un buque, lo que permite también estimar los volúmenes potenciales de fangos generados a bordo. No obstante, el presente informe se centra en los desechos sólidos y en los plásticos en particular.

En cuanto a la producción de basuras a bordo de estos buques y las posibles necesidades de recogida de desechos, se parte de los siguientes supuestos:

- La tripulación media está formada por 25 marinos.
- La mayor parte del comercio a granel está relacionada con el cemento procedente de los países vecinos.
- La carga líquida a granel consiste en productos refinados procedentes de los países vecinos.
- Al no disponer de datos sobre los buques de crucero (como, por ejemplo, sus planes de navegación y número de pasajeros), no se han tenido en cuenta.
- En el caso de los portacontenedores, la duración del viaje al puerto B es de 15 días; en el de los demás buques, que proceden principalmente de países cercanos, se supone que la travesía es de cinco días de media en el mar.

**Cuadro 5:** *Generación de desechos durante un año de los buques que hacen escala en el puerto B*

Tipo	Número	Promedio de días en el mar	Personas a bordo	Desechos domésticos (m <sup>3</sup> )	Plásticos (m <sup>3</sup> )
Portacontenedores	123	15	25	1 153,12	230,63
Buques de transbordo rodado	26	5	25	81,25	16,25
Graneleros de carga seca	91	5	25	284,37	56,88
Buques de crucero	7	5	25	21,87	4,38
Buques de carga general	10	5	25	31,25	6,25
Graneleros de carga líquida	32	5	25	100	20
<b>TOTAL</b>	<b>289</b>			<b>1 671,86</b>	<b>334,39</b>

**Nota:** Los volúmenes potenciales se basan en los datos de la NEA y el PM Group (2009).

El promedio del volumen de basuras procedentes de los buques portacontenedores se sitúa aproximadamente entre 5 m<sup>3</sup> y 15 m<sup>3</sup>.

Dado que los volúmenes anuales de desechos procedentes del transporte marítimo son bastante bajos, resultaría difícil, desde el punto de vista económico, establecer una instalación que se dedique de manera exclusiva a la recogida y el tratamiento de las basuras procedentes de los buques. Esto significa que prácticamente todos los desechos sólidos, incluidos los plásticos, irán a parar a un vertedero.

Por lo general, las opciones de tratamiento de desechos en África son limitadas. En caso de que vayan a reciclarse, a menudo las fracciones de desechos han de clasificarse y transportarse a instalaciones en el extranjero. No obstante, esto únicamente tiene sentido si el precio de los desechos plásticos clasificados es lo suficientemente elevado como para cubrir los costes adicionales. Los desechos plásticos que han de eliminarse suelen ser una mezcla de distintos tipos de plástico, que hay que clasificar de manera manual o mecánica.

Conclusión: alrededor de 350 m<sup>3</sup> de desechos plásticos al año supondrían entre 35 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup> de desechos plásticos compactados y empacados (de uno a dos contenedores de 20 pies). Teniendo en cuenta la necesidad de realizar inversiones en maquinaria para compactar y empacar el plástico, el personal que se requiere para las operaciones de clasificación y los costos de transporte, es posible que el operador de la PRF decida llevar los desechos mixtos a un terraplenado. En ese caso, o bien se recogerían todos los desechos juntos, o bien se separarían las fracciones de desechos potencialmente peligrosos, en caso de que no esté permitido su depósito en terraplenados.

Estos desechos pueden recogerse en un camión (si las distintas fracciones se han puesto en bolsas de plástico) o en un contenedor. Puede utilizarse un camión para colocar un contenedor junto al buque, recoger el contenedor después de que se hayan descargado en él los desechos del buque y llevar el contenedor al terraplenado. No obstante, si el buque dispone de suficiente capacidad de almacenamiento a bordo y los desechos pueden entregarse en una PRF de uno de los puertos que estén en su ruta, tal vez sea mejor para el medio ambiente mantenerlos a bordo.

Si los buques abonan la misma tarifa por recepción de basuras en África (es decir, 200 euros por la eliminación de basuras), la PRF recaudaría 289 x 200 euros = 56 000 euros (suponiendo que todos los buques abonen realmente la tarifa)

Ingresos: 56 000 euros

Costos: – Depreciación de un camión de segunda mano cuyo costo es de 25 000 euros y que tendrá una vida útil de cinco años más =  $25\,000 \text{ euros} \div 5 = 5\,000 \text{ euros}$

- Contenedor de desechos:  $2\,500 \text{ euros} \div 5 \text{ años} = 500 \text{ euros}$
- Seguro, mantenimiento del camión: 1 500 euros
- Combustible: entrega y recogida de un contenedor y entrega en el depósito en terraplenado 100 km por 1 recogida x aprox. 300 buques x €1,20/litro de gasóleo x 25l/100km 9 000 euros
- Personal: conductor de camión (1,5 personas); administración (facturación, cálculo de precios, notas de entrega de desechos) (2,5 personas): sueldo: 400 euros/mes (todo incluido) = 400 euros x 12 x 4 personas = 19 200 euros
- Costo de amortización de una oficina y un almacén: 10 000 euros
- Costo del depósito en terraplenados de los desechos:  $100 \text{ euros/toneladas} = 2\,000 \text{ m}^3 \times 0,25 = 500 \text{ toneladas} \times 100 \text{ euros/toneladas} = 5\,000 \text{ euros}$
- Varios: 2 000 euros
- TOTAL: 52 200 euros

Con el mínimo de inversión y personal, una PRF en este puerto cubriría gastos. A partir del momento en que reciba desechos potencialmente peligrosos dentro de los desechos mixtos que requieran un tratamiento complejo, el operador perdería dinero.

### 3.5.3 Puerto C: Puerto de carga de hidrocarburos en Asia (Botaş Ceyhan, Türkiye)

El puerto C recibe hidrocarburos procedentes de Azerbaiyán a través de un oleoducto y es una terminal relativamente nueva. En 2014, alrededor de 350 buques hicieron escala en él, es decir, un buque al día. La superficie total del puerto es de 144 hectáreas y se compone principalmente de tanques de almacenamiento de petróleo crudo y tanques que anteriormente se utilizaban para el agua de lastre contaminada. El puerto ha construido un pantalán de 2,6 km en el mar, que cuenta con dos atracaderos con el fin de que dos buques tanque de peso muerto no superior a 300 000 puedan realizar operaciones de carga simultáneamente.

El peso muerto de los buques que hacen escala en el puerto C oscila entre 100 000 y 200 000 aproximadamente.

Si el petróleo crudo se transporta a refinerías de Europa occidental, la duración del viaje es de unos 10 días.

#### Cálculo del volumen de desechos:

Fangos:

La duración del viaje depende del puerto anterior. Si se dirige a Amberes, El Havre o Rotterdam tarda aproximadamente 20 días de navegación.

Supuesto: si el tiempo medio de navegación de cada buque tanque es de 20 días,

Consumo de combustible:  $40 \text{ toneladas/día} \times 20 \text{ días de navegación} \times 0,5\% \text{ (dieseloil para usos marinos)} = 4 \text{ toneladas de fangos}$  Total:  $350 \text{ buques} \times 4 \text{ toneladas} = 1\,400 \text{ m}^3$

Además, el puerto puede recibir lavazas (aguas del lavado de tanques) de estos buques tanque. Si se ha de limpiar un buque cada seis u ocho travesías, se producen potencialmente 350 evacuaciones de lavazas/año, o:

$$350 \times 0,2\% \text{ de } 100\,000 = 70\,000 \text{ m}^3$$

Capacidad total anual necesaria para tratar aguas oleosas = aprox.  $70\,000 \text{ m}^3$  Aguas

---

\* Mediante la utilización del método de lavado con crudos, puede reducirse drásticamente el volumen de lavazas. Diversos estudios han mostrado que las lavazas (resto de carga a bordo) pueden reducirse a aproximadamente el 0,15% de la cantidad que figura en el conocimiento de embarque. Parece que, en condiciones menos favorables, el 0,2% es más realista y por ello se ha utilizado en el cálculo anterior.

sucias:

$$18 \text{ personas} \times 230 \text{ litros/día} \times 20 \text{ días} \times 350 \text{ buques tanque} = 28\,980 \text{ m}^3$$

**Nota:** pueden descargarse aguas sucias legalmente en el mar (a una distancia superior a 12 millas náuticas de la tierra más próxima), pero la cantidad de aguas sucias almacenadas en un buque cuando llega a un puerto también depende del sistema de tratamiento de aguas sucias a bordo y de si el buque navega en una zona especial en virtud del Anexo IV del Convenio MARPOL.\*

Basuras:

$$18 \text{ personas} \times 20 \text{ días} \times 2 \text{ kg/persona} \times 350 \text{ buques tanque} = 252\,000 \text{ kg} = \text{aprox. } 700 \text{ m}^3 \text{ a } 800 \text{ m}^3$$

De los que serán desechos plásticos:  $18 \text{ personas} \times 20 \text{ días} \times 0,001\text{--}0,008 \text{ m}^3/\text{días/persona} \times 350 \text{ buques} = 125 \text{ m}^3 \text{ a } 1000 \text{ m}^3$  de plásticos al año (peso: entre aprox. 30 toneladas y 250 toneladas al año). La recogida de desechos de estos buques tanque debe realizarse mediante la utilización de una gabarra tanque. Si los camiones pueden acceder al pantalán, los fangos y las basuras podrán recogerse en camión.

Este puerto en concreto está a unas dos horas en coche de la ciudad más próxima. El volumen de desechos sólidos recogidos al día es de aproximadamente  $2 \text{ m}^3$  (véase el cálculo anterior), de los cuales una pequeña fracción son desechos plásticos. Los procedimientos de recepción y tratamiento están en función de la disponibilidad de infraestructuras para los desechos del país o la región. Si el reciclaje de desechos no está muy desarrollado, es preferible la incineración al depósito en terraplenados. Si se dispone de instalaciones de reciclaje, se puede considerar la posibilidad de utilizar instalaciones de almacenamiento intermedio para las fracciones reciclables. Una vez cada pocos días, un camión puede transportar estos desechos clasificados a una instalación de reciclaje.

### 3.5.4 Puerto D: Puerto en América del Sur

El puerto D es una terminal polivalente en aguas profundas situada en América Latina. Se trata de uno de los mayores puertos de carga seca a granel del país. En uno de los pantalanes de la terminal, que tiene una longitud de 187 m y un calado de 13,5 m y se reserva para la manipulación de carbón y fertilizantes, pueden realizar operaciones de carga y descarga buques con un peso muerto no superior a 100 000. Otro pantalán, que tiene una longitud de 155 m y un calado de 10,5 m, puede recibir buques con un peso muerto no superior a 30 000 (buques tanque y otros graneleros).

En el puerto se pueden almacenar los siguientes productos básicos: carbón, coque de petróleo, clinker, piedra pómez, fertilizantes, cereales y cereales forrajeros, aceites vegetales y productos derivados del petróleo.

#### Cálculo de los volúmenes de desechos:

Se calcula que la duración media de un viaje desde el puerto de escala anterior es de 10 días. Fangos:

$$\text{Producción de desechos en teoría: } 354 \text{ buques} \times 20 \text{ toneladas/día} \times 10 \text{ días} \times 0,5\% = 300 \text{ m}^3 \text{ a } 400 \text{ m}^3$$

Aguas sucias:

$$354 \text{ buques} \times 15 \text{ personas} \times 10 \text{ días} \times 230 \text{ litros} = 12\,213\,000 \text{ litros o } 12\,213 \text{ m}^3$$

**Nota:** pueden descargarse aguas sucias legalmente en el mar (a una distancia superior a 12 millas náuticas de la tierra más próxima), pero la cantidad de aguas sucias almacenadas en un buque cuando llega a un puerto también depende del sistema de tratamiento de aguas sucias a bordo y de si el buque navega en una zona especial en virtud del Anexo IV del Convenio MARPOL.

\* En la actualidad, solo se ha designado el mar Báltico como zona especial en virtud del Anexo IV del Convenio MARPOL.

### Basuras:

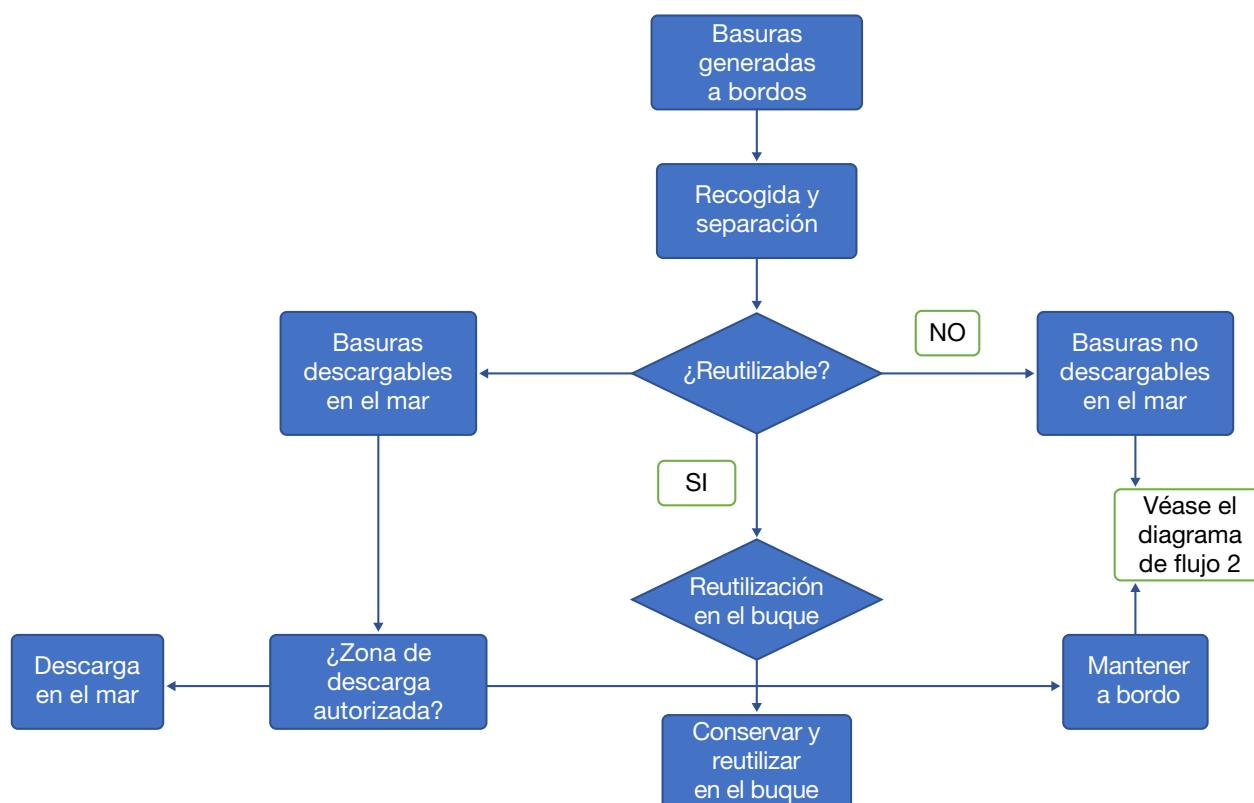
354 buques x 15 personas x 2–3 kg x 10 días = 106 200 kg a 150 000 kg o 531 m<sup>3</sup> a 800 m<sup>3</sup> al año  
De las que los plásticos representan entre aprox. 50 m<sup>3</sup> y 400 m<sup>3</sup> al año

En función de la disponibilidad de infraestructuras para el tratamiento de los desechos del país o región, el encargado de la recogida de desechos podría decidir llevar las fracciones reciclables a una instalación de reciclaje. Dados los volúmenes calculados, sería necesario almacenar temporalmente fracciones de desechos con miras a garantizar que los camiones van completamente cargados a la instalación de reciclaje.

**Conclusión:** un operador de desechos que únicamente recogiera basuras procedentes de los buques no estaría interesado en asumir el riesgo de invertir en el establecimiento de una PRF en este puerto. La recogida de desechos sólidos procedentes de los buques solo sería rentable para la empresa municipal encargada de la recogida de desechos, al poder sacar partido de sus economías de escala.

La clasificación de fracciones de desechos de manera autónoma no es viable debido a las inversiones adicionales necesarias y a los pequeños volúmenes de desechos. El reciclaje o la incineración de los desechos procedentes de los buques solo es viable si aumentan los volúmenes o en los casos en que el tratamiento pueda combinarse con el de los desechos domésticos.

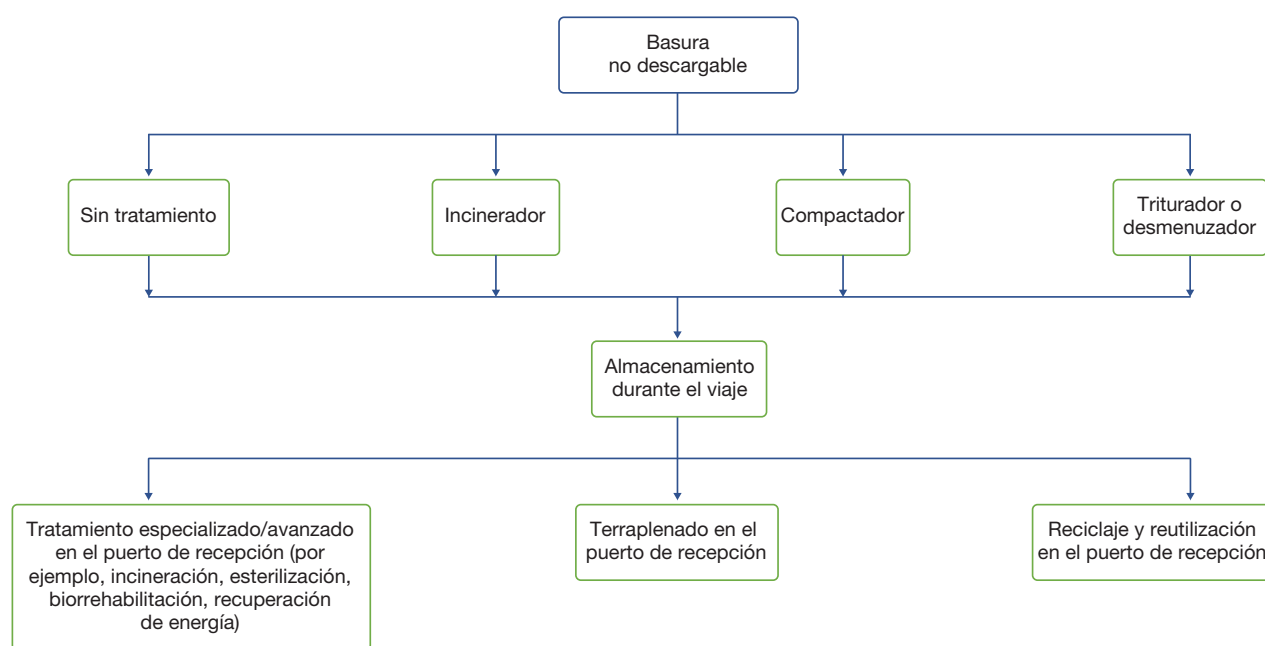
El diagrama de flujo 1 que figura a continuación ofrece una visión general del proceso de toma de decisiones para un buque cuyo objetivo sea garantizar el cumplimiento de lo dispuesto en el Convenio MARPOL y/o la legislación regional a la hora de manipular sus basuras.



**Diagrama de flujo 1:** Visión de conjunto de las opciones de manipulación a bordo de las basuras procedentes de los buques (Fuente: Adaptado de OMI, 2017, 10)

**Nota:** Los desechos descargables en el mar son aquellos cuya descarga en el mar se contempla en virtud de las disposiciones correspondientes del Convenio MARPOL.

En el diagrama de flujo 2 se muestran las opciones correspondientes a los desechos no descargables en el mar.



**Diagrama de flujo 2:** Opciones para la manipulación de basuras no descargables en el mar  
(Fuente: Adaptado de la OMI, 2017, 10)

### 3.6 Pequeños Estados insulares en desarrollo

En marzo de 2012, la OMI adoptó diversas enmiendas a los Anexos I, II, IV y V del Convenio MARPOL en relación con los acuerdos regionales relativos a las PRF (resolución MEPC.216(63)). De conformidad con estas enmiendas los Estados insulares en desarrollo podrán satisfacer las prescripciones aplicables a las instalaciones de recepción a través de acuerdos regionales cuando, debido a las circunstancias singulares de estos Estados, estos acuerdos sean el único medio práctico de satisfacer dichas prescripciones.

Las Partes que participen en un acuerdo regional están obligadas a elaborar un plan regional de instalaciones de recepción teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la OMI.

El negocio de las PRF depende de que los buques que están de paso utilicen sus servicios. Si un puerto está situado en una isla pequeña, el número de buques que hagan escala en él será relativamente pequeño. Por otra parte, la inversión necesaria para la recogida y tratamiento de los volúmenes de desechos procedentes de los buques será relativamente elevada, especialmente si se han de prestar tales servicios sin demoras indebidas.

La mayoría de los pequeños Estados insulares en desarrollo no disponen de terraplenados debidamente equipados. Con el fin de evitar una mayor contaminación del suelo y las aguas subterráneas, es mejor que los desechos generados a bordo se entreguen en otro puerto más adecuado.

Si no se dispone de ninguna instalación de tratamiento adecuada en una isla pequeña, el operador de la PRF ha de enviar los desechos a una instalación en el extranjero, lo que genera costos de transporte adicionales. Por consiguiente, la cooperación entre islas pequeñas puede reducir los costos de recogida y tratamiento de desechos. En virtud de estos acuerdos, la recogida de desechos se ofrece en un número limitado de puertos y se informa al respecto a los buques de antemano.

Las islas del Pacífico no suelen estar debidamente equipadas para hacer frente a los desechos procedentes de buques pesqueros extranjeros. Si los buques de suministro prestan apoyo a los buques pesqueros en estas zonas, lo más conveniente es que estos últimos transfieran sus desechos a los primeros durante los trasbordos. Por lo general, los buques de suministro disponen de depósitos para desechos de gran tamaño y puede que también estén equipados con compactadores que compriman los desechos (para su estiba y envío de vuelta a los puertos de origen) o incineradores que cumplan las prescripciones contempladas en el Convenio MARPOL.

### 3.7 Conclusión

Una PRF solo decidirá invertir en la recogida, separación y preparación de desechos plásticos para su reciclaje si se dispone de las instalaciones necesarias y la operación es rentable. En caso contrario, las autoridades deberían crear un incentivo financiero que compense la diferencia de costos que existe entre el reciclaje y el depósito en terraplenados. Se podría hacer que el reciclaje fuera más atractivo desde un punto de vista económico mediante el aumento de los impuestos que gravan el depósito en terraplenados o la incineración de desechos plásticos, o mediante la concesión de subsidios al sector del reciclaje.

El siguiente cuadro ilustra con claridad la diferencia de precio entre el reciclaje y la incineración.

**Cuadro 6:** Costos netos del reciclaje y la incineración en euros/tonelada de plástico y emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del reciclaje y la incineración en toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de plástico (Fuente: PNUMA, 2020, pp. 9)

	Reciclaje	Reciclaje	Incineración	Incineración
	Costo (euros)	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Costo (euros)	Emisiones de CO <sub>2</sub>
Recogida y transporte	408	0,02	60	0,01
Tratamiento neto	262	0,85	6	2,6
Oportunidad de producción de energía	90	0,78	0	0
Oportunidad de reciclaje de plásticos	0	0	495	0,20
TOTAL	760	1,66	561	2,82

\* Por costo de oportunidad se entiende el costo asociado a la pérdida de otras alternativas cuando se elige una de ellas.

Como puede verse, la incineración es 199 euros por tonelada de plástico más barata que el reciclaje. El depósito en terraplenados es aún más barato. Con miras a alcanzar una economía circular, la autoridad competente debe compensar la diferencia de precio a través de impuestos u otras medidas.

**Cuadro 7:** Oportunidades y barreras en relación con la incineración (Fuente: PNUMA, 2020, pp. 9)

Oportunidades	Barreras
<ul style="list-style-type: none"> <li>La incineración puede aplicarse a una mezcla de desechos que no puede reciclarse de manera mecánica o química.</li> <li>No requiere que se lleve a cabo una recogida selectiva de desechos (en comparación con el reciclaje), lo que reduce los costos.</li> <li>Normalmente, entre el 70% y el 80% de la energía procedente de la incineración de desechos puede recuperarse para producir agua caliente (vapor). Si solo se presta atención a la generación de electricidad, la recuperación de energía es del 20% al 25%. En el caso de la cogeneración, la recuperación de energía alcanza entre el 50% y el 60% de la energía original liberada por la combustión de desechos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incineración suele considerarse como una solución no sostenible que no se ajusta plenamente a los principios de transformación de la economía circular.</li> <li>Algunos microplásticos (normalmente de 1,9 a 565 partículas por kg de formación de ceniza) se encuentran en las cenizas resultantes del proceso. Estas cenizas representan entre el 10% y el 25% de la masa de entrada (y deben depositarse en terraplenados).</li> <li>Durante la incineración pueden liberarse gases nocivos.</li> </ul>



Varios puertos de la UE ofrecen a sus PRF una compensación económica por la recogida gratuita de desechos plásticos procedentes de los buques, con el fin de incentivar su entrega en las instalaciones de recepción y evitar las descargas ilícitas en el mar. Otros puertos han puesto en marcha programas ambientales que abarcan la eliminación regular de desechos (por ejemplo, el índice de clasificación de buques limpios, el Distintivo verde y el programa Ángel Azul). Los buques que cumplen determinados criterios tienen derecho a descuentos en los derechos portuarios y/o las tarifas por recepción de desechos. La mayor parte de estos programas fueron introducidos por las autoridades portuarias con miras a abordar posibles problemas ambientales, cumplir con su responsabilidad social e incrementar la sostenibilidad en general.



## 4 Referencias

**BMLFUW (Austria)** (Ministerio Federal de Agricultura, Silvicultura, Medio Ambiente y Gestión de Desechos) (2015) *Waste-to-Energy in Austria Whitebook: Figures, Data, Facts*.

**CE Delft** (2017) *The Management of Ship-generated Waste On-board Ships*. Informe elaborado para la Agencia Europea de Seguridad Marítima. EMSA/OP/02/2016.

**CEWEP** (Confederación Europea de Plantas de Valorización Energética) (2021). *Latest Eurostat figures: municipal waste treatment 2019*.

<https://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2019/>

**Drinkwin, J.** (2022) Notificación y recuperación de aparejos de pesca perdidos: Recomendaciones para desarrollar programas eficaces. Roma, FAO y OMI.

<https://doi.org/10.4060/cb8067en>

**EIA** (Environmental Investigation Agency) (2020) *Nothing fishy about it: meaningful measures on fishing gear at IMO*.

**EMSA** (2015) Proyecto de directrices para la implantación de la Directiva 2000/59/CE sobre instalaciones portuarias receptoras.

**EPA** (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) (s.f). n.d. *Nonpoint source pollution: marinas and boating*.

<https://www.epa.gov/nps/nonpoint-source-marinas-and-boating>

**FAO** (2019) Directrices Voluntarias sobre el Mercado de las Artes de Pescar. Roma, FAO.

**GGGI** (Iniciativa Global Ghost Gear) (2021a) *Best Practice Framework for the Management of Aquaculture Gear*. Informe elaborado por T. Huntington de Poseidon Aquatic Resources Management.

**GGGI** (2021b) *Best Practice Framework for the Management of Fishing Gear: June 2021 Update*. Elaborado por T. Huntington de Poseidon Aquatic Resources Management.

**Gilardi, K.** (2021). *Sea-based Sources of Marine Litter*. Informe del Grupo 43 del Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP). Informes y estudios N° 108 del GESAMP Londres, OMI.

**Giskes, I., Baziuk J., Pragnell-Raasch, H. & Perez Roda, A.** (2022). *Informe sobre buenas prácticas para prevenir y reducir la basura plástica marina procedente de las actividades pesqueras*. Roma y Londres, FAO y OMI.

**IMO** (2000) *Directrices para garantizar que las instalaciones y servicios portuarios de recepción de desechos sean adecuados*. Resolución MEPC.83(44) del Comité de Protección del Medio Marino.

**IMO** (2017) *Directrices de 2017 para la implantación del Anexo V del Convenio MARPOL*. Resolución MEPC.295(71) del Comité de Protección del Medio Marino

**IMO** (2018) *Orientaciones refundidas para los proveedores y usuarios de las instalaciones portuarias de recepción*. Circular MEPC.1/Circ.834/Rev.1.

**IMO** (2021a) Informe conjunto de la cuadragésima segunda Reunión Consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres y la decimoquinta Reunión de las Partes Contratantes del Protocolo de Londres LC 42/17.

**IMO** (2021b) Informe conjunto de la cuadragésima tercera Reunión consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres y de la decimosexta Reunión de las Partes Contratantes del Protocolo de Londres LC 43/17.

**INTERTANKO** (2017) *Guidance on Waste Management for Tankers*.

**INTERTANKO** (2020) *Guidance on Waste Management for Tankers* (2ª edición).

**IOM3** (Instituto de Materiales, Minerales y Minería). (2004) *Lightweight plastic panels manufactured from recycled plastics: panels for commercial vehicles*. *Materials World* 12(6): pp. 25–27.

**Ionel, I.** (2010) *Clean technology from waste management*. [en línea] researchgate.net.

[https://www.researchgate.net/publication/228905208\\_Clean\\_technology\\_from\\_waste\\_management](https://www.researchgate.net/publication/228905208_Clean_technology_from_waste_management).

**ISO** (2011) *Gestión y manipulación de las basuras a bordo del buque*. ISO 21070:2011.

**Leney, A., Blaha, F. & Lee, R.** (2021) *An Assessment of Fishing Vessels Plastic Waste Generation in the WCPO Region and Potential Measures to Improve Waste Management in the Fleet*. Informe elaborado para el Organismo de Pesca del Foro para el Pacífico Sur.

**Macfadyen, G., Huntington, T. & Cappell, R.** (2009) *Aparejos de pesca abandonados perdidos o descartados*. Informes y estudios de mares regionales del PNUMA (Nº 185); documento técnico Nº 523 sobre pesquerías y acuicultura de la FAO. Roma, PNUMA/FAO.

**Departamento de Protección Ambiental del Estado de Massachusetts.** s.f. *Marina solid waste management*. <https://megamanual.geosyntec.com/npsmanual/marinasolidwastemanagement.aspx>

**Nikiema, J., Asiedu, Z., Mateo-Sagasta, J., Saad, D. & Lamizana, B.** (2020) *Catalogue of Technologies to Address the Risks of Contamination of Water Bodies with Plastics and Microplastics*. Nairobi, PNUMA.

**Pallis, A.A., Papachristou, A.A. & Platias, C.** (2017) *Environmental policies and practices in cruise ports: waste reception facilities in the Med*. *SPOUDAI Revista de Economía y empresa*, 67(1): pp. 54–70.

**PAME** (Grupo de Trabajo sobre la Protección del Medio Marino Ártico del Consejo Ártico) (2017) *Regional Waste Management Strategies for Arctic Shipping: Regional Reception Facilities Plan (RRFP) and Proposal for IMO Consideration*. Consejo Ártico.

**PNUMA** (2020) *Catalogue of Technologies to Address the Risks of Contamination of Water Bodies with Plastics and Microplastics*. Nairobi, PNUMA.

**REMPEC** (Centro Regional de Respuesta a Situaciones de Emergencia de Contaminación Marina en el Mar Mediterráneo) (2019) *Guidance document to determine the application of charges at reasonable costs for the use of port reception facilities or, when applicable, application of the no-special-fee system, in the Mediterranean* (REMPEC/WG.45/9/2).

**Richardson, K., Haynes, D., Talouli, A. & Donoghue, M.** (2017) *Marine pollution originating from purse seine and longline fishing vessel operations in the Western and Central Pacific Ocean, 2003–2015*. *Ambio*, 46(2): pp. 190–200.

<https://doi.org/10.1007/s13280-016-0811-8>

**Seafish.** s.f. *Managing end of life fishing gear and aquaculture equipment*.

<https://www.seafish.org/responsible-sourcing/managing-end-of-life-fishing-gear-and-aquaculture-equipment/>

**Syamsiro, M., Cheng, S., Hu, W., Saptoadi, H., Pratama, N.N., Trisunaryanti, W. & Yoshikawa, K.** (2014) *Liquid and gaseous fuels from waste plastics by sequential pyrolysis and catalytic reforming processes over Indonesian natural zeolite catalysts*. *Waste Technology*, 2(2): pp. 44–51.

**WEC** (Consejo Mundial de Energía) (2013) *World Energy Resources: 2013 Survey*.

## 5 Anexos

Anexo 1	Conjunto de herramientas para las instalaciones de recepción de desechos plásticos procedentes de los buques
Anexo 2	Manipulación de desechos plásticos
Anexo 3	Itinerario de políticas encaminadas a reducir o recuperar los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados



## **Anexo 1      Conjunto de herramientas para las instalaciones de recepción de desechos plásticos procedentes de los buques**

Todos los Estados Partes en el Convenio MARPOL están obligados a garantizar la provisión de instalaciones de recepción adecuadas para los buques que hacen escala en sus puertos con regularidad. El conjunto de herramientas que contiene el presente apéndice se centra exclusivamente en los desechos plásticos.

Durante los viajes, los buques generan desechos domésticos y operacionales cuya cantidad es proporcional al número de tripulantes y pasajeros a bordo y a la duración del viaje. Estos desechos contienen todo tipo de plásticos, entre ellos, botellas de agua mineral vacías, envases de plástico y otros productos.

Los buques que transportan mercancías en bultos pueden generar, tras la descarga, una cierta cantidad de envolturas retráctiles. Además de los desechos de envases de plástico, los buques también generan botellas de plástico vacías, bidones y plásticos desechables. Los buques pesqueros producen desechos de aparejos de pesca, que contienen distintos tipos de plástico.

Dado que la descarga de desechos plásticos en el mar está prohibida, dichos desechos deberían eliminarse en una instalación portuaria de recepción (PRF). El reciclaje de plásticos en esas instalaciones puede contribuir de manera considerable a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

Además de plásticos, una PRF admite otros tipos de desechos, como, por ejemplo, desechos de alimentos, vidrio, metales, papel y cartón y aceite de cocina. En función de la infraestructura de gestión de desechos del país o región en cuestión, la PRF dispone de varias opciones para gestionar los desechos plásticos.

Con el fin de mejorar la sostenibilidad de las PRF en los puertos pequeños en particular, todos los buques que hagan escala en un puerto deberían contribuir a la provisión de instalaciones de recepción mediante el pago de una tarifa por recepción de desechos, independientemente de si utilizan o no estas instalaciones.

Los supuestos que se indican a continuación se centran en el reciclaje de plásticos. Si los distintos tipos de plástico se separan a bordo del buque, las disposiciones relativas a la recogida deberían adaptarse a fin de evitar que los plásticos tengan que clasificarse una segunda vez en la zona de almacenamiento de la PRF.

### **Supuesto 1: El país/región en el que se encuentra la PRF ofrece varias opciones de reciclaje de plástico**

#### **A.      *Reciclaje de plástico mediante la reutilización del plástico o mediante el reciclaje de las fracciones de plástico por separado***

El operador de la PRF puede decidir, teniendo en cuenta los volúmenes que recoge, si lleva los plásticos separados -principalmente tereftalato de polietileno (PET), polipropileno, polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de alta densidad (HDPE) - a una empresa de reciclaje.

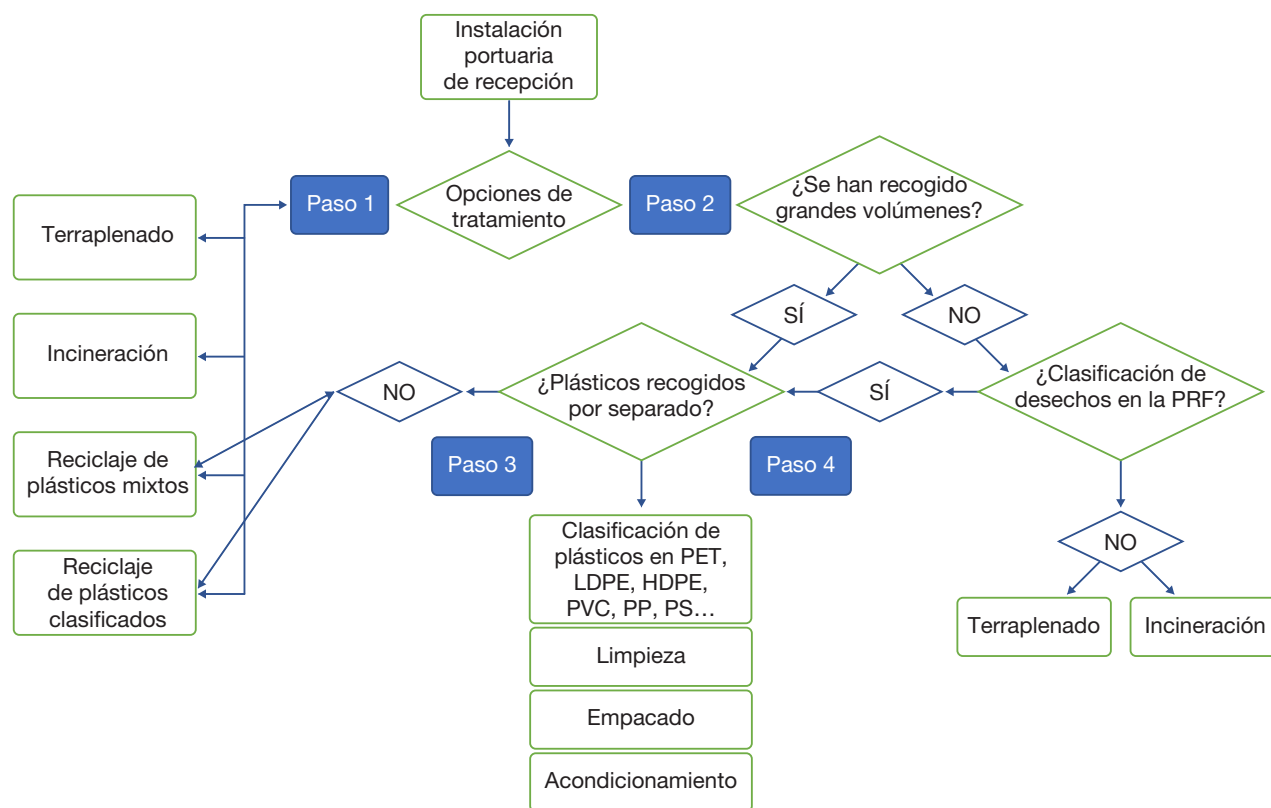
Si en el puerto hacen escala buques de crucero modernos, es probable que la PRF reciba las fracciones de desechos separadas, empacadas y/o paletizadas. Los buques de crucero modernos que navegan por el mar Caribe y el mar Mediterráneo están equipados con compactadores, empacadoras, trituradoras e incineradores. Debido a los volúmenes en cuestión y a que sus tripulaciones cuentan con la formación adecuada, estos buques de crucero son capaces de gestionar los desechos de manera óptima. Si las pacas contienen un solo tipo de plástico, no es necesario ningún tratamiento posterior y los desechos pueden transportarse directamente a la instalación de reciclaje de plástico. En caso contrario, las pacas se enviarán a una zona de almacenamiento intermedio para su posterior clasificación (de ser necesario).

Si en el puerto hacen escala buques mercantes, los distintos tipos de plástico normalmente estarán mezclados aunque separados de otros tipos de desechos. En tal caso, puede que la PRF además tenga que invertir en:

- la clasificación manual o mecánica de los plásticos en diversas fracciones reciclables, tales como PET, polipropileno, LDPE, HDPE y policloruro de vinilo; y

- una empacadora (equipo para prensar el plástico clasificado en el formato necesario antes de llevarlo a la instalación de reciclaje de plástico; las pacas resultantes han de tener unas dimensiones específicas que pueden comprobarse con la instalación de reciclaje).

Tras la clasificación, el lavado y el empacado, la PRF puede transportar los plásticos a la instalación de reciclaje. En función de las condiciones del mercado, la PRF puede recibir ingresos adicionales por los desechos.



**Diagrama de flujo 3:** Representación esquemática del reciclaje y transformación del material plástico en productos de plástico nuevos

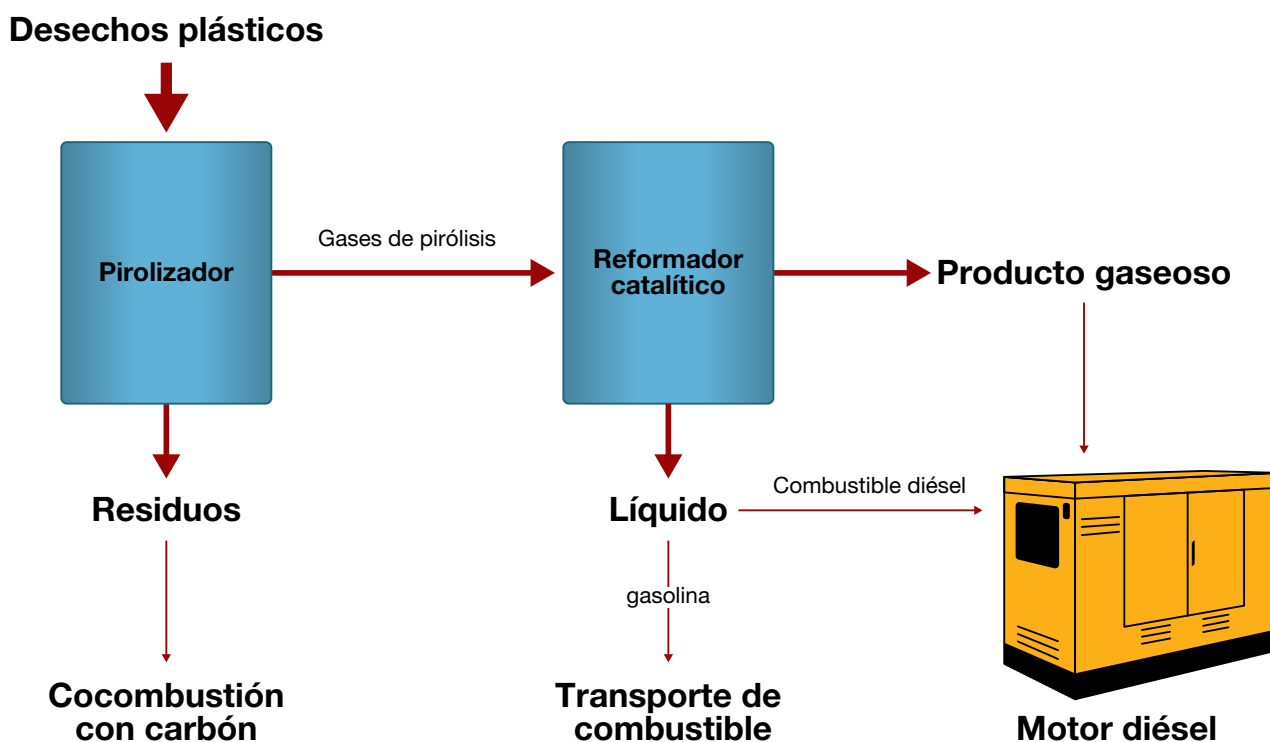
#### B. En el país/región solo existen instalaciones para la transformación de plásticos derivados del petróleo en fueloil o aceite de parafina

Se pueden utilizar diversas técnicas para transformar los plásticos en hidrocarburos de base o aceite de parafina. La mayoría son adecuadas para el tratamiento de plásticos mixtos, e incluso pueden utilizarse en plásticos contaminados con materia orgánica (como los desechos de alimentos o las incrustaciones biológicas). Por lo general, los plásticos se trituran y se transforman, mediante pirólisis, en hidrocarburos, un volumen pequeño de gas que puede utilizarse para generar calor y en cantidades pequeñas de residuos sólidos. Los residuos oleosos pueden utilizarse como combustible o como aceite de parafina para producir plásticos nuevos. El aceite de parafina alcanza un precio más elevado (entre 500 y 700 dólares por tonelada) que el fueloil (entre 100 y 200 dólares por tonelada), pero la producción del primero es más compleja y requiere desechos de mayor pureza. Antes de iniciar todo el proceso de clasificación y limpieza, deberían analizarse los requisitos específicos de la instalación de reciclaje.

Dependiendo de la tecnología que se utilice, el reciclaje de plástico puede llevarse a cabo de forma rentable con un volumen que oscile entre 1 000 kg y varias toneladas al día.

En este supuesto, la PRF puede transportar los plásticos mixtos que ha recogido directamente a la instalación de reciclaje. La PRF debería utilizar un tipo de depósito de desechos que permita la recogida por separado de los distintos tipos de desechos, tal como se define en el Anexo V del Convenio MARPOL (si el precio del petróleo es alto, la PRF puede obtener un precio elevado por los granulados de plástico).





**Figura 15:** Diagrama esquemático de un sistema de transformación de desechos plásticos en combustibles (Fuente: Syamsiro y otros, 2014, pp. 45)

**C. En el país/región solo existen instalaciones para la incineración de desechos, incluidos los plásticos, con recuperación de energía (producción de calor y electricidad)**

Si los desechos plásticos pueden incinerarse junto con otras fracciones de desechos, es probable que todas las basuras se lleven a la instalación de incineración. En este caso, se puede utilizar un contenedor de gran tamaño para desechos mixtos donde se recojan las basuras procedentes de los buques.

**Supuesto 2: El país/región en el que se encuentra la PRF no dispone de instalaciones de reciclaje de plástico**

La PRF tiene las opciones que se indican a continuación:

- incineración de desechos (incluidos los plásticos) con o sin recuperación de energía;
- depósito en terraplenados; y
- celebración de acuerdos con otros puertos que se encuentren en la ruta del buque y puedan recibir los desechos plásticos (para reciclarlos o porque disponen de instalaciones de tratamiento más adecuadas).

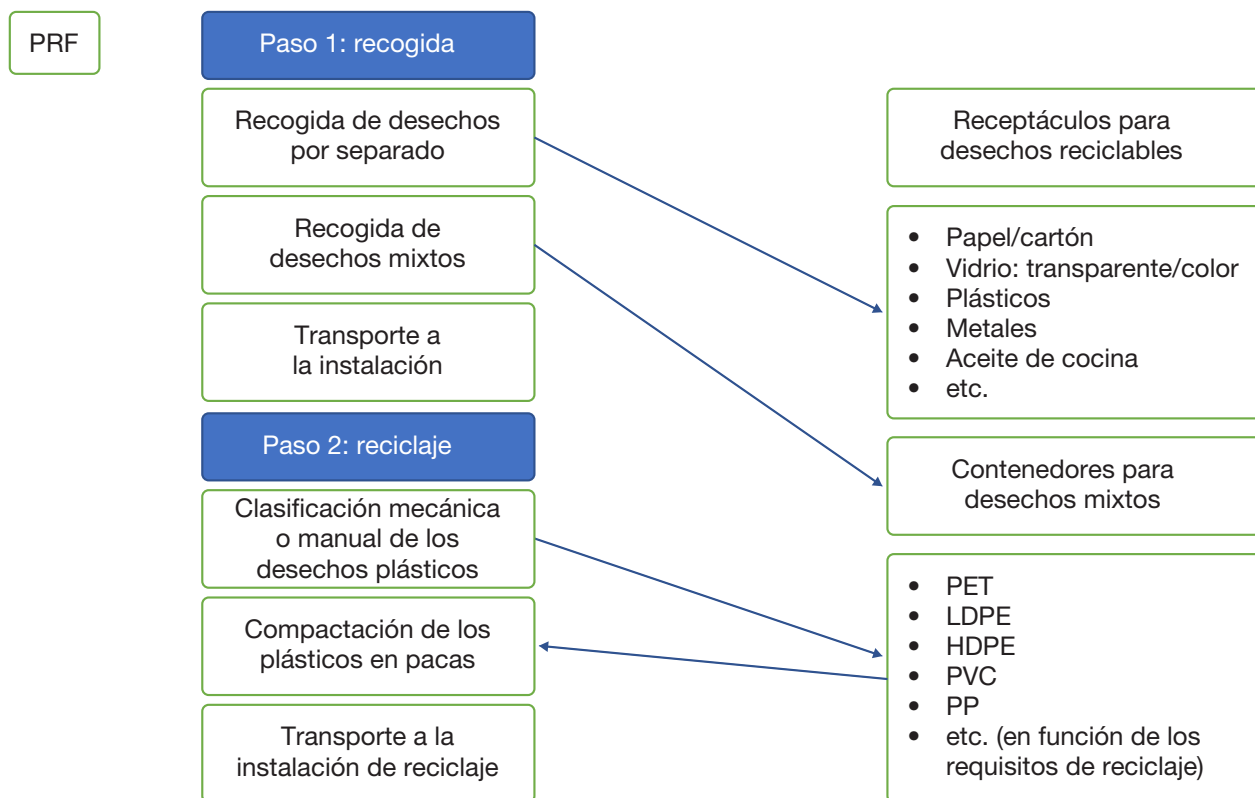
La última de estas opciones guarda especial relación con los pequeños Estados insulares en desarrollo que se encuentran en lugares lejanos, donde los terraplenados por lo general no satisfacen las normas internacionales. En estos casos, es mejor que los buques mantengan sus desechos plásticos a bordo. Con miras a reducir el volumen de los mismos antes de llegar al siguiente puerto de escala, podría instalarse a bordo un pequeño compactador o incinerador.



**Figura 16:** *Incinerador de desechos en el puerto de Amberes (Bélgica) (Fotografía: Indaver (Bélgica))*

**Nota:** El calor obtenido de la quema de desechos se utiliza principalmente para generar electricidad; el calor restante se transporta por tuberías para utilizarse en la calefacción de los hogares de los alrededores.

## Anexo 2 Manipulación de desechos plásticos



**Diagrama de flujo 4:** Decisiones en la recogida de desechos plásticos

### Paso 1: Opciones de tratamiento

Una instalación portuaria de recepción (PRF) deberá basar su estrategia para abordar la gestión de desechos en la disponibilidad de las instalaciones de tratamiento existentes y en los posibles ingresos procedentes de los materiales reciclables. Si se dispone de instalaciones de reciclaje de desechos plásticos, lo normal es que la PRF obtenga ingresos de los plásticos reciclados, en función de la limpieza de los desechos y de las cantidades. Dado que el reciclaje de plásticos puede resultar complicado, la PRF y la empresa de reciclaje deberían colaborar estrechamente. Esto puede requerir que el operador de la PRF tenga que hacer una inversión adicional.

A continuación se indican las posibilidades de tratamiento del plástico:

- depósito en terraplenados;
- Incineración de desechos con o sin recuperación de energía;
- Transformación de plásticos mixtos en hidrocarburos; y
- Reciclaje de plásticos clasificados para volver a producir plásticos similares.

### PASO 2: ¿Qué volúmenes se han recogido?

¿Son suficientes los volúmenes de desechos plásticos recogidos como para justificar una inversión adicional en trabajadores o equipos?

**No.** Si el volumen de basuras procedentes de los buques que visitan el puerto es pequeño y el número de escalas es limitado, es posible que la única solución viable sea la incineración con o sin recuperación de energía. Si no se dispone de instalaciones de incineración, los plásticos pueden depositarse en un terraplenado, o el puerto podría llegar a un acuerdo con otros puertos que se encuentren en las rutas

de los buques que estén dispuestos a recibir los desechos plásticos. En ese caso, los desechos plásticos pueden permanecer a bordo, si se dispone de suficiente capacidad de almacenamiento, y eliminarse en otro puerto.

**Sí.** Si los volúmenes combinados de desechos plásticos procedentes de los buques y de las actividades terrestres en el puerto son elevados, el plástico mixto podrá incinerarse (coincineración de desechos, donde el plástico sustituye al fueloil virgen) o reciclarse.

Los buques separan los desechos en distintas fracciones de conformidad con las prescripciones establecidas en el Anexo V del Convenio MARPOL. Eso significa que, por lo general, los plásticos constituyen un flujo separado. En función de los costos de personal y/o del costo de los receptáculos, los desechos plásticos pueden recogerse por separado de los demás desechos. Por ejemplo, podría utilizarse un contenedor de gran tamaño provisto de distintos agujeros en los que se depositen los diferentes desechos, o instalarse varios depósitos en el muelle, o recogerse los desechos por separado en una gabarra o en un camión por el personal de la empresa encargada de la recogida de desechos.

También es posible recoger todos los desechos juntos y clasificarlos posteriormente en el lugar de almacenamiento de dicha empresa contratista. La clasificación puede realizarse de manera manual o mecánica.

### **PASO 3: Plástico mixto o flujos de un solo material**

Los volúmenes de plástico pueden reciclarse mediante su transformación en hidrocarburos.

La PRF lleva el plástico mixto a la instalación de reciclaje de plástico. Normalmente, el plástico debe empacarse con el fin de facilitar su transporte y manipulación en la fábrica.

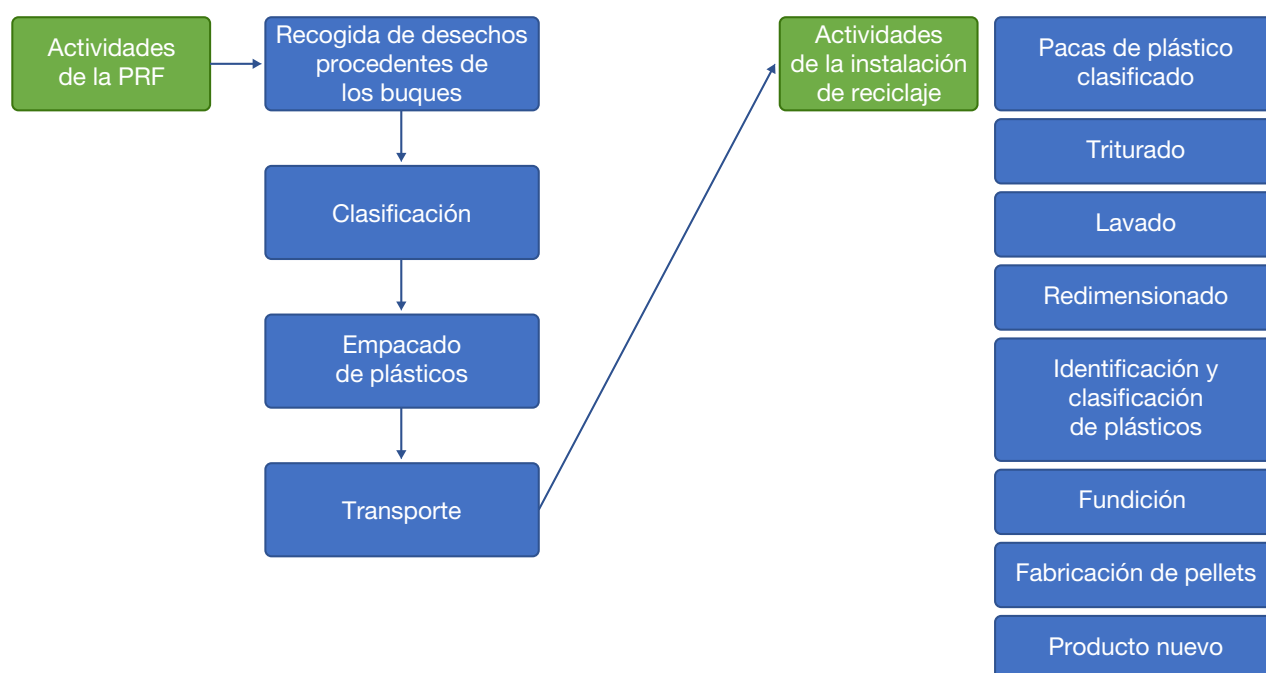
Para transformarlos en aceite de parafina, el contenido de los desechos plásticos mixtos debe estar bien equilibrado y tener diferentes fracciones de plásticos, debido a que el reciclaje de flujos de un solo material es difícil. La mezcla de los distintos plásticos se realiza normalmente en la fábrica de reciclaje.

### **PASO 4: Grandes volúmenes de flujos de un solo material de desechos plásticos**

El plástico se recicla de acuerdo con el tipo de plástico (tereftalato de polietileno (PET), polipropileno, etc.). Este paso del reciclaje es el más complejo, dado que requiere flujos de un solo material plástico.

Los requisitos para llevar los desechos plásticos a una instalación de reciclaje son más rigurosos que en los pasos anteriores. En particular, el plástico debe estar exento de contaminantes. Tras el lavado, los desechos plásticos se trituran en trozos más pequeños y se empacan. Seguidamente, las pacas se transportan a la unidad de reciclaje.

En el diagrama de flujo 5 figura una visión general del efecto que tienen las decisiones relativas a los receptáculos que se utilizarán para la recogida de desechos y el reciclaje de plásticos. Normalmente, los desechos a bordo de un buque se separan en papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, aceites de cocina, etc. La PRF tiene que clasificar los plásticos que se encuentran en la zona de almacenamiento en fracciones reciclables (polipropileno, PET, policloruro de vinilo, etc.), limpiarlos (en caso necesario), empacarlos en formatos aceptables para las empresas de reciclaje y transportar las pacas a la instalación o instalaciones de reciclaje.



**Diagrama de flujo 5:** *Pasos que debe seguir una instalación de recepción portuaria que desee reciclar plásticos si resulta interesante y viable desde un punto de vista económico*



## **Anexo 3     Itinerario de políticas encaminadas a reducir o recuperar los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados**

### **Prevención**

- Diseño de los aparejos destinado a reducir la pérdida total o parcial de los aparejos de pesca y sus componentes.
- Nuevo proyecto de los buques pesqueros y otros planteamientos encaminados a reducir la pérdida de aparejos.

### **Mitigación**

- Diseño de los aparejos encaminado a reducir la incidencia y duración de la pesca fantasma.

### **Remedio**

- Creación y fortalecimiento, de prescripciones e incentivos para que los pescadores recuperen los aparejos que pierdan, si es seguro hacerlo, y lleven a bordo herramientas y equipos adecuados para la recuperación de los aparejos perdidos. Los aparejos de pesca podrían producirse con marcadores de superficie u otros dispositivos que indiquen su posición, naturaleza y extensión.
- Creación de identificadores que permitan que las autoridades correspondientes identifiquen a la parte responsable en última instancia del despliegue del aparejo de pesca.
- Apoyo a programas e iniciativas de reciclaje, tales como «Pesca de basura» con el fin de facilitar la recogida y eliminación adecuada de los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (ALDFG) encontrados durante la pesca activa y los aparejos de pesca al final de su vida útil.
- Respaldo a las medidas encaminadas a la recuperación de redes de enmalle perdidas en el mar.
- Apoyo a las medidas encaminadas a la recuperación de trampas y nasas perdidas por parte de los pescadores participantes.
- Desarrollo de sistemas de notificación y de registros de ALDFG adecuados para las pesquerías locales con el fin de documentar el alcance y la ubicación de los aparejos de pesca perdidos y de informar sobre las actividades de prevención y corrección.
- Los miembros de las organizaciones regionales de ordenación pesquera deberían promover medidas vinculantes en relación con la notificación y recuperación de ALDFG.
- El marco jurídico aplicable a la responsabilidad ampliada del productor debería ampliarse con miras a que se incluyan todos los productos que contienen plástico y se comercializan.
- Garantía de que los sistemas de responsabilidad ampliada del productor cubren la totalidad de los costos de recogida, transporte, clasificación y reciclaje de la basura plástica.
- Introducción de normativa que incentive los circuitos cerrados para los distintos flujos de desechos plásticos.
- La mayor parte de los puertos de las islas del Pacífico en los que recalán buques pesqueros extranjeros no están adecuadamente equipados para gestionar los desechos que generan. Una opción más adecuada sería que los buques de suministro de estos buques pesqueros se hicieran cargo de sus desechos durante los trasbordos.

### **Reciclaje**

- Los programas de recompra de aparejos, junto con las ofertas de descuentos en equipos nuevos, pueden fomentar la renovación o el reciclaje de los viejos.
- Sistema de depósito: algunos componentes de los aparejos, como las nasas y boyas de plástico, podrían recibir un reembolso al final de su vida útil si se devuelven al fabricante.
- Aumento de las oportunidades de reciclar los aparejos de pesca.

### **Puertos pesqueros**

- Introducción de una tarifa por recepción de desechos basada en la solidaridad entre la comunidad pesquera.
- Fomento de la pesca sostenible a través de iniciativas que obliguen a los pescadores a notificar y/o intentar recuperar los aparejos de pesca perdidos.
- Introducción de sistemas de responsabilidad ampliada del productor siempre que sea posible.







El presente Documento de orientación forma parte de la serie de productos del conocimiento de las asociaciones GloLitter. La Organización Marítima Internacional (OMI) en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación se encarga de la implantación del Proyecto de asociaciones GloLitter. GloLitter ayuda a los países en desarrollo a reducir la basura plástica marina procedente de los sectores del transporte marítimo y de la pesca.