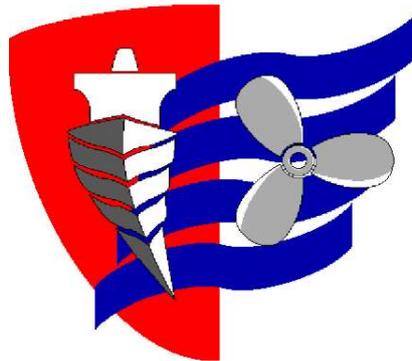


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Trabajo Fin de Grado

GESTIÓN DE PLÁSTICOS EN EL MEDIO MARINO

**MANAGEMENT OF PLASTICS IN THE MARINE
ENVIRONMENT**

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

Autor: RAUL JACHE CHAMORRO

Director: ALBERTO COZ FERNANDEZ

Febrero - 2014

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

Trabajo Fin de Grado

GESTIÓN DE PLÁSTICOS EN EL MEDIO MARINO

**MANAGEMENT OF PLASTICS IN THE MARINE
ENVIRONMENT**

Para acceder al Título de Grado en
INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

Febrero - 2014

INDICE

1. CONTAMINACIÓN MARINA.....	13
1.1 DEFINICIÓN.....	13
1.2 TIPOS	13
1.2.1 EUTROFIZACIÓN.....	13
1.2.2 PESTICIDAS	14
1.2.3 AGENTES MICROBIOLÓGICOS	14
1.2.4 METALES PESADOS.....	15
1.2.5 HIDROCARBUROS	15
1.2.6 RESIDUOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS.....	16
1.3 CAUSAS	16
1.4 CONSECUENCIAS	18
2. LOS PLÁSTICOS	19
2.1 DEFINICIÓN.....	19
2.2 TIPOS	19
2.3 RESIDUOS PLÁSTICOS.....	23
2.3.1 LOS MICROPLÁSTICOS.....	24
2.3.2 LOS PLÁSTICOS Y EL MAR	25
2.3.3 COMO AFECTAN LOS PLÁSTICOS AL MAR	27
2.3.4 SITUACIÓN ACTUAL	28
2.4 LA ISLA DE PLÁSTICO.....	30

5. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES	70
5.1 DISCUSIÓN FINAL DE RESULTADOS	70
5.2 CONCLUSIONES.....	75
6. BIBLIOGRAFIA	77

RESUMEN

Hoy en día los plásticos nos rodean en nuestra vida cotidiana. El material plástico tiene infinitudes de uso, ya sea a nivel domestico, nivel profesional o industrial. Está claro que convivimos con él, sin embargo parece ser que estamos completamente desinformados en cuanto a conocer que es realmente el plástico, de donde proviene y que aspectos tiene de beneficiosos y de perjudiciales para los seres vivos y el medio ambiente. Este trabajo únicamente tiene como fin el de informar. Principalmente saber que estos residuos plásticos representan una amenaza global para el medio ambiente y para los seres vivos, en especial para los océanos. Conocer cuáles son las causas, consecuencias y la situación actual de los mares de nuestro planeta. Saber cómo se está afrontando esta problemática desde las instituciones internacionales, europeas y nacionales y finalmente dar a conocer las posibles soluciones en las nuevas gestiones de los materiales plásticos.

Palabras clave: Plásticos, residuos, problema, microplásticos, océanos, mares, contaminación, bioplásticos.

ABSTRACT

Nowadays, plastic surrounds us in our daily lives. Plastic material has an infinite number of uses, whether at household, industrial or professional level. Clearly, we live with it; however, it seems we are completely uninformed regarding what plastic really is, where it comes from, and what beneficial and harmful features it has for the living things and the environment. The sole object of this work is to inform. Mainly to know that these plastic wastes represent a global threat to the environment and to living things, especially for our oceans. Know what are the causes, consequences and the current situation of our planet's seas. Know how this problem is being addressed by the international, European and national institutions and finally raise awareness of possible solutions in new management of plastic materials.

Keywords: Plastics, waste, problem, microplastic, oceans, seas, pollution, bioplastics.

1. CONTAMINACIÓN MARINA

1.1 DEFINICIÓN

Según el Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente¹ la contaminación marina se define como "La introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía en el medio marino que produzcan o pueda producir efectos nocivos".

1.2 TIPOS

La contaminación marina se puede clasificar en varios tipos;

1.2.1 EUTROFIZACIÓN

El fenómeno de eutrofización de las aguas consiste en un desarrollo excesivo de la vegetación acuática debido a una acumulación de nutrientes. Provoca proliferaciones de algas y el excesivo crecimiento de la hierba marina, agotamiento de oxígeno y producción de sulfuro de hidrógeno, tóxico para la vida marina, durante las descomposiciones de las algas. Las consecuencias son la degradación del medio marítimo, afectando principalmente a la calidad de los litorales.

En el caso del mar, los nutrientes son aportados por la industria, la agricultura y las aguas residuales, transportados por los ríos y por depósito atmosférico. Los más importantes son el nitrógeno y el fósforo, siendo el primero el factor limitante en ecosistemas salados. La eutrofización produce de manera general un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad.

1.2.2 PESTICIDAS

Los pesticidas y otros productos fitotóxicos empleados en la agricultura, especialmente organoclorados, tienen en muchos casos, un largo periodo de actuación durante el cual, serán arrastrados desde los vegetales al suelo y, si no se acumulan en este, serán conducidos por las aguas superficiales o subterráneas hasta el mar. Estos compuestos se encuentran entre los más perjudiciales para el medio ambiente, principalmente debido a sus características y forma de actuar; se distribuyen muy fácilmente a través del agua y el aire, son compuestos muy persistentes pues sus efectos directos duran años, y se acumulan en los organismos, pasando a la cadena trófica llegando incluso al hombre.

1.2.3 AGENTES MICROBIOLÓGICOS

La contaminación biológica del mar procede principalmente de los vertidos de aguas fecales. En las aguas residuales urbanas se encuentran hongos, bacterias y virus de origen humano, así como otro tipo de microorganismos. En principio, la capacidad auto-depuradora del agua de mar debe eliminar cualquier tipo de microorganismo patógeno, pero se han encontrado en sedimentos marinos determinadas bacterias que pueden sobrevivir en este medio.

La aplicación de la normativa de depuración de aguas residuales está paliando los efectos de esta contaminación. A pesar de ello, todavía existe una carga contaminante de microorganismos que son vertidos al mar.

1.2.4 METALES PESADOS

De forma natural, el agua de mar contiene muy pequeñas concentraciones de metales pesados: arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc, necesarios para el desarrollo de la vida marina. Cuando estos elementos superan ciertas concentraciones, pasan de ser necesarios a ser perjudiciales.

La procedencia de estas sustancias es variada; industria mineras, química, metalurgia etc. La contaminación provocada deriva de su toxicidad a determinadas concentraciones que supondrá la muerte por envenenamiento de las especies que habitan en el medio, su persistencia, ya que no son biodegradables, permaneciendo en el medio durante muchos años, y su acumulación en los seres vivos, comenzando por algunas algas y, pasando a la cadena trófica, pudiendo llegar al ser humano.

1.2.5 HIDROCARBUROS

La contaminación por hidrocarburos procede principalmente de la extracción y transporte marítimo de crudo, ya sea en vertidos accidentales, limpieza de sentinas y depósitos, cargas y descargas, etc., así como vertidos directamente al mar desde refinerías u otras actividades industriales.

Las consecuencias de un vertido importante al mar son las mareas negras que se extienden, debido al efecto del viento y las mareas, ocupando grandes superficies. Esta gran mancha negra impide el intercambio de gases y luz entre el mar y la atmósfera. Como consecuencia de esto el plancton deja de existir y se anula la cadena alimenticia. En lo que respecta a los animales de mayor porte, la capa grasa que se produce, se adhiere a sus pelos y plumas, ocasionando grandes intoxicaciones que fácilmente les provoca la muerte. En lo que respecta a la actividad económica generada por el mar como la pesca o el turismo quedarían perjudicadas directamente.

1.2.6 RESIDUOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS

Los desechos sólidos industriales y domésticos son parte de la recogida selectiva de residuos domésticos y similares. También llamados residuos sólidos urbanos, son un tipo de residuo que incluye principalmente basura doméstica a veces con la adición de productos industriales procedentes de una zona determinada.

Estos desechos, ya sean en estado sólido o en forma semisólida, en general, excluyendo los desechos peligrosos industriales, hacen referencia a los residuos que quedan procedentes de los hogares. Igualmente pueden contener sustancias clasificadas en los anteriores tipos. Los desechos orgánicos, papel, madera, plásticos, vidrio, caucho, textiles, medicamentos, desechos electrónicos, pinturas, productos químicos, bombillas, tubos fluorescentes, aerosoles. La mayor parte de estos desechos sólidos acaban depositados en las playas.

1.3 CAUSAS

Resulta complicado distinguir las causas de la contaminación del mar, ya que son innumerables, pero aquí señalamos las principales de mayor a menor importancia:

- Falta de educación. Los expertos coinciden en que la principal causa de la contaminación de los mares y del medio ambiente es la falta de educación. No existe una buena concienciación y sensibilización por el medio ambiente, y todo esto es por una pobre educación. Si ya en los países desarrollados la formación es insuficiente y escasa, en los países subdesarrollados donde la mayoría de las veces es inexistente el problema se agrava considerablemente.

- Los vertidos sin ningún tipo de tratamiento previo, de efluentes químicos y biológicos, provenientes de procesos industriales y del consumo doméstico. En la mayor parte de países desarrollados existen procesos de depuración sin embargo alrededor del 70% de la población pertenece a países subdesarrollados² que carecen de este tipo de tratamientos.
- La lluvia ácida es la contaminación del agua causada por la contaminación del aire. En la atmósfera, el agua se mezcla con partículas de dióxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, formando un ácido débil. La contaminación del aire significa que el vapor de agua absorbe más de estos gases y se convierte en aún más ácida. Cuando llueve el agua está contaminada con estos gases, esto se llama lluvia ácida. Cuando la lluvia ácida contamina los hábitats marinos, tales como ríos y lagos, la vida acuática es perjudicada.
- Los derrames de hidrocarburos son muy alarmantes y causan grandes daños al medio marino. El petróleo derramado se esparce sobre amplias extensiones en forma de una delgada capa que impide que los microorganismos del plancton transformen el gas carbónico del aire en oxígeno. Igualmente cuando esta capa contacta con cualquier especie animal lo más probable es que acaben muertos. Estos derrames son muy mediáticos por su gravedad pero no es lo más común dentro de las causas de contaminación marina ya que están localizados y son relativamente pasajeros. Se sabe que el 80% de la contaminación en los océanos y mares son por plásticos procedentes de tierra³.

1.4 CONSECUENCIAS

- Pone en peligro la vida de numerosas especies marinas. Gran cantidad de aves, tortugas, peces y mamíferos marinos mueren por ingestión de residuos o lo que es peor pueden causar enfermedades graves y llegar a transmitirlos en la cadena alimenticia hasta los seres humanos. Igualmente es común que los seres vivos se queden enredados con aparejos y redes produciéndoles malformaciones o la muerte.
- Contaminación biológica cuando el agua contiene materia orgánica o microorganismo que sean causas o transmisores de enfermedades. Los principales contaminantes biológicos son los excrementos tanto humanos como animales y las aguas residuales. Estos contaminantes de carácter fecal, introducen una gran variedad de organismos patógenos en las aguas, relacionados con diversas enfermedades.
- Perjudica la actividad pesquera destruyendo ecosistemas marinos y en consecuencia disminución de la calidad y disponibilidad de alimentos provenientes del mar. Aproximadamente 36 millones de personas trabajan en el sector de la pesca o en la acuicultura según la Organización Internacional del Trabajo⁴. Esto conllevaría a la disminución de empleos y grandes pérdidas económicas.
- El deterioro de la calidad de las aguas del mar y su menor aprovechamiento. La imposibilidad de su uso como centro de recreación perjudicando el sector del turismo y ocio. Los residuos que llegan a las costas le producen a estos lugares un aspecto sucio e infecto, dañando la belleza de estos lugares y alejando al turismo de los lugares contaminados.

2. LOS PLÁSTICOS

2.1 DEFINICIÓN

Los materiales plásticos son un conjunto de materiales de origen orgánico. En su mayoría, el plástico proviene del petróleo, aunque también carbón, gas natural, celulosa o proteínas, y en alguna fase de su fabricación han adquirido la suficiente plasticidad para darles forma y obtener productos industriales.

El plástico es un material relativamente nuevo que no se empezó a producir a nivel industrial hasta 1907⁵. Hoy en día está presente en todos los productos industriales y de consumo, y la vida moderna es inconcebible sin él. Al mismo tiempo, esas características que hacen al plástico tan útil, como su durabilidad, su ligereza y su bajo coste, hacen también que su eliminación resulte en la mayoría de los casos complicada.

2.2 TIPOS

En la actualidad, la cantidad de plásticos existente es enorme. Cada uno de ellos tiene unas propiedades y aplicaciones específicas. En general, se puede decir que los plásticos son más ligeros que los metales y es mucho más fácil darles forma, manteniendo una resistencia a las deformaciones aceptable. Por ello, la tendencia actual es la sustitución de los materiales naturales utilizados hasta ahora, tales como madera, metales, etc., por plásticos. Se calcula que puede tardar entre 100 y 1000 años en degradarse⁶ dependiendo del tipo de plástico. Hay tres grandes grupos en los que se clasifican los plásticos:

- Los termoestables o termo rígidos se moldean con calor y presión y una vez están fríos adquieren una forma y no pueden volver a ser moldeados. Los termoestables son difíciles de reciclar, ya que para hacerlo se requiere

la destrucción de su estructura molecular para poder fundirlos y esto hace que se alteren las propiedades originales, es decir, en vez de fundirse se queman cuando la temperatura aumenta.

- Los elastómeros presentan una gran elasticidad, tienen una gran resistencia a todo tipo de esfuerzos (tracción, compresión, torsión y flexión), se deforman cuando son sometidos a un esfuerzo, pero recuperan su forma original al dejar de ejercerse la fuerza. No toleran bien el calor, lo que dificulta su reciclado al degradarse con temperaturas no muy altas.
- Los termoplásticos se derriten con el calor y se endurecen cuando se enfrían. Estos pueden ser reciclados fácilmente, ya que mantienen sus propiedades plásticas. Pueden recalentarse y formar otros objetos. Sin embargo, van perdiendo propiedades por lo que no pueden ser reciclados más de 5 o 6 veces. Dentro de este grupo entran una gran variedad de termoplásticos. En la siguiente tabla se muestra la clasificación de este tipo de plásticos según la SPI⁴ los productos para los que se utilizan y los productos que se elaboran con material reciclado:

Tabla 1: Tipos de plástico más comunes

TERMOPLASTICOS			
Nº	Tipo de Plástico	Productos	Productos reciclados
1	Polietileno tereftalato (PET)	Botellas de agua, refrescos, envasado de productos alimenticios, fibras sintéticas	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos.
2	Polietileno alta densidad (PEAD)	Botellas para productos alimenticios, envases, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes, tuberías.	Bolsas industriales, botellas, detergentes, contenedores, envases, mangueras.
3	Policloruro de vinilo (PVC)	Marcos de ventanas y puertas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores, señalización.
4	Polietileno de baja densidad (PEBD)	Films adhesivo, bolsas, revestimientos de cubos, tuberías para riego, invernaderos, embalajes	Bolsas para residuos, contenedores, vallado, mangueras, tuberías.
5	Polipropileno (PP)	Envases para productos alimenticios, cajas, tapones, piezas de automóviles, alfombras y componentes eléctricos.	Cajas múltiples para transporte de envases, muebles, textiles.

6	Poliestireno/Poliestireno expandido (PS)	Botellas, envases, recubrimientos, cubiertos desechables Envases multicapas de electrodomésticos y juguetes	Tejas, aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina.
7	Otros	Botellas grandes, biberones, CDS, electrodomésticos	
TERMOESTABLES			
Tipos		Productos	
Poliuretano (PU)		Materiales para automóviles (parachoques, embragues, recubrimientos), espumas para colchones.	
Resinas de fenol (PF)		Piezas de automóviles, componentes eléctricos, láminas para revestimientos, adhesivos.	
Caucho nitrilo-butadieno (NBR)		Guantes para la industria de la salud, correas de transmisión de automóviles, juntas, retenes, cuero sintético.	
Caucho estireno-butadieno (SBR)		Fabricación de neumáticos	

Fuente: Elaboración propia

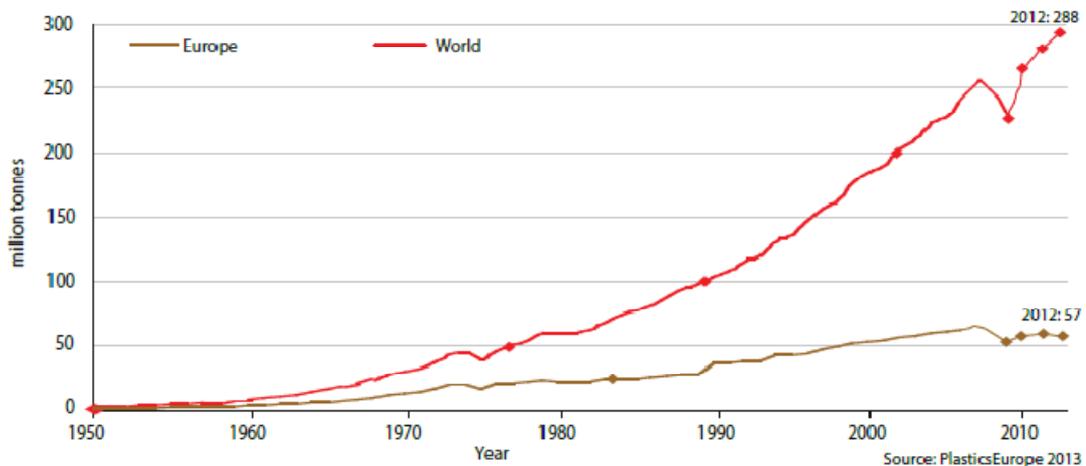
Observando la tabla se puede comprender que dentro de la misma categoría de plásticos hay una infinidad de subproductos con características específicas que los hacen únicos y complejos.

2.3 RESIDUOS PLÁSTICOS

La producción mundial de plásticos aumenta cada año⁷ y con ella la cantidad de desechos de plástico que se introducen en el medio ambiente y los océanos, especialmente en regiones del mundo donde las prácticas de gestión de residuos no logran seguir este rápido aumento.

Aunque se sabe que la cantidad de residuos de plástico es cada vez mayor, existe una falta general de información sobre cuál es el porcentaje que llega a los océanos o ya se encuentra en ellos. La extensa presencia de grandes fragmentos de plástico en el mar y su impacto directo tanto sobre la fauna marina como sobre los usos legítimos del medio ambiente están siendo bien documentados pero aun así todavía existe un desconocimiento de la regeneración y recuperación de los ecosistemas afectados por los residuos plásticos.

La producción de plástico aumenta con el Producto Interior Bruto de un país⁸ y lleva asociado un incremento global de la generación de residuos de plásticos, que entre 2008 y 2015 se estima que será de 5,7 Mt. Esta evolución está impulsada principalmente por un incremento del 24 % en el sector de los envases y forma parte de una tendencia ininterrumpida de incremento de los desechos de plásticos en Europa. Si no mejoran el diseño de los productos y las medidas de gestión de los residuos, los desechos de plásticos aumentarán en la UE al aumentar la producción. Según las previsiones, la población mundial crecerá en 790 millones de habitantes cada decenio y podría superar los 9.000 millones de habitantes en 2.050, con una nueva clase media de unos 2.000 millones de personas. Esto incrementará probablemente la demanda de plástico y la cantidad de desechos de plásticos en todo el mundo.



Fuente: Plastics Europe (PEMRG)

Figura 1: Producción mundial de plástico 1950-2012

2.3.1 LOS MICROPLÁSTICOS

Las partículas de micro-plástico, son definidas como aquellas de menos de 5 mm. Es decir, muchas de ellas son prácticamente invisibles al ojo humano. Estas partículas tan pequeñas y finas, son el resultado de la abrasión por la acción de las olas, de la oxidación y de la foto-degradación de la luz ultravioleta.

Cuando los microplásticos están en los océanos, ya no es posible influir en dicho proceso, es decir, ya no es factible pensar que pueden ser recogidos. La concentración en el agua de estas ubicuas partículas no se encuentran en zonas concretas, sino que están esparcidas por las zonas más remotas del planeta, desde los polos hasta el ecuador, desde costas inhabitadas hasta costas altamente pobladas y áreas profundas del océano donde incluso es a veces superior a la del plancton.

Si estos microplásticos, y los aditivos químicos que contienen, son ingeridos en grandes cantidades por la fauna marina, pueden tener consecuencias graves si la contaminación se transfiere vía cadena alimentaria a través de la interacción predador-presa.

En los últimos años ha aumentado el interés por la existencia de este tipo de residuos y sus posibles repercusiones. Existen cada vez más pruebas de que estas partículas de menos de 5 mm pueden ser ingeridas por los organismos marinos y resultar dañinas, aunque los efectos de estos fragmentos para la salud de los animales y posteriormente para los seres humanos aún se desconocen en gran medida.

2.3.2 LOS PLÁSTICOS Y EL MAR

Una de las nuevas preocupaciones medioambientales más importantes a nivel mundial es la contaminación de los océanos y mares, fundamentalmente por los plásticos. La deficiente gestión de los residuos en tierra en países desarrollados y la inexistente gestión en los países subdesarrollados agravan aun mas este problema.

Los expertos calculan que alrededor del 80 % de los desechos marinos de plásticos proceden de la tierra⁹. Las principales fuentes en tierra de los desechos marinos compuestos por plásticos parecen ser las siguientes:

- Vertidos de aguas pluviales
- Aliviaderos
- Basura generada por el turismo
- Vertidos ilegales
- Actividades industriales
- Transportes inadecuados

- Materiales para el esmerilado con arena sintética y sobretodo fibras de poliéster o acrílicos del lavado de ropa.

Sabemos que los plásticos pueden ser muy útiles y diversos, sin embargo, los residuos plásticos generan diferentes impactos ambientales, algunos todavía están siendo investigados como el de los anteriormente mencionados, los microplásticos. Esta preocupación ambiental es creciente y se basa en torno a cuatro elementos fundamentales:

- La lenta degradación de los plásticos (entre 100 y 1000 años)
- La producción de diferentes productos plásticos es creciente, al igual que la generación de residuos.
- Su principal materia prima no es renovable, el petróleo.
- Los químicos utilizados para producir los plásticos son elevadamente tóxicos.

Tabla 2: Tiempo de disolución de diferentes objetos

Tiempo que necesitan estos objetos para disolverse en el mar	
Ticket de la compra	2-4 semanas
Algodón	1-5 meses
Estachas	3-14 meses
Lana	1 año
Madera	13 años
Lata de metal	100 años
Lata de aluminio	200-500 años
Botella de plástico	>500 años

Fuente: Hellenic Marine Environment Protection Association (HELMEPA)

2.3.3 COMO AFECTAN LOS PLÁSTICOS AL MAR

- La presencia de los residuos plásticos representa una amenaza para la biodiversidad marina. Los residuos plásticos se acumulan de manera que con el movimiento de las olas golpean los corales y los fracturan. Los plásticos se terminan fragmentando en el ambiente y como consecuencia pueden ser ingeridos por diferentes especies que los confunden con comida. Esto puede significar la muerte instantánea por ahogamiento o afectar internamente el organismo del animal. Se conoce que al menos 267 especies están siendo afectadas por estos residuos, incluyendo pájaros, tortugas, focas, leones marinos, ballenas y variedades de peces¹⁰. Al mismo tiempo los animales pueden enredarse con estos residuos, causándoles deformaciones y pudiendo resultar heridos, inmóviles y muertos.
- Alta posibilidad que los plásticos pueden transportar y liberar contaminantes al ambiente y la vida animal. Para obtener los diferentes tipos de plásticos, se agregan diferentes aditivos químicos durante su fabricación, como retardantes de flama, estabilizadores, antioxidantes y otros químicos como antimicrobiales. Se sospecha que al ingerir los residuos se podrían transferir químicos tóxicos a los organismos. En el caso de los rellenos sanitarios, los aditivos y elementos constitutivos pueden ser liberados e introducidos al ambiente.
- Por otro lado los residuos plásticos, sumados a otros tipos de desechos, presentan afectaciones económicas locales y de bienestar de las poblaciones costeras. Las costas se ven perjudicadas por los residuos que llegan de la mar, lógicamente dando a estos lugares un aspecto insalubre, dañando la atracción de estos lugares y por lo tanto alejando al turismo de los lugares contaminados. Las jornadas de limpieza que se realizan antes de las temporadas turísticas son insuficientes ya que

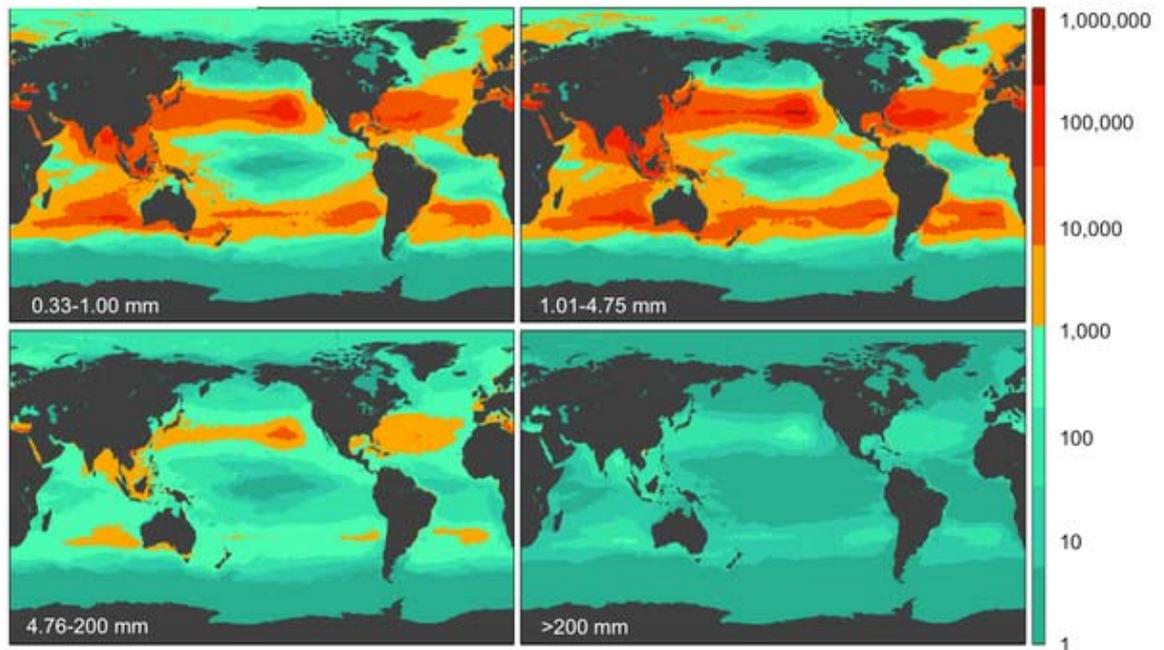
el mar arrastra nuevamente más residuos. Las economías que viven de la pesca sufren directamente el problema de los residuos. A esto si le sumamos la sobreexplotación que sufre la pesca hace peligrar este sector en un futuro no muy lejano.

2.3.4 SITUACIÓN ACTUAL

Un reciente estudio¹¹ publicado el 10 de diciembre de 2014 de un equipo liderado por el investigador Marcus Eriksen, del instituto FiveGyres de de EEUU, y otros científicos de Nueva Zelanda, Chile, Francia, Sudáfrica y Australia han cuantificado la contaminación de basura de plásticos presente en los mares de todo el mundo. En este estudio se realizaron 24 expediciones oceanográficas durante los años 2007 a 2013 en los cinco giros subtropicales, la costa australiana, la bahía de Bengala y el mar Mediterráneo. Utilizando redes de arrastre en 1571 localizaciones, un equipo de recogida contaba las pequeñas piezas de plástico con una red de malla mientras que observadores en los barcos contaban las piezas más grandes. En las zonas donde los científicos no podían acceder se utilizó un modelo matemático que estimaba la cantidad de plásticos en estas aéreas.

El resultado fue el siguiente: Se estima que un mínimo de 5,25 billones de partículas de plástico que pesan 268.940 toneladas están actualmente flotando en el mar.

Los datos de las cuatro clases de tamaño (0.33-1 mm, 1.01-4.7mm, 4.76-200mm y >200mm) se llevaron a cabo por separado a través del modelo, elaborando cuatro mapas para el recuento y la densidad de peso.



Fuente: Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250.000 Tons Afloat at Sea

Figura 2: Lugares en los que son más abundantes los plásticos en función del tamaño de las partículas

Además de la cuantificación de la cantidad de plástico que flota en la actualidad en los océanos, los científicos obtuvieron otros dos datos de gran importancia:

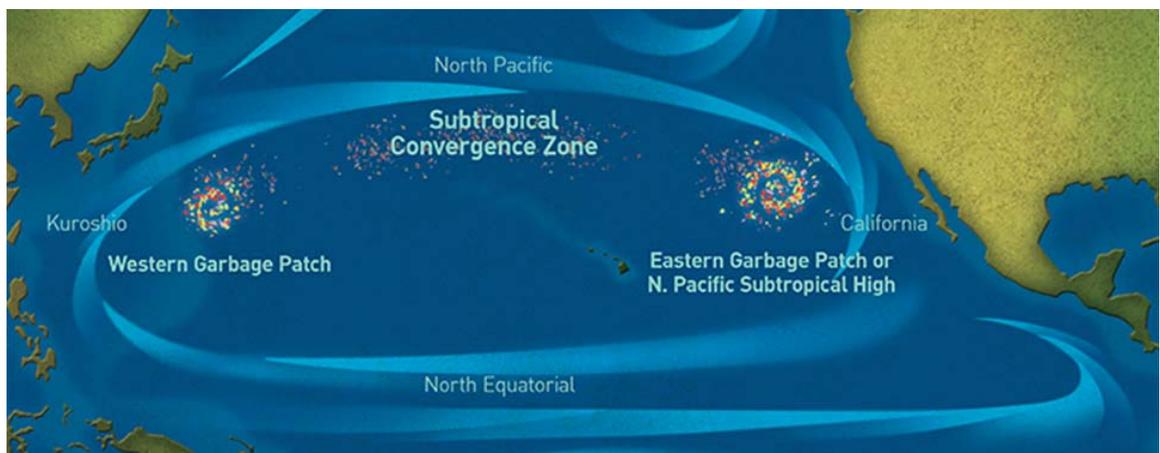
- Se confirma lo que ya se sospechaba, la contaminación por plástico afecta a todas las regiones del planeta en mayor o menor medida, desde los polos hasta el ecuador. Las corrientes marinas distribuyen los plásticos y los transportan a regiones lejos de sus fuentes originales.
- Se encontraron muchos menos microplásticos en la superficie de los océanos de lo que se esperaba. Al comparar entre cuatro clases de tamaño, dos tipos de microplásticos <4,75 mm y dos de macroplásticos > 4,75 mm, se observa una enorme pérdida de microplásticos desde la superficie del mar en comparación con las tasas esperadas de fragmentación, lo que sugiere que hay mecanismos en juego que eliminan

las partículas <4,75 mm de plástico de la superficie del océano. Todo indica que estos microplásticos están siendo ingeridos por muchos organismos que los confunden con su alimento natural como ya se había documentado anteriormente. La magnitud de este problema parece ser mucho más grande de lo que se pensaba ya que están dentro de la cadena alimenticia.

2.4 LA ISLA DE PLASTICO

Existe una zona denominada “la isla de la basura” o “el parche de basura del pacifico”, en ingles conocido como “The Great Pacific Garbage Patch”¹²

Esta área marina está ubicada en el centro del océano Pacífico del Norte, entre Japón y California.



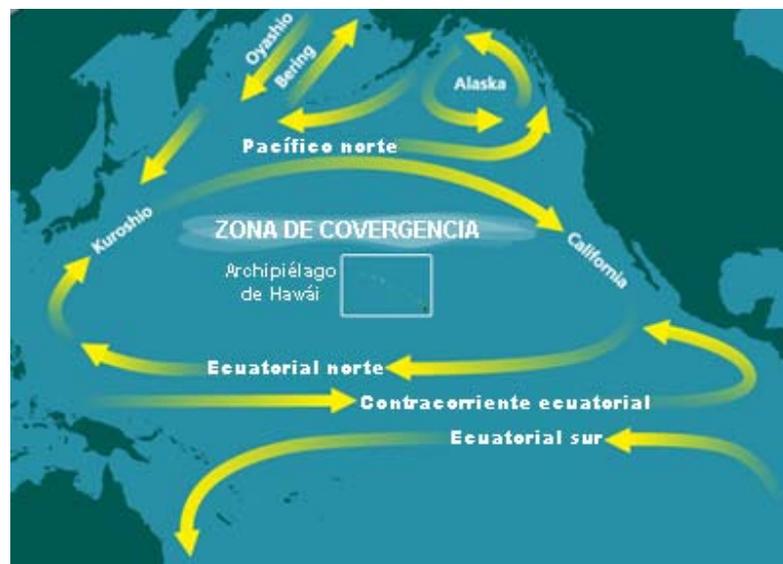
Fuentes: National Oceanic and Atmospheric Administration

Figura 3: Corrientes Océano Pacifico

El termino de “isla de la basura” es utilizado por los medio de comunicación sensacionalistas pero está muy alejado de la realidad del problema. No existe una isla flotando en el océano formada por residuos acumulados en un punto determinado y que pueda ser visible con fotografías satélite ni detectable con radares. El Gran Parche de Basura del Pacífico esta en realidad compuesto por

el parche de Basura del Este, que se encuentra cerca de Japón, y el parche de basura occidental, situada entre los estados de Hawái y California. Estas áreas de residuos están unidas entre sí por la Zona de Convergencia Subtropical del Pacífico Norte, situadas a cientos de kilómetros al norte de Hawái. Esta zona de convergencia es donde el agua caliente del Pacífico Sur se encuentra con el agua más fría del Ártico. La zona actúa como una carretera que mueve los desechos de un parche a otro.

Todo el Gran Parche de Basura del Pacífico está limitado por el Giro Subtropical del Pacífico Norte. Este giro del Pacífico Norte es una zona de altas presiones atmosféricas que obliga a las corrientes oceánicas superficiales a moverse lentamente hacia el este en un movimiento giratorio en sentido horario que succiona la basura desde otras partes del océano hacia el interior del giro. Esta zona de altas presiones es muy estable, ya que se forma por el enfriamiento del aire caliente proveniente del ecuador en su desplazamiento hacia el norte.



Fuente: Wikipedia

Figura 4: Giro Subtropical del Pacífico Norte

Aun no se sabe la cantidad de residuos que conforman el Gran Parche de Basura del Pacífico. Lo que si se tiene constancia es que la mayoría de los desechos en que se encuentran en la zona son de residuos plásticos. El plástico como hemos comentado anteriormente no es biodegradable, lo que significa que no se desintegra, simplemente se desfragmenta en pedazos más diminutos, formando los ya conocidos microplásticos. Estos pequeños plásticos pueden simplemente hacer que el aspecto del agua del mar sea como una sopa oscura (de ahí que se puede encontrar también términos como “la sopa de plástico”). Además, no toda la basura flota en la superficie. Residuos más densos pueden hundirse centímetros o incluso varios metros debajo de la superficie, por lo que el área de la mancha es casi imposible de medir, del mismo modo los constantes movimientos del océano hacen que se dispersen y sea aun más complicado de analizarlo. Se sabe que alrededor del 80% de los residuos en el Gran Parche de Basura del Pacífico proviene de actividades realizadas en tierra en América del Norte y Asia. La basura de la costa de América del Norte tarda aproximadamente cerca de seis años en llegar a la Gran Parche de Basura, mientras que la basura de Japón y otros países asiáticos tarda alrededor de un año. El 20% restante de los desechos proviene del tráfico marítimo, plataformas petrolíferas, barcos de pesca y grandes buques de carga que vierten o pierden los desechos directamente en el agua.

Debido a que “la isla de plástico” está tan lejos de la costa de cualquier país, ninguna nación se hace responsable ni proporciona los fondos y medios para limpiarlo. Charles Moore, el hombre que descubrió el parche en 1997, asegura que la limpieza de la mancha de basura sería “la quiebra de cualquier país” que lo intente. Sin embargo muchos individuos y organizaciones internacionales están dedicados a la prevención del parche de crecimiento. Muchas expediciones han viajado a través de la Gran Parche de Basura del Pacífico para realizar investigaciones y documentar este gran problema. En concreto la fundación de investigación Marina Algalita¹³ creada por Charles Moore que durante la expedición de 2014, él y su equipo utilizaron aviones no tripulados

(drones), para evaluar desde arriba la extensión de la basura. Los drones determinaron que hay 100 veces más cantidad de plásticos por peso que en las anteriores expediciones de 2011. El equipo también descubrió características más permanentes del plástico, o incluso islas, algunas de más de 15 metros de longitud.

La limpieza de los desechos marinos no es tan fácil como parece, ya que cada instante sigue creciendo. Muchos microplásticos son del mismo tamaño que los pequeños animales marinos o ni siquiera son apreciables, por lo que las redes diseñadas para recoger la basura no son efectivas con este tipo de residuo. El Programa de Desechos Marinos del Océano y la Atmósfera de la Administración Nacional¹⁴ han estimado que se necesitarían 67 buques durante un año para limpiar menos del 1% del Océano Pacífico Norte.

3. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

Se han adoptado multitud de medidas para prevenir que la basura acabe en los océanos y mares, así como para limpiar la ya existente. Podemos dividir las en internacionales y europeas/nacionales.

3.1 INTERNACIONALES

3.1.1 EL CONVENIO MARPOL

El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques¹⁵ entra en vigor el 2 de octubre de 1983.

El convenio incluye regulaciones referidas a prevenir y minimizar la contaminación por los buques, ya sea por accidentes o por operaciones rutinarias. El MARPOL está estructurado en 6 anexos;

- Anexo I.- Reglas para prevenir la contaminación por Hidrocarburos.
- Anexo II.- Reglas para prevenir la contaminación por Sustancias Nocivas Líquidas Transportadas a Granel.
- Anexo III.- Reglas para prevenir la contaminación por Sustancias Perjudiciales Transportadas por Mar en Bultos.
- Anexo IV.- Reglas para prevenir la contaminación por las Aguas Sucias de los Buques.
- Anexo V.- Reglas para prevenir la contaminación por las Basuras de los Buques.
- Anexo VI.- Reglas para prevenir la contaminación Atmosférica ocasionada por los Buques.

El anexo V de MARPOL que entro en vigor el 31 de diciembre de 1988 quizás es el de mayor importancia en el tema del plástico ya que se refiere

específicamente al control del tratamiento de los residuos de los buques e impone una prohibición total al vertido de cualquier tipo de plástico al mar al mismo tiempo que restringe el vertido de otros productos sintéticos como sogas o redes de pesca. Este anexo también exige a los puertos y terminales que dispongan de instalaciones para recibir la basura de barcos y buques. Hasta el 2005, un total de 136 países habían ratificado el Anexo V de MARPOL. Los países firmantes se comprometen a tomar medidas destinadas a su pleno cumplimiento. Por otro lado, los buques de los países firmantes tienen que respetar el Anexo V en todo momento y en todas las aguas, mientras que los buques de los países no firmantes deben cumplir el anexo V cuando estén en aguas de los países firmantes.

También en la regla 10 punto 2 del presente anexo establece que todo buque de arqueo bruto igual o superior a 100, todo buque que este autorizado a transportar 15 o más personas y toda plataforma fija o flotante tendrán un plan de gestión de basuras que la tripulación deberá cumplir. Dicho plan incluirá procedimientos por escrito para la reducción al mínimo, la recogida, el almacenamiento, el tratamiento y la eliminación de basuras, incluida la manera de utilizar los equipos a bordo. Igualmente se designara en él a la persona o personas encargadas de su cumplimiento. En la regla 10 punto 3 también especifica que todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 y todo buque que este autorizado a transportar 15 o más personas que realicen viajes a puertos o terminales mar adentro que estén bajo la jurisdicción de otra parte en el convenio y toda plataforma fija o flotante llevaran un Libro de registro de basuras. El Libro de registro de basuras, sea o no sea parte del diario oficial de navegación, se ajustara al modelo especificado en el del presente anexo.

El Convenio MARPOL también ha designado “Áreas Especiales” donde restringe de forma muy severa descargas de cualquier tipo de basura. Estas áreas son las de mayor tráfico de barcos o por el poco intercambio de aguas

causado por su situación geográfica. Las “Áreas Especiales” establecidas en el Anexo I son;

- Por la zona del mar Mediterráneo se entiende este mar propiamente dicho, con sus golfos y mares interiores, situándose la divisoria con el mar Negro en el paralelo 41°N y el límite occidental en el meridiano 5°36´W, que pasa por el estrecho de Gibraltar.
- Por la zona del mar Báltico, con los golfos de Botnia y Finlandia y la entrada al Báltico hasta el paralelo que pasa por Skagen, en el Skagerrak, a 57°44,8´N.
- Por la zona del mar Negro separado del Mediterráneo por la divisoria establecida en el paralelo 41°N.
- Por la zona del mar Rojo, con los golfos de Suez y Aqaba, limitado al sur por la línea loxodrómica entre Ras si Ane (12°28,5´N, 43°19,6´E) y Husn Murad (12°40,4´N. 43°30,2´E).
- Por la zona de los Golfos, de la línea loxodrómica entre Ras al Hadd (22°30´N, 59°48´E).
- Por la zona del mar del Norte, con sus mares interiores dentro de los límites siguientes; el mar del Norte, al sur del paralelo 62°N y al este del meridiano 4°W. El Skagerrak cuyo límite meridional queda determinado al este de Skagen por el paralelo 57°44,8´N y el canal de la Mancha y sus accesos al este del meridiano 5°W y al norte del paralelo 48°30´N.
- La zona Antártico se entiende la extensión de mar situada al sur del paralelo 60°S.

- Por la región del Gran Caribe se entiende el golfo de México y el mar Caribe propiamente dichos, con sus bahías y mares interiores y la parte del océano Atlántico limitada por el paralelo 30°N desde la Florida hacia el este hasta el meridiano 77°30'W; de ahí, una línea loxodrómica hasta la intersección del paralelo 7°20'N con el meridiano 50°W, y de ahí, una línea loxodrómica trazada hacia el sudoeste hasta el límite oriental de la Guayana Francesa.

Sin embargo, no todas estas áreas tienen las instalaciones adecuadas en sus puertos para hacerse cargo de la creciente cantidad de basura de los buques a pesar de que este es un requisito previo para que la designación tenga efecto, por eso, muchas de las declaradas "Áreas Especiales" no reciben aun este tratamiento

3.1.2 PNUMA

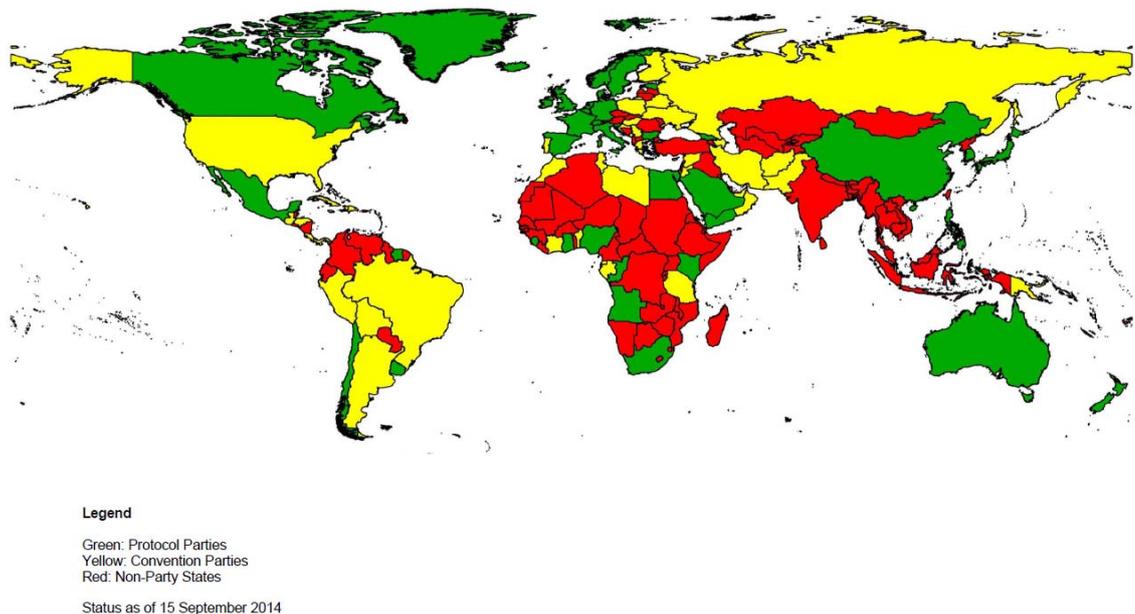
El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente¹⁶ establecido en 1972, es la voz del medio ambiente en el sistema de las Naciones Unidas. El PNUMA actúa como catalizador, defensor, educador y facilitador para promover el uso sensato y el desarrollo sostenible del medio ambiente global. Su misión es ser la autoridad ambiental líder en el mundo, que fija la agenda ambiental global, que promueve la aplicación coherente de las dimensiones ambientales del desarrollo sostenible en el marco del sistema de las Naciones Unidas, y que ejerce de defensor acreditado del medio ambiente global.

El Programa Global de Acción para la Protección del Ambiente Marino de Actividades de la Superficie Terrestre es un programa del PNUMA adoptado en 1995 y tiene como objetivo abordar los efectos negativos que tienen las actividades de la superficie terrestre sobre el medio marino y costero. La basura

marina es una de las 9 categorías de contaminación a las que hace frente este programa.

3.1.3 EL CONVENIO DE LONDRES

El Convenio de Londres¹⁷ tiene como finalidad promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino y la adopción de todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. En la actualidad son 87 los Estados Parte en el Convenio, entre ellos España, y la Secretaría del Convenio es albergada por la Organización Marítima Internacional, con sede en Londres.



Fuente: London Convention and Protocol

Figura 5: Países en el Convenio y Protocolo de Londres

A diferencia de los Convenios OSPAR y de Barcelona, el Convenio de Londres se ocupa, únicamente, de los vertidos realizados desde buques y no de aquellos que llegan al mar desde tierra.

En 1996 se aprobó el “Protocolo relativo al Convenio de Londres”, con el objetivo de modernizar el Convenio, cuya entrada en vigor se produjo en marzo de 2006 y únicamente 45 de los Estados son parte del Protocolo. El Convenio establece una lista de sustancias y productos que no pueden ser vertidos al mar pero, de conformidad con el nuevo Protocolo, se establece el procedimiento denominado como “lista inversa”, es decir, se prohíbe el vertimiento al mar de todos los desechos con la única excepción de los que se incluyen en la lista que constituye el anexo I del Protocolo. Por lo tanto, únicamente son susceptibles de vertido los siguientes materiales:

- Material de dragado
- Lodos de depuradoras
- Vertido de descartes de pesca o materiales resultantes de las operaciones de manipulación de pescado
- Buques y plataformas, u otras construcciones en el mar
- Materiales geológicos inorgánicos inertes
- Materia orgánica de origen natural
- Objetos voluminosos inocuos generados en instalaciones aisladas (como pequeñas islas) sin posibilidad de otras opciones de eliminación

Con posterioridad, en 2007, se aprobaron las enmiendas para incluir una nueva categoría de material susceptible para su vertido al mar, los flujos de CO₂ para su secuestro en estructuras geológicas submarinas.

Este protocolo de enmienda, recoge además los avances y prescripciones que tienen su origen en la Conferencia de Río de Janeiro (1992) y los principios de

cautela y de quien contamina paga, además de prohibir la incineración en el mar y la exportación de residuos.

Dentro del ámbito del Protocolo, se han redactado unas “Directrices generales” y “Directrices específicas” para algunos de los desechos cuyo vertimiento está permitido. En ellas se detallan pormenorizadamente los procedimientos para la evaluación de los desechos, la selección de la zona de vertido, los procedimientos de vigilancia, de caracterización, etc.

El Convenio de Londres y su Protocolo de 1996, también se van adaptando al progreso científico mediante el denominado “Grupo Científico” que es el que, en reuniones anuales, prepara desde el punto de vista técnico los diferentes documentos que se adoptan en las reuniones de Partes Contratantes. España, a través del MAGRAMA participa en las reuniones del grupo científico

3.2 EUROPEAS/NACIONALES

3.2.1 CONVENIO OSPAR

El convenio sobre la protección del medio marino del Atlántico Nordeste¹⁸, o convenio OSPAR (1992), fue el resultado de refundir dos convenios anteriores: el convenio de Oslo para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde buques y aeronaves, y el convenio de París para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre. El Convenio OSPAR entro en vigor en 1998, a partir de esa fecha es de obligado cumplimiento para los siguientes países:

- Bélgica
- Dinamarca
- Finlandia

- Francia
- Alemania
- Irlanda
- Islandia
- Luxemburgo
- Holanda
- Noruega
- Portugal
- España
- Suiza
- Suecia
- Reino Unido
- Comunidad Europea

Las partes contratantes de este convenio se reúnen cada año, y cada cinco años tiene lugar una reunión ministerial de las partes.

El trabajo del Convenio de OSPAR para el periodo 2010-2020 se rige por su Estrategia. En la primera parte de la estrategia se recuerda el objetivo general de OSPAR que es conservar los ecosistemas marinos, la salud humana y restaurar cuando sea posible las áreas marinas que hayan sido afectadas negativamente por las actividades humanas mediante la prevención y eliminación de la contaminación y su protección. Para llevar a cabo este objetivo, OSPAR establece una serie de objetivos estratégicos en cuanto a:

- Diversidad biológica y ecosistemas
- Sustancias peligrosas
- Sustancias radiactivas
- Eutrofización
- Industria del gas y del petróleo en alta mar

La estrategia sobre diversidad biológica y ecosistemas tiene por objeto detener y prevenir para 2020 la pérdida de biodiversidad, proteger y conservar los ecosistemas y, si es posible, recuperar las zonas marinas que hayan padecido efectos nocivos. Para tal fin la estrategia crea instrumentos como la Lista de especies y hábitats amenazados o en declive para los que habrá que desarrollar programas y medidas, la creación de una red coherente de Áreas Marinas Protegidas que incluya zonas más allá de las aguas jurisdiccionales y la gestión integrada de las actividades humanas para reducir el impacto de estas actividades en el medio marino.

- La estrategia sobre eutrofización tiene por objeto luchar contra la eutrofización en el área OSPAR con el fin último de lograr y mantener un medio ambiente marino saludable sin eutrofización de origen humano. Para ello, se tratará de adaptar el “Procedimiento Común para la identificación del estado de eutrofización” a los requerimientos de la DMEM en materia de lucha contra la eutrofización, se cooperará para establecer unos objetivos de reducción de la eutrofización en las áreas con problemas y se coordinará el desarrollo de medidas para reducir y eliminar la eutrofización antropogénica de nuestras mares.

- La estrategia sobre sustancias peligrosas tiene por objeto prevenir y combatir la contaminación en la zona OSPAR que abarca 5 regiones; Aguas árticas, Mar del Norte, Mares Celtas, Golfo de Vizcaya y Costa Ibérica y Gran Atlántico, mediante la reducción continua de las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas con el fin de conseguir concentraciones en el medio marino próximas a los niveles de base para las sustancias naturales, y próximas a cero cuando se trate de sustancias sintéticas. La meta a alcanzar es el cese de las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas para el año 2020. Para ello OSPAR mantendrá la Lista OSPAR de sustancias peligrosas de acción prioritaria” y la “Lista OSPAR de sustancias que son motivo de

preocupación”, recopilará datos regionales sobre sustancias peligrosas, y promoverá acciones y medidas para reducir de manera continuada los vertidos, emisiones y pérdidas de las sustancias de acción prioritaria o de otros químicos que representen un motivo de preocupación para el medio marino del área OSPAR, incluyendo los disruptores endocrinos.

- La estrategia sobre la industria de gas y petróleo tiene por objeto prevenir y eliminar la contaminación y tomar las medidas necesarias para proteger el medio marino contra los efectos nocivos de las actividades offshore estableciendo unos objetivos ambientales y mejorando los mecanismos de gestión para proteger la salud humana y conservar los ecosistemas marinos y, si es posible, recuperar las zonas marinas que hayan padecido efectos nocivos. Para este fin, y siguiendo un enfoque basado en el riesgo, se identificarán, priorizarán, vigilarán y controlarán las emisiones, descargas y pérdidas de sustancias que alcanzan o pueden alcanzar el medio marino y causan o pueden causar contaminación.

La aplicación del Convenio y sus Estrategias se lleva a cabo mediante la adopción de Decisiones, Recomendaciones y otros Acuerdos. Las Decisiones, éstas legalmente vinculantes, y las Recomendaciones establecen las acciones que han de desarrollar las Partes Contratantes. Estas medidas son completadas por acuerdos que tratan otras cuestiones de importancia, programas de seguimiento, directrices, guías metodológicas, acciones que ha de llevar a cabo OSPAR propuestas por las Partes, etc. Por su parte la Comisión edita periódicamente publicaciones sobre las cuestiones abordadas por las diferentes Estrategias así como los resultados de las evaluaciones de los datos que las Partes reportan a OSPAR.

3.2.2 CONVENIO DE BARCELONA

En 1975, dieciséis países mediterráneos y la CEE adoptaron el Plan de Acción para la protección y el desarrollo de la cuenca del Mediterráneo (PAM), el primer acuerdo regional bajo los auspicios del Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA). Como marco jurídico del PAM, en 1976 se adopta el Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación¹⁹ y sus dos primeros protocolos, destinados a cumplir con el PAM:

- Protocolo sobre la prevención de la contaminación causada por vertidos desde buques y aeronaves ("Protocolo de Vertidos o Dumping"), adoptado en 1976 y en vigor desde 1978. En 1995 fue enmendado. España ratificó esta enmienda en 1999.
- Protocolo sobre cooperación para combatir la contaminación en situaciones de emergencia causadas por hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales ("Protocolo de Emergencia"). Sustituido en 2002, en vigor desde 2004, ratificado por España en 2007.

Posteriormente han tenido lugar sucesivas reuniones de las Partes en las que se adoptaron los siguientes protocolos cuya situación legal es la siguiente:

- Protocolo sobre la protección del Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre ("Protocolo COT o LBS"). Aprobado en 1996, en vigor desde 2008, ratificado por España en 1999.
- Protocolo sobre áreas protegidas (Ginebra, 1982) que en 1995 pasa a denominarse Protocolo sobre Zonas Especialmente Protegidas y Diversidad Biológica en el Mediterráneo ("Protocolo ZEPIM"). Aprobado en 1995, en vigor desde 1999, ratificado por España en 1998.

- Protocolo para la protección del Mediterráneo contra la contaminación resultante de la exploración y explotación de la plataforma continental y del fondo del mar y su subsuelo (Madrid, 1994) ("Protocolo Offshore") Aprobado en 1994, en vigor desde 2011, no ha sido ratificado por España.

- Protocolo sobre la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo por movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación (Protocolo "Hazardous wastes"). Aprobado en 1996, en vigor desde 2008, no ha sido ratificado por España.

- Protocolo relativo a la Gestión Integrada de las Zonas Costeras del Mediterráneo (Almería, 2008) (Protocolo GIZC) Aprobado en 2008, en vigor desde 2011, ratificado por España en 2010.

En la conferencia de Barcelona de 1995 se enmienda el Convenio y pasa a denominarse Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo. Además se revisan los protocolos existentes y se adopta un nuevo Plan de Acción. En la actualidad son 22 las partes contratantes del Convenio de Barcelona:

- Albania
- Argelia
- Bosnia Herzegovina
- Croacia
- Chipre
- Egipto
- la Unión Europea
- Francia
- Grecia
- Israel

- Italia
- Líbano
- Malta
- Mónaco
- Marruecos
- Serbia y Montenegro
- Eslovenia
- España
- Siria
- Túnez
- Turquía

Su ámbito geográfico de aplicación son las aguas marinas e interiores del mar Mediterráneo, limitadas al oeste por el meridiano que pasa por el cabo Espartel, y por el este por los límites del estrecho de los Dardanelos entre los faros de Mehmetck y Kumkale.

Las obligaciones generales impuestas a las partes contratantes por el convenio son las siguientes:

- Tomar las medidas apropiadas, individual o conjuntamente, para prevenir, reducir, combatir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación en la zona del mar Mediterráneo y proteger y mejorar el medioambiente marino, así como contribuir a su desarrollo sostenible.
- Tomar las medidas apropiadas para implementar el PAM.
- Proteger el medioambiente y contribuir al desarrollo sostenible de la zona del mar Mediterráneo.
- Implementar el convenio y sus protocolos.

- Cooperar en la formulación y adopción de protocolos, procedimientos y estándares para la implementación del convenio.
- Promover, dentro de los organismos internacionales competentes, las medidas referentes a la implementación de programas de desarrollo sostenible, protección, conservación y rehabilitación del medioambiente y los recursos naturales en el área del mar Mediterráneo.

La estructura organizativa del Convenio de Barcelona es la siguiente:

- MEDU (Unidad de Coordinación del PAM), establecida en Atenas, actúa de secretaría del Convenio. Asegura las relaciones institucionales, vela por la ejecución de las recomendaciones y difunde la información. MEDU prepara también el programa de trabajo, el presupuesto para cada ejercicio bianual y coordina los trabajos de los Centros de Actividad Regional.
- Los Centros de Actividad Regional (RAC, por sus siglas en inglés) trabajan en áreas temáticas concretas:
 - Plan Azul (BP/RAC), Francia: realiza tareas de observación y evaluación del medio ambiente.
 - Programa de Actividades Prioritarias (PAP/RAC), Croacia: centrado en la gestión integrada de zonas costeras y en la asistencia técnica a los CAMP (Proyectos de Gestión de Áreas Costeras).

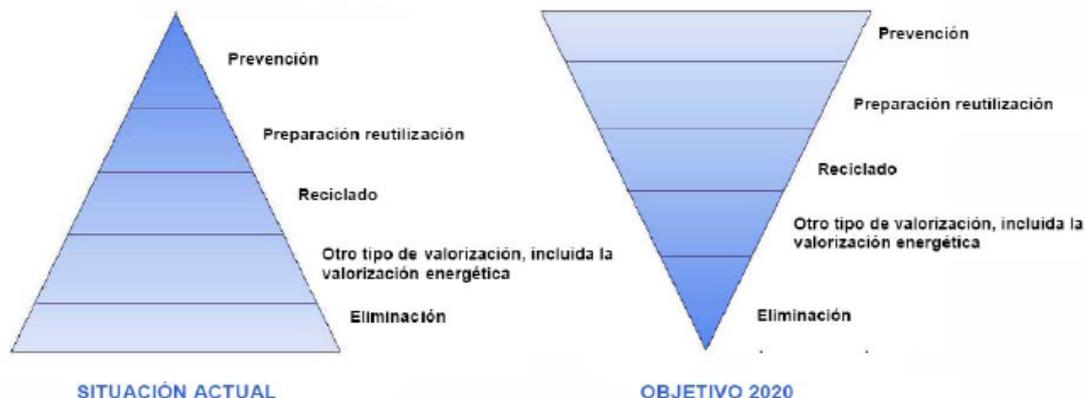
- Zonas Especialmente Protegidas (SPA/RAC), Túnez: se dedica a todo lo referente a la conservación de especies y hábitats mediterráneos.
 - Centro Regional de Respuesta a las Emergencias por Contaminación Marina (REMPEC), Malta: asistencia técnica y cooperación en casos de contaminación marina accidental.
 - INFO/RAC, Italia: proporciona servicios de comunicación y difusión al MEDU.
 - Producción Limpia (CP/RAC), España: promueve la reducción en la generación de residuos industriales y difunde técnicas de producción limpias.
- Comisión Mediterránea de Desarrollo Sostenible, creada en 1995. Sus objetivos son, en términos generales: identificar, evaluar y examinar los grandes problemas económicos, ecológicos y sociales de la región mediterránea; formular propuestas a las Reuniones de las Partes y evaluar la aplicación de las decisiones adoptadas, y reforzar la cooperación regional. La CMDS está integrada por:
- Un representante de cada uno de los países integrantes (22)
 - Cinco representantes de las Autoridades Locales
 - Cinco representantes de los Agentes Socioeconómicos
 - Cinco representantes de las organizaciones no Gubernamentales
- Reunión de las Partes del Convenio: se reúne cada dos años, a nivel ministerial, para examinar el avance en los programas, aprobar el presupuesto, adoptar los protocolos y los programas. Adoptar las recomendaciones que posteriormente tendrán que poner en marcha los

Estados y elegir al Bureau, que se encarga del seguimiento del Convenio en el periodo entre sesiones.

3.2.3 UNION EUROPEA

3.2.3.1 LEGISLACIÓN SOBRE RESIDUOS

Los residuos de plásticos no están tratados de manera específica por la legislación de la Unión Europea, a pesar de su creciente producción e impacto ambiental. Solo en la Directiva (94/62/CE)²⁰ relativa a los envases se incluye un objetivo específico de reciclado para los envases de plástico. En la Directiva marco sobre los residuos (2008/98/CE)²¹ se establece un objetivo general de reciclaje para los residuos domésticos que engloba, entre otros materiales, los residuos de plásticos. La Directiva marco sobre los residuos es pertinente también en otros aspectos. Por ejemplo, en ella se establece la responsabilidad ampliada del productor como principio clave de la gestión de los residuos. Esta Directiva refuerza el principio de jerarquía en las opciones de gestión de residuos. Siguiendo esta jerarquía, la prevención es la mejor opción de gestión seguida y en este orden, de la preparación para la reutilización, del reciclado, de otras formas de valorización (incluida la energética) y por último de la eliminación (el depósito en vertedero entre otras). El objetivo de la aplicación de la jerarquía de residuos es desplazar la mayor parte de las actuaciones de gestión de los residuos hacia los escalones superiores de la jerarquía, tal y como puede verse en el gráfico siguiente, siendo la prevención de los residuos la primera prioridad en la medida en que es la opción ambiental (y económicamente) más sostenible.



Fuente: Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020

Figura 6: Jerarquía Europea en la gestión de los residuos

Al objeto de avanzar en la prevención, la Directiva marco sobre residuos establece en su artículo 29, que los Estados miembros han de elaborar programas de prevención de residuos a más tardar el 12 de diciembre de 2013. Estos programas podrán estar integrados en los planes de gestión de residuos, en otros programas de política ambiental o funcionar como programas separados. Dichos programas establecerán objetivos en materia de prevención. Los Estados miembros deben describir las medidas de prevención existentes y evaluar la utilidad de los ejemplos de medidas que se indican en el anexo IV de la Directiva Marco u otras medidas adecuadas, y determinar puntos de referencia cualitativos o cuantitativos específicos para evaluar el avance en la aplicación de esas medidas. Todo ello con el objetivo de romper el vínculo entre el crecimiento económico e incremento en la generación de residuos para reducir los impactos ambientales asociados a la generación de residuos.

3.4.3.2 LEGISLACIÓN SOBRE SUSTANCIAS QUÍMICAS

El Reglamento (CE) nº 1907/2006²² relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) es en parte aplicable al reciclaje de plásticos. Aunque el Reglamento contiene disposiciones específicas que facilitan la comercialización de materiales reciclados, en algunos casos, la utilización de aditivos en los plásticos puede obstaculizar el cumplimiento de esas disposiciones, si los aditivos no están permitidos en los nuevos productos. Algunos procesos de REACH son importantes también para mejorar la eficiencia de los plásticos en cuanto al uso de los recursos, en concreto a reducir los riesgos asociados a los plásticos en el medio ambiente y su reciclado. Las restricciones siguen siendo herramientas fundamentales para reducir los peligros asociados con determinados plásticos.

El Reglamento (CE) nº 1272/2008²³ sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas permite identificar las sustancias químicas peligrosas e informa a los usuarios sobre estos peligros mediante símbolos y frases estándar en las etiquetas de los envases y a través de fichas de datos de seguridad. Esta información es crucial para fomentar la producción de plásticos menos peligrosos en Europa y, por consiguiente, también para mejorar el reciclado de los plásticos.

3.2.4 ESPAÑA

La Ley 22/2011, del 28 de julio, de residuos y suelos contaminados²⁴ (en adelante, Ley de Residuos), en coherencia con el Decreto Marco de Residuos de la Unión Europea identifica la prevención como la primera opción de la política de residuos. Adicionalmente reconoce el potencial de las prácticas de prevención como instrumento para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto que el impulso de estas medidas tiene como elemento

tractor de la I+D+I (Preámbulo I y X, y la disposición adicional decimotercera de la Ley de Residuos).

El artículo 3.h) de la Ley de Residuos define la prevención como el conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir: la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos, los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro del uso de materiales o energía, y el contenido en sustancias nocivas en materiales y productos.

En su artículo 12 la citada Ley señala que la Administración General del Estado deberá establecer objetivos mínimos de reducción de la generación de residuos, que las Comunidades Autónomas elaboraran programas prevención en su ámbito territorial y permite que las entidades locales elaboren este tipo de programas para aquellos residuos que son de su competencia, con carácter facultativo.

El artículo 15 de la Ley de Residuos, prevé que los programas deben establecer objetivos de reducción para los residuos generados y de reducción de la cantidad de sustancias peligrosas. También se establece la obligación de describir las medidas de prevención existentes y evaluar la utilidad del conjunto de medidas incluidas en el anexo IV de la Ley 4 u otras medidas adecuadas. Estas medidas se deben orientar a lograr en 2020 una reducción del 10% en peso de los residuos generados en 2010. Las administraciones competentes, con el fin de controlar y evaluar los avances en la aplicación de las medidas de prevención, determinarán los instrumentos que permitan realizar evaluaciones periódicas de los progresos realizados y podrán fijar objetivos e indicadores cualitativos o cuantitativos concretos.

El artículo 16 de la Ley de Residuos señala que las autoridades competentes podrán establecer medidas económicas, financieras y fiscales para fomentar la prevención de la generación de residuos. Así mismo este artículo señala que las administraciones públicas promoverán en el marco de las compras públicas el uso de productos reutilizables y de materiales fácilmente reciclables.

Por otro lado, hay que señalar la mención expresa que se hace de los sistemas de responsabilidad ampliada del productor del producto, como potencialmente obligados a adoptar medidas en materia de prevención (artículo 31).

Para el caso concreto de las bolsas comerciales de un solo uso, la disposición adicional segunda de la Ley de Residuos, faculta a las administraciones públicas para adoptar medidas para sustituir las bolsas comerciales de un solo uso, en particular las de plástico no biodegradables.

El marco jurídico de la prevención se complementa en la normativa específica de algunos tipos de residuos:

- Residuos peligrosos: En materia de prevención el marco jurídico específico aplicable a los residuos peligrosos se recoge en el artículo 17.6 de la Ley de Residuos, donde se establece la obligación por parte de los productores de residuos peligrosos de presentar estudios o planes de minimización de residuos peligrosos, comprometiéndose a reducir la generación de sus residuos.

- Envases y residuos de envases: La normativa de envases (Disposición adicional séptima de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de envases, y el artículo 3 del Real Decreto 782/1998, de 30 de abril) establece que desde el año 1999, los envasadores que superen determinada cantidad de envases puestos en el mercado tienen la obligación de elaborar programas empresariales de prevención de envases y residuos de envases. La normativa de envases establece que

los distintos materiales de envasado se identificarán, indistintamente, mediante las abreviaturas o números, siendo dicha identificación de carácter voluntario. Este grupo de residuos son gestionados a través del Sistema integrado de gestión/sistema colectivo de responsabilidad ampliada gestionado por Ecoembes y sus productores deben financiar su recuperación una vez se convierten en residuos. Estos envases deben incluir el Punto Verde como identificación de que pertenecen a este sistema. La gestión del resto de plásticos y metales no envases se realiza por otras vías como los puntos limpios o los recuperadores a través de la fracción resto.

- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos están regulados por el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, y por el Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. En estas normas la prevención se concreta en el ecodiseño de productos exentos de cromo hexavalente, polibromobifenilos y policromodifeniléteres, en el diseño de aparatos de forma que se facilite su desmontaje, reparación y reutilización, y en la obligación de que los productores faciliten a los gestores de residuos información adecuada para identificar los distintos componentes susceptibles de ser reutilizados.

- Residuos de construcción y demolición (RCD): El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, establece la obligación de incluir en los proyectos de ejecución las medidas de prevención en la obra objeto del proyecto, las operaciones de reutilización previstas. Las administraciones públicas velarán por que en las obras en las que actúen como promotores se apliquen medidas tendentes a la prevención de RCD y por

otro lado fomentarán que entre los criterios para la valoración de la oferta más ventajosa en la contratación pública se tenga en cuenta la prevención de RCD.

- Residuos de vehículos fuera de uso (VFU): El Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil, establece la prohibición de utilización de plomo, cadmio y mercurio y cromo hexavalente, con las excepciones señaladas en su Anexo II en los elementos de los vehículos, así como la obligación de diseñarlos para facilitar el desmontaje y la reutilización. Además, en los centros de tratamiento se debe favorecer la reutilización.
- Residuos de pilas y acumuladores: El Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, establece la prohibición de la comercialización de pilas con mercurio o cadmio, con algunas excepciones, y el fomento para la investigación, comercialización y consumo de pilas y acumuladores con mejor rendimiento ambiental y menor contenido en sustancias peligrosas.
- Aceites industriales: El Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, establece la obligación para los fabricantes de aceites de elaborar planes empresariales para la prevención de los efectos de los aceites industriales sobre el medio ambiente. La principal medida de prevención que se ha contemplado en éste es la prolongación de la vida útil de los aceites.
- Neumáticos fuera de uso (NFU): El Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso establece en su artículo 3 la obligación por parte de los productores de neumáticos, de elaborar planes empresariales de prevención de neumáticos fuera de

uso, identificando como medida principal de prevención la prolongación de la vida útil de los neumáticos y mecanismos para facilitar la reutilización.

Por último, hay que hacer una referencia a cómo contempla la prevención el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR), en el que se establecieron las líneas generales de la política de residuos en materia de prevención y se fijaron objetivos cualitativos y cuantitativos de prevención para los principales flujos de residuos. En el Anexo II se detallan los objetivos y medidas de prevención y reutilización del PNIR. Estos objetivos están vigentes hasta la evaluación bienal de los resultados del Programas de Prevención y la finalización del propio PNIR.

3.2.4.1 CONVENIO ESPAÑA-ASOCIACIÓN PLASTICS EUROPE

El 28 de julio de 2014 el secretario de Estado de Medio Ambiente del Gobierno de España, firmó un convenio de colaboración con la asociación Plastics Europe²⁵ en representación de los fabricantes de materias primas plásticas, con el objetivo de lograr un vertido cero de residuos plásticos en el año 2020.

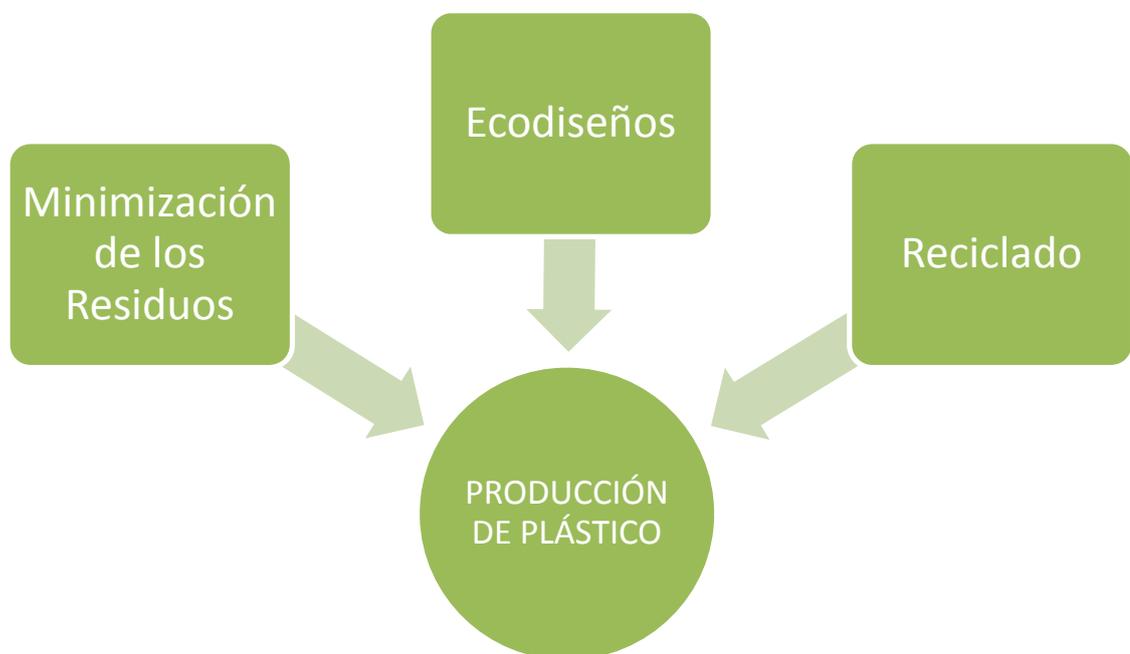
El objetivo del Ministerio es avanzar en la integración de los aspectos ambientales y de sostenibilidad en la producción de plásticos y su posterior consumo sostenible. Particularmente a partir de la incorporación de plástico reciclado procedentes de residuos, así como el potencial y oportunidad de generar actividad económica y empleo mediante la implementación de las mejores prácticas y medidas de correcta separación y gestión de los residuos de plásticos en Europa. Conforme a esta nueva propuesta el reciclado de residuos municipales debe incrementarse hasta el 70% en 2030, el reciclado de envases de plástico debe incrementarse hasta el 60% en 2025 y debe prohibirse el vertido de plástico, junto con el de otros materiales reciclables,

también para ese año. Todo ello lleva a la necesidad de avanzar en prevención y en la aplicación rigurosa del principio de jerarquía para maximizar el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos. Desechar en el vertedero los plásticos usados supone desaprovechar su potencial de utilización.

Este convenio hace hincapié en el importante valor ambiental y activo económico y social que supone el uso eficiente de los recursos que contienen los residuos de los plásticos, ya sea como materia prima, o mediante la recuperación de su energía para aquellos residuos de plásticos cuyo reciclado mecánico ya no sea viable desde un punto de vista técnico, económico o medio ambiental. Asimismo, se ha destacado todo el potencial que ello implica, en clave de favorecer el desarrollo económico y el empleo, a través de nuevos nichos de actividad, al tiempo que se propicia y se facilitan nuevas oportunidades de convergencia con los nuevos objetivos de gestión de residuos que recientemente ha planteado la Comisión Europea (a través de su Comunicación “Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa”) y que se concreta en la Propuesta de modificación de la Directiva Marco de residuos, de la Directiva de envases y residuos de envases y de la directiva sobre vertido de residuos.

4. GESTIÓN DEL PLÁSTICO

Para abordar el tema de la gestión del plástico es fundamental tener unas pautas básicas más sostenibles de producción de plásticos. Estas pautas son claves si se quiere minimizar los impactos ambientales potenciales de los productos, comenzando desde su etapa inicial hasta que son desechos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Pautas básicas de producción de plásticos

4.1 ECODISEÑO DE LOS PRODUCTOS

El ecodiseño de los productos es el diseño que considera acciones orientadas a la mejora ambiental del producto o servicio en todas las etapas de su desarrollo. Esta nueva forma de desarrollo de un producto se centra principalmente en la etapa de diseño, siguiendo una serie de pasos con el objetivo final de garantizar

un ciclo de vida sostenible del producto Por lo tanto, el reciclado empieza ya en la fase de diseño del producto. Una correcta definición de ecodiseño sería la siguiente: “La integración de criterios ambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su Ciclo de Vida”²⁶

El ecodiseño, no modifica la estructura básica que se sigue en el desarrollo de nuevos productos, sino que la complementa y la adapta para integrar criterios ambientales a los pasos que componen el tratamiento del producto. Estos criterios deben considerarse en la misma escala de prioridades que las especificaciones clásicas de calidad, seguridad, funcionalidad, costes, durabilidad, ergonomía, estética o, entre otras.

Al comenzar un proyecto de ecodiseño la primera etapa es conocer cuáles son los aspectos ambientales de un producto y evaluar su importancia. Los criterios ambientales, desde el punto de vista del diseño en un producto son aquellos elementos del mismo que pueden interactuar con el medio ambiente durante todo su ciclo de vida. Estos criterios se pueden clasificar en tres grupos:

- Consumo de materias primas y auxiliares
- Consumo de energía
- Emisiones tóxicas y contaminantes

4.1.1 BENEFICIOS

Los beneficios de este tipo de proyectos fundamentalmente son para toda la sociedad con el menor impacto medioambiental, sin embargo para las empresas también puede ser muy rentable .Los principales beneficios que puede obtener de forma directa o indirecta la empresa que ecodiseña sus productos son, entre otros:

- Reducción del consumo de recursos energéticos hace que al mismo tiempo se reduzca el impacto ambiental y los costes de producción. Igualmente al minimizar la cantidad de material utilizado por producto, se reducen los costes de materia prima y el consumo de recursos.
- Optimización de técnicas de producción, mejorar la capacidad innovadora de la empresa y reducir los pasos de producción. Utilizar materiales renovables, de menor impacto ambiental y más fácil de reciclar. Al optimizar la distribución se reducen el gasto por transporte, se consumen menos combustibles fósiles y se genera una menor cantidad de gases de combustión perjudiciales para la atmosfera.
- Mejora de la imagen del producto, de la empresa y cumplimiento de las demandas de los clientes o usuarios. Al introducir nuevos criterios de diseño, la empresa puede crear o rediseñar sus productos dotándoles de nuevas características que son evaluadas de manera positiva por parte de los consumidores reforzando la imagen de la marca y el producto. Del mismo modo mejora el posicionamiento ante competidores.
- Cumpliendo los requisitos ambientales legislativos, se mejora la gestión ambiental de una organización o empresa, posibilita el acceso a nuevos mercados y consumidores ambientalmente más exigentes. Realizar negocios con otro tipo de empresas del sector del reciclaje.
- Aumento de la calidad del producto, derivado del análisis detallado del mismo (incremento de durabilidad, posibilidad de reparación...) Posibilidad en el diseño de un producto sea más fácil de instalar y operar, más sencillo y barato su mantenimiento y aumentar su vida útil.

4.1.2 PLÁSTICOS BIODEGRADABLES

Dentro del ecodiseño en productos plásticos es de gran importancia el incorporar plásticos biodegradables y de menor impacto ambiental. Los plásticos biodegradables son aquellos que están fabricados a partir de materiales procedentes de recursos renovables y también sintéticos derivados del petróleo. Son materiales capaces de desarrollar una descomposición aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas bajo condiciones naturales. Se han desarrollado y se sigue investigando en la producción de nuevos bioplásticos, algunos de los más utilizados son los siguientes:

- Ácido Poliláctido (PLA): El almidón es un polímero natural. Se trata de un tipo de hidrato de carbono constituido por moléculas grandes que la planta sintetiza durante la fotosíntesis y le sirve como reserva de energía. Otros tipos de polímeros naturales son el trigo, el maíz, la patata. El almidón puede ser procesado y convertido en plástico, pero como es soluble en agua se ablanda y deforma cuando entra en contacto con la humedad, limitando su uso. Esto es solucionado modificando químicamente el almidón hasta formar un polímero llamado Ácido Poliláctido (PLA). El PLA es uno de los plásticos biodegradables más conocidos y usados debido a la capacidad de disolverse al cabo de un tiempo. El PLA puede ser usado para fabricación de macetas que se plantan directamente en la tierra y se degradan con el tiempo, pañales desechables, en el ámbito de la medicina se lleva utilizando para implantes en el hueso o en el tejido (cirugía ortopédica, oftalmología, ortodoncia) suturas y capsulas de liberación de drogas.
- Polihidroxialcanoatos (PHA): Existen también bioplásticos producidos directamente por las bacterias que desarrollan gránulos de un plástico que se denominan Polihidroxialcanoatos (PHA). Una ventaja de estos

polímeros es su rápida degradación en el ambiente al compararla con plásticos convencionales, ya que muchos hongos y bacterias presentes en el ambiente pueden utilizarlos como alimento. Además estos bioplásticos presentan propiedades fisicoquímicas similares a los de los polímeros utilizados comúnmente, pueden ser moldeados, inyectados y laminados. Las bacterias pueden producir diferentes tipos de PHA, dependiendo del tipo y cantidad del sustrato proporcionado. Esto es una gran ventaja para los científicos porque pueden manipular la producción de PHA, dependiendo del uso que se le vaya a dar al plástico. Se pueden producir plásticos rígidos o maleables, plásticos cristalinos, impermeables al oxígeno y fibras plásticas para suturar heridas o tejidos internos. El único inconveniente de este tipo de bioplástico es su alto coste de producción.

- Policaprolactona (PCL): Los polímeros biodegradables de origen químico como la Policaprolactona son verdaderamente biodegradables sin los requerimientos previos de la foto degradación. En ambiente de compost la policaprolactona es asimilada totalmente por los microorganismos y la velocidad de degradaciones depende de varios factores tales como espesor de la muestra, humedad, temperatura, oxígeno etc. Su utiliza entre otras como reemplazo del yeso en aplicaciones ortopédicas

La producción de bioplásticos o plásticos biodegradables, como el PHA y el PLA aun es más cara que la obtención de los plásticos convencionales. Debido a ello aun no se ha generalizado su uso. Pero mirando solamente el bajo coste de producción de los plásticos tradicionales no reflejan su verdadero costo si consideramos el impacto que tienen sobre el medio ambiente.

4.2 MINIMIZACION DE LOS RESIDUOS

La reducción de residuos abarca una amplia gama de medidas que tienen como objetivo reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos mediante el control de la generación de residuos a lo largo del ciclo de vida de los productos. De esta manera, la prevención de residuos reduce los materiales en la economía que podría terminar como desechos. La prevención de residuos puede cubrir diversas estrategias tales como el aumento de la eficiencia de la utilización de los productos; restringir el consumo innecesario; extender la vida del producto (reutilización, reparación, restauración) Por lo tanto la prevención de residuos puede afectar a la totalidad de los materiales de flujo mediante la restricción de materiales innecesarios de entrar en la economía o restringir los materiales salgan de la economía como un residuo.

La primera opción prioritaria, fundamentalmente dedicada para las empresas es reducir el peso de los productos de plástico, ya sean en el propio producto o en el embalaje. Esto se puede realizar con un buen estudio de ecodiseño previo como se ha descrito anteriormente. Existe una tendencia, más evidente en la industria del embalaje, hacia la reducción de tamaño, conduciendo a una disminución en la intensidad de material global y el coste operativo. Por ejemplo, la empresa LG Electronics ha reducido su uso de los materiales de embalaje en un 4,6% para los nuevos productos de televisiones y un 20,1% para los teléfonos móviles en el año 2013, repercutiéndoles en ahorros de costes superiores a trece millones de dólares²⁷. Aunque estos esfuerzos son a menudo compensado por el crecimiento de las ventas; cómo se desacopla el uso de materiales del crecimiento económico no está claro. Muchas otras empresas han establecido metas para la reducción de material.

Además es importante la capacitación de todas las partes involucradas en el proceso de generación de residuos, tomando en cuenta las condiciones

diferentes y características específicas de cada grupo. En los hogares, los factores más relevantes para la alta generación de residuos evitable son:

- Falta de información y conocimientos: En general la mayor parte de la población no conoce ni muestra interés en las diferencias ecológicas entre los productos que hay en el mercado. Únicamente se ha ido mejorando el aspecto del reciclaje y la recogida selectiva.
- Consumo superfluo: Existen muchos productos que se pueden reemplazar por otros que causan menos residuos, pero eso no es conocido por los consumidores.
- Costumbres radicadas: Existen algunos patrones de consumo que ya están tan arraigados en la mente de la población que resulta difícil cambiarlos, aunque el cambio no provocaría un empeoramiento en la calidad de vida y la comodidad de las personas.

4.3 RECICLADO Y REUTILIZACION

Existen tres modos de aprovechar los plásticos una vez que terminó su vida útil: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico o emplearlos como fuente de energía.

- El reciclaje mecánico se realiza por medio de la presión y del calor con el fin de producir otros objetos con un material termoplástico definido. El reciclado mecánico es el sistema más utilizado donde los residuos plásticos se lavan y se muelen para obtener un producto en forma de escamas que tiene diversas aplicaciones de reutilización. Es muy importante que sea homogénea la composición del plástico a reciclar, la clasificación minuciosa tiene un papel preponderante para el reciclaje

mecánico. Los plásticos ideales son objetos de gran tamaño, como las botellas de bebida, recipientes de alimentos u otros productos de uso doméstico, film y folio de plástico etc.

- El reciclado químico, que tiene como objetivo la descomposición de los plásticos usados, en sus componentes más sencillos (los monómeros). Estos se pueden utilizar otra vez como materia prima en la industria productora. Existen diferentes procesos para realizar el reciclaje químico: la pirólisis, la hidrogenación, la gasificación o el tratamiento con disolventes. Con el reciclaje químico, es posible tratar también polímeros termoestables y plásticos de composición compleja. Los procesos de reciclaje químico son sumamente complejos, nuevos y necesitan costos de inversión mucho más altos que el reciclaje mecánico. Especialmente el reciclado químico del PET (metanólisis y glicólisis), permite separar las cadenas de moléculas que lo componen para formar nuevamente una resina de calidad “virgen” que obviamente se puede utilizar para fabricar nuevos envases.
- La recuperación de energía. Los plásticos se producen a base de petróleo y tienen un valor calorífico elevado, a veces incluso más elevado que el del carbón o del fuel-oil. Este proceso no implica mayor contaminación ya que como residuos gaseosos se obtienen dióxido de carbono y vapor de agua y los residuos líquidos se tratan en plantas de tratamiento de efluentes.

Desde el punto de vista de la utilización eficiente de los recursos, es especialmente importante prevenir el depósito de desechos de plásticos en los vertederos. Todo depósito de plástico en vertederos es un derroche evidente de recursos, que debe evitarse en favor del reciclado, o de la valorización energética como segunda opción preferible. La necesidad de ahorrar recursos naturales y de mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos podría

impulsar un aumento de la sostenibilidad de la producción de plástico. Lo ideal sería que todos los productos de plástico fueran completamente reciclables a un coste razonable.

Siguiendo la tabla 1 de los tipos de plásticos más comunes vamos a observar que plásticos son más fáciles de reciclar, cuáles no y el tiempo que tardan en descomponerse.

Tabla 3: Reciclado y tiempo de descomposición de los plásticos más comunes

Nº	Tipo de Plástico	Reciclaje/Tipo	Tiempo de descomposición
1	Polietileno tereftalato (PET)	Es fácil y uno de los plásticos más reciclados por los consumidores/ Reciclaje mecánico	Más de 150 años
2	Polietileno alta densidad (PEAD)	Fácil y es también con frecuencia uno de los más reciclados por consumidores/Reciclaje mecánico	Más de 150 años
3	Policloruro de vinilo (PVC)	Muy difícil por la gran cantidad de aditivos diferentes que contiene./ Reciclaje mecánico , reciclaje químico(solo se aplica en países desarrollados) y recuperación de energía	Hasta 1000 años

4	Poliétileno de baja densidad (PEBD)	Es de los plásticos más reciclados, el gran inconveniente es la pérdida de elasticidad una vez reciclado. /Reciclaje mecánico	Más de 150 años
5	Polipropileno (PP)	Fácil y variado/Reciclaje mecánico. Reciclaje Químico. Recuperación de energía (incineración)	Entre 100 y 1000 años.
6	Poliestireno/Poliestireno expandido (PS)	Reciclaje más elaborado, puede emitir toxinas/Reciclaje mecánico y recuperación de energía	Hasta 1000 años
7	Otros	Gran cantidad de plásticos difíciles de reciclar, cada uno con sus diferentes propiedades	

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la tabla 4 se presentan las mismas características de los plásticos comunes pero en los plásticos biodegradables.

Tabla 4:Reciclado y tiempo de descomposición de los plásticos biodegradables

Tipo de Plástico	Reciclaje/Tipo	Tiempo de descomposición
Ácido Poliláctido (PLA)	Reciclaje Químico	2 años
Polihidroxicanoatos (PHA)	Reciclaje Químico	2 semanas a 2 años (depende de diversos factores)
Policaprolactona (PCL)	Reciclaje Químico, Recuperación de energía	2 años

Fuente: Elaboración propia

Las principales ventajas de estos bioplásticos son su tiempo y facilidad de degradación sin causar impactos medioambientales en condiciones normales comparándola con los plásticos tradicionales.

Los factores que influyen en la velocidad de la degradación de los plásticos biodegradables son:

- Condiciones del medio: temperatura, humedad, pH
- Características del polímero: presencia de enlaces químicos susceptibles a la hidrólisis, hidrofiliidad, estereoquímica, peso molecular, cristalinidad, superficie específica, temperatura de transición vítrea y de fusión, presencia de monómero residual o aditivos, distribución o de la secuencia.
- Características de los microorganismos: cantidad, variedad, fuente, actividad.

4.3.1 RESIDUOS CERO

La continuación, mejora e incremento de las medidas señaladas anteriormente son importantes para prevenir la entrada de residuos al medio ambiente marino. Estas estrategias de gestión de residuos más responsables son las denominadas “Estrategias de Residuos Cero”.

Es importante que estas estrategias de “Residuos Cero” se adopten a nivel internacional, ya que como hemos visto anteriormente la problemática de la basura marina afecta a todas las regiones del planeta. Actualmente, los productos y envoltorios empleados sobretodo en los países occidentales más ricos se encuentran dispersos por todo el planeta y resulta preocupante la creciente incapacidad para lidiar con tal cantidad de residuos, especialmente por parte de los países menos industrializados. Las estrategias de “Residuos Cero” son muy necesarias porque otras medidas aisladas no pueden hacer frente al creciente problema de la basura marina. Se han llevado a cabo gran cantidad de acciones positivas tanto global como regionalmente para reducir la basura marina en su origen y para recogerla cuando llega al mar, pero a pesar de estos esfuerzos, la situación no parece estar mejorando.

La clave para resolver el problema de la basura marina en términos de gestión de residuos es actuar en el origen, adoptar y poner en práctica estrategias de “Residuos Cero” relativas a la prevención, minimización, reutilización y reciclaje. Hasta que estas iniciativas no se extiendan y se hagan efectivas, cualquier medida destinada a atajar el problema de la basura marina seguirá siendo bastante limitada.

5. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

5.1 DISCUSIÓN FINAL DE RESULTADOS

Las conclusiones que se pueden sacar de este trabajo de fin de grado, básicamente son dos, la contaminación marina es un problema global y existen posibles soluciones para afrontarlo.

La primera idea fundamental, es que el problema de la contaminación marina es un problema internacional, es decir, nos afecta a todo el mundo por igual independientemente de donde o quien sea el causante de la contaminación. Parece que la idea que los océanos y los mares son vertederos infinitos está desapareciendo y nos estamos dando cuenta de la realidad del problema. La legislación europea o nacional existente ayuda a afrontar el problema pero es insuficiente. Al ser una cuestión de ámbito global, las medidas que se deben adoptar deberían de ser de carácter internacional. De poco sirve que una serie de países tengan una política de gestión de residuos ejemplar mientras existan otros donde sea inexistente. Hemos visto que existen numerosas convenios internacionales, normativas europeas, leyes, reglamentos, decretos pero parecen que se quedan insuficientes observando que cada vez encontramos más basura en los océanos.

La segunda idea es más esperanzadora. Mirando en el punto 4 sobre gestión de residuos existe la posibilidad de una gestión de residuos plásticos con menor impacto medioambiental. Tenemos los conocimientos, las técnicas y medios para llevarlo a cabo pero no llegamos a aplicarlas de manera adecuada. Aquí es donde los gobiernos deben involucrarse más y potenciar esta forma de gestión de residuos. Educar e informar a la población es igual de importante para que se haga efectivo.

Estamos en un momento crítico en el que o se afronta el problema de una manera adecuada o en un futuro cercano nos encontraremos ante una situación con un problema de mayor envergadura.

LEGISLACIÓN EUROPEA

Los peligros que plantean los residuos de plásticos en el medio ambiente serían significativamente menores si la legislación europea vigente sobre residuos se aplicara de modo adecuado. Sigue existiendo un marcado contraste entre los requisitos legislativos y las prácticas reales de gestión de residuos.

El porcentaje de depósito de plásticos en los vertederos sigue siendo elevado en varios países miembros de la Unión Europea debido a la falta de alternativas adecuadas y a la insuficiente utilización de instrumentos económicos de eficacia probada. Los bajos porcentajes de reciclado y las exportaciones de desechos de plásticos para su reprocesamiento en terceros países acarrearán una pérdida importante de recursos no renovables, y de puestos de trabajo, para Europa. El potencial de reciclado de los plásticos sigue estando significativamente infrautilizado. Además de esto, los vertidos ilegales no se han erradicado del todo y sigue habiendo numerosos vertederos ilegales o gestionados deficientemente. Aún más preocupante es el número de hogares que no están cubiertos por ningún sistema municipal de recogida de basuras, una situación en la que los residuos de plásticos no están controlados, lo que incrementa la probabilidad de que los plásticos de peso ligero lleguen a las masas de agua y se abran camino hacia el mar.

Según las conclusiones de un reciente estudio de una consultoría de desarrollo sostenible para la Comisión Europea²⁸ (2011), el cumplimiento de la legislación sobre residuos puede contribuir significativamente a promover el crecimiento económico y la creación de empleo. Si se aplicara íntegramente la legislación de residuos de la Unión Europea podrían ahorrarse 72.000 millones de euros al año, aumentaría en 42.000 millones de euros el volumen de negocios anual del

sector de la gestión y el reciclado de residuos en la Unión Europea y se crearían más de 400.000 puestos de trabajo de aquí a 2020²⁹. Puesto que los residuos de plásticos están clasificados como no peligrosos según el Reglamento sobre los traslados de residuos, las exportaciones totales de residuos de plásticos desde los Estados miembros de la Unión Europea se multiplicaron por cinco entre 1999 y 2011 (siempre que la importación no esté prohibida por el país de destino). La mayoría de ellas se destinó a Asia. El cumplimiento deficiente del Reglamento sobre los traslados de residuos tiene como resultado el traslado ilegal de grandes cantidades de residuos fuera de la Unión Europea. Uno de los tipos más comunes de residuos son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, abundantes en plástico. Estas exportaciones intensifican las presiones medioambientales, en especial en aquellos países con sistemas poco desarrollados de gestión de residuos como zonas de Ghana y Nigeria en África y Tailandia y China en Asia. Los traslados ilegales de residuos de plásticos representan también una pérdida importante de recursos potenciales y la pérdida de oportunidades de reciclaje en Europa. La Comisión ha publicado recientemente una Comunicación en la que se destaca la necesidad de mejorar la capacidad de respuesta a nivel nacional, regional y local para garantizar la aplicación de la legislación ambiental. Además, en ella se reconoce que la situación podría mejorar con la modernización del marco existente de las inspecciones y la vigilancia.

EL CONVENIO MARPOL

El mayor problema de la legislación es garantizar su cumplimiento. Los expertos apuntan a que el Convenio MARPOL todavía no se respeta y que los buques vierten al mar alrededor de 6,5 toneladas de plásticos cada año. Sin embargo, también reconocen que el Convenio ha favorecido una reducción de la basura en los océanos las playas.

Alrededor de un 70% de los buques mercantes de la flota internacional están abanderados con banderas de conveniencia³⁰. Esto significa que estos buques

por regla general suelen incumplir las normativas internacionales (SOLAS, STCW, MARPOL) más básicas como son condiciones laborales justas, tripulaciones mínimas, horas de descanso formación adecuada de sus tripulantes, condiciones de los barcos, etc. Navegar bajo una de estas banderas de conveniencia supone reducir notablemente la seguridad de los barcos, llevar tripulaciones inexpertas y en condiciones de esclavitud, por lo que es obvio que no van a cumplir las normativas impuestas por el Convenio MARPOL ni muchísimas otras. Hasta que no se solucionen este tipo de situaciones no se podrá abordar correctamente el problema de los vertidos de residuos a los océanos provenientes de los buques ya que está directamente relacionado. El caso de mayor impacto y que más nos toca por haberlo sufrido es la Catástrofe del “Prestige” que describe perfectamente cómo funciona el transporte marítimo internacional.

Las investigaciones realizadas para evaluar los efectos de MARPOL sobre los desechos marinos ofrecen resultados diversos, así, por ejemplo, en algunas zonas parece haberse reducido mientras que en otras no hay ningún indicio de que la basura este disminuyendo. Investigaciones como las de Barnes y Milner en 1993 y 2003 en el Atlántico Sur³¹ señalan que no hay ninguna variación de las cantidades de basura en el Atlántico Sur y el Océano Antártico durante estos periodos. Es difícil evaluar el impacto de MARPOL porque la cantidad de lugares estudiados es muy reducida y limitada a un área geográfica. En cambio otro estudio si ha observado que a lo largo de las últimas décadas se ha venido produciendo un incremento de la basura marina.

Algunos estudios no reconocen que el Anexo V de MARPOL haya tenido efectos positivos. En Brasil, una investigación muestra que los buques continúan tirando la basura al océano, este fenómeno se debe a que Brasil, al igual que otros países en desarrollo, a menudo carece de las instalaciones portuarias exigidas para la recepción de la basura de los buques, así como a la falta de inspecciones y sanciones por incumplimiento.

Otros estudios parecen indicar que el Anexo V de MARPOL podría haber provocado una reducción de la basura en ciertas aéreas donde existe un mayor control. Así, desde que entro en vigor se ha registrado un descenso de la cantidad de redes de arrastre abandonadas que llegan a las costas de Alaska.

LEGISLACION ESPAÑOLA

La población que esta desinformada sobre la situación de la contaminación de los océanos puede que al leer la noticia sobre el convenio entre España y la Asociación de Plásticos de Europa mencionado en el punto 3.2.4.1 parezca que se está trabajando para solucionar el problema. Quizás para un país tercermundista estas medidas sean valoradas y merezcan incluso elogios pero para uno de los países pilares dentro de la Unión Europea es vergonzoso. Que las propuestas para atajar este problema sean incrementar hasta el 70% el reciclado de residuos municipales en el año 2030 e incrementar hasta el 60% el reciclaje de envases plásticos para el año 2025 y prohibir el vertido de plástico, junto con el de otros materiales reciclables, también para ese año nos podemos hacer una idea de la conciencia medioambiental que tienen los políticos que gestionan este tipo de problemas globales. No se debería de tolerar que la propuesta para mejorar sea que dentro de 10 años se recicle un poco más de la mitad del total de envases plásticos.

Sabiendo que con una buena gestión de los residuos plásticos se puede contribuir significativamente a promover el crecimiento económico y la creación de empleo en un país, al mismo tiempo que reduces la contaminación las propuestas podrían ser las siguientes:

Incrementar hasta el 100% del reciclado de residuos municipales para el 2030 e incrementar hasta el 100% el reciclaje de envases plásticos para el año 2025 de las siguientes maneras:

- Penalizando y añadiendo impuestos a las empresas que sigan utilizando plásticos tóxicos y difíciles de reciclar.

- Incentivando e impulsando a las empresas que utilicen plásticos biodegradables en sus productos, disminuyendo la producción de plásticos tradicionales en nuestro país.
- Potenciar a las empresas que se dedican al reciclaje y al tratado de residuos. Actualizándolas tecnológicamente y mejorando su eficiencia. Igualmente al utilizar plásticos 100% reciclables las empresas de reciclaje pueden ser al mismo tiempo abastecedoras de materia prima.
- Prohibir el vertido de de residuos plásticos desde ya mismo, aumentando las sanciones económicas notablemente e incluir determinados actos en el Código Penal cuando provoquen grandes daños medioambientales.

5.2 CONCLUSIONES

A continuación propondré unas medidas básicas para comenzar a afrontar el problema.

Hay dos materias primordiales en las que se tienen que trabajar, una a corto plazo y otra a largo plazo:

1.- Educación:

Como hemos visto en el primer punto de las principales causas de la contaminación, ya sea marina o terrestre, es la educación. La educación es parte clave para empezar a tratar este problema. Igualmente es la solución para la mayoría de los problemas de las sociedades, por lo tanto partiendo de esta base, cuando los gobiernos de cada país no potencian este sector sino que realizan recortes o no le dan la importancia que tienen estamos generando mayores problemas de cara al futuro.

Concretando en el tema de la contaminación, se debería elaborar un programa internacional de sensibilización por el medio ambiente, donde se enseñase a los niños y niñas desde una edad muy temprana conceptos básicos de medio ambiente, causas y consecuencias, uso de productos, reutilización, reciclado etc. Todos los países deberían de colaborar con este programa y llevarlo a cabo, sino no resultaría efectivo, ya que como hemos visto anteriormente no serviría de mucho que en una parte del planeta se esté cumpliendo correctamente con todos los procedimientos mientras en otras no se esté haciendo nada.

Esta medida sería a largo plazo ya que en varias generaciones la población tendría otra forma de pensar más considerada con el medio ambiente donde las prácticas irrespetuosas como la contaminación por residuos plásticos no serían tan abundantes y estarían peor vistas.

2.- Legislativa:

Las medidas legislativas serían para afrontar el problema a corto plazo. Se ha evolucionado mucho en los últimos 20 años en cuestiones de legislación y normativas sobre la contaminación pero de la misma manera que se ha incrementado la producción de plásticos y por consiguiente de residuos en esta última etapa. (Véase Figura 1: Producción mundial de plástico 1950-2012).

Está claro que muchos de los problemas de la contaminación marina vienen derivado de otros, en especial en el Convenio Marpol. Resulta complicado enfrentarse a estos asuntos ya que dependen de muchos factores pero los Estados tienen capacidad para regular y controlar el buen uso del medio y deben hacer todo lo posible para proteger de los océanos. En el momento en que los gobiernos de cada país estén concienciados de la situación en la que nos encontramos se podrá actuar correctamente a las exigencias del planeta.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. PNUMA 2005 - Marine litter, an analytical overview
(http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl_oview.pdf)
2. OIT - Organización Internacional del Trabajo
(<http://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/shipping-ports-fisheries-inland-waterways/land--es/index.htm>)
3. WWF - Global Marine problems: Pollution
4. El Banco Mundial
(<http://www.datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL/countries?display=default>)
5. (<http://www.terpesa.es/espanol/plasticos/historia.html>)
6. Producción y Consumo Sustentable de Bolsas Plásticas 2010 – ITESO
7. GreenFacts
(www.greenfacts.org/es/basura-marina/)
8. BIOIS 2011 - Plastic waste in the Environment- Revised final report
9. Natural Resources Defense Council
(www.nrdc.org/oceans/plastic-ocean/)
10. United States Environmental Protection Agency
([wáter.epa.gov/type/oceb/marinedebris/](http://water.epa.gov/type/oceb/marinedebris/))
11. Plastic Pollution in the World`s Oceans - More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250.000 Tons Afloat at Sea 2014
(www.plosone.org)
12. National Geographic - Great Pacific Garbage Patch
13. Algalita Marine Research and Education
(www.algalita.org)
14. National Ocean and Atmospheric Administration's Marine Debris Program
15. MARPOL-International Convention for Prevention of Pollution from ships
16. Anuario del PNUMA 2011 - Cuestiones emergentes en nuestro medio ambiente mundial, Nairobi

17. Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter
(<http://www.imo.org/OurWork/Environment/LCLP/Pages/default.aspx>)
18. OSPAR Commission, Protecting and conserving the North-East Atlantic and its resources
(www.ospar.org)
19. Convenio de Barcelona - United Nations Environment Programme
`Mediterranean Action Plan for the Barcelona Convention`
(<http://www.unepmap.org>)
20. Síntesis de la legislación de la UE
(http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/l2_1207_es.htm)
21. Síntesis de la legislación de la UE -
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/ev_0010_es.htm
22. REGLAMENTO nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo
(<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-82750>)
23. Reglamento nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo
(<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-82637>)
24. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
(<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-13046>)
25. Plastics Europe
(<http://www.plasticseurope.es/centro-de-conocimiento/sala-de-prensa/comunicados-de-prensa-2014/28-de-julio-de-2014-plasticseurope-firma-un-acuerdo-de-colaboracion-con-el-ministerio-de-medio-ambiente.aspx>)
26. Directiva 2005/32/CE. del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio 2005 por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía
27. LG Electronics 2013 - LG Electronics Sustainability Report
28. Bio Intelligence Service 2011

(www.biois.com)

29. BIOIS 2011 - Implementing EU waste legislation for green growth, final inform
30. ICMA - Economic developments in the shipping industry: implication for seafarers
31. Plastic Debris in the World`s Oceans Report 2005 - Barnes and Milner

ANEXO II: Aviso responsabilidad UC

AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Estos tipos de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros.

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo."