



TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2016 2017

PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA
LA CONTAMINACIÓN

Tutor/es: ENRIQUE MELÓN RODRIGUEZ

Alumno: JOSE ANTONIO MARTIN GARCIA

Grado: Ingeniería Marina/Náutica y Transporte Marítimo/Radioelectrónica Naval

AGRADECIMIENTO.

Quiero agradecer en primer lugar a mi directo Dr. Enrique Melón Rodríguez, por sus comentarios, consejo y apoyo para que este trabajo de fin de grado pudiera concretarse, y sobre todo, por su apoyo durante la carrera y la confianza depositada en mi.

Un especial agradecimiento a los profesores de la Escuela Superior de Ingeniería Náutica, Maquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna, por su comprensión con mi situación profesional. Muchas gracias a todos.

Al profesor Dr. Ángel Luque Escalona, por sus observaciones, su amistad y apoyo, al darme muchas facilidades para poder cursar los estudios en Náutica.

También quiero dar las gracias a los técnicos de las Bibliotecas de la Escuela de Ingeniería Náutica, Ingeniería Naval, Maquina y Radioelectrónica Naval y Facultad de Ciencias del Mar, en especial al técnico Ricardo González Martín por su colaboración y amistad.

A la empresa Rescatadores, S.L. y a su Director Israel Boderó Izquierdo por su amistad y alojamiento durante estos años de estudio en Tenerife.

Por ultimo quiero agradecer de todo corazón a mis padres, Pedro Martín Rivero y Antoni Garcia López, a mis hermanos y sobrinos, por su cariño, ellos siempre han estado a mi lado en todo momento.....Gracias infinitas

Resumen

La Contaminación Marina se define como la introducción, directa o indirecta, de sustancia o energéticos en el medio marino, la cual acaba por dañar los recursos vivos, poner en peligro la salud humana, alterar las actividades marinas, reducir el valor recreativo y la calidad del agua”.

Esta existe desde antes de la aparición del ser humano; dado que en la tierra se producían factores naturales, erupciones volcánicas, riadas, bloom de algas como las rodofitas, dinoflagelados, emanaciones de hidrocarburos y gases al medio marino por fumarolas, estas hoy día se siguen dando en profundidades abisales.

Existe una gran variación de tipos de contaminación: estas pueden ser de tipo acústica, químicas, biológicas y físicas en general, aunque dentro de cada una de ellas existen subdivisiones, claro esta que unas pueden ser mas perjudiciales para la cadena trófica que otras, aunque estas no se vean, sin embargo, otras causan un mayor impacto visual, llegando a generar alarmas sociales.

Es importante que las naciones no se dejen arrastrar por esta alarmas sociales, ya que muchas veces pueden producen un mayor impacto medio ambiental al utilizar técnicas no recomendadas para las situaciones en cuestiones.

Los países han de disponer de los medios necesario para la lucha contra la contaminación marina, utilizando las técnicas adecuadas en cada momento, y para ello se requiere de personal especializado y formado así como de las herramientas necesarias para la prevención y lucha contra la contaminación.

En los últimos años han habidos grandes avances en la observación y vigilancia contra la contaminación, como la vigilancia aérea o satelitaria.

No debemos olvidar que la mejor prevención y lucha contra la contaminación es la información, educación y formación de sus ciudadanos.

Abstract

Marine Pollution is defined as: the introduction, direct or indirect, of substances or energetics into the marine environment. Cause of this is a damage of the live resources, and danger for the human health, altering the marine activities, reducing the leisure value and the quality of the water.

Marine Pollution exists before the humans; because of the natural factors on the earth, such as: volcanic eruptions, floods, algae bloom (as the rodofitas, dinoflagelados), emanations of hydrocarbons and gases to the marine environment caused by “black smokers”, on abysmal depths which actually continuous running.

Many kinds of pollution can be found: such as acoustic, chemical, biological and physical in general. Although, each of them presents subdivisions, certainly that some can be harmful to the food-chain, than others that we can not seen, nevertheless may cause a major visual impact, generating social alarm.

Countries cannot be driven by the social alarm, they can produce a major environmental damage due to the use of technics not recommended for the situation in question.

Each country and governments need to have the appropriately tools to fight marine pollution, using the specifically technical adapted to each moment, and for it they need specialized and formed human resources as well as specifically tools for fight the pollution.

In the last years, many advances in the observation and vigilance of the pollution, such as: air surveillance or satellite observation.

We can't forget that the best way of prevention and fight the pollution is information, education and citizens concienciation.

Índice general

Lista de figuras	IX
Lista de tablas	XI
Acrónimos	XIII
1. Introducción	1
2. Material y Métodos.	3
3. Contaminación marina y sus primeros registros.	5
3.1. Manifestaciones de la contaminación.	7
3.2. Primeros registro de contaminación marina.	8
4. Contaminación por vertidos al mar.	9
4.1. Datos de Interés.	9
4.2. Desechos.	10
4.3. Desagües.	12
4.3.1. Desagües de cloacas de vertido directo.	12
4.3.2. Desagües de empresas químicas.	13
4.3.3. Desagües de depuradoras.	13
4.4. Riadas.	14
4.5. Vertidos radioactivos.	14
4.6. Vertidos de hidrocarburos ó derrames.	15
4.6.1. El proceso de dispersión vertical y redispersión.	16
4.6.2. La emulsificación del vertido.	17
4.7. Aguas de Lastres.	21
5. Prevención y lucha contra la contaminación por vertidos.	25
5.1. Modelos Matemáticos y teledetección.	27
5.2. Vigilancia de los océanos por satélites.	28

6. Sistemas y mecanismo de lucha contra la contaminación.	29
6.1. Barreras.	29
6.1.1. Formación de la barrera.	30
6.1.2. Tipos de barreras.	30
6.2. Barreras absorbentes.	31
6.2.1. Operaciones de contención y recuperación.	31
6.3. Chapapotera.	32
6.4. los Skimmers.	34
6.4.1. Sistema de compuertas multiples.	35
6.4.2. Sistema de plano inclinado.	35
6.4.3. Sistema de inducción por giro.	35
6.4.4. Sistema hidrociclónico.	35
6.4.5. Bombas de tornillo sin fin.	35
6.4.6. Redes.	36
6.5. Fuego.	36
6.6. Dispersantes químicos.	37
6.7. Buques Polivalentes y material, para la lucha contra la contaminación marina.	37
6.8. Biotecnología contra la contaminación ambiental.	40
6.8.1. Programa de biorremediación desarrollado.	40
7. Legislación vigente sobre la contaminación, lucha y prevención.	41
7.1. Convenios.	41
7.2. MARPOL	42
7.3. SOLAS.	43
7.4. Directivas Parlamento Europeo.	43
7.5. Legislación Contra la Contaminación Marina M.F.	45
8. CONCLUSIONES.	47
Anexos	51
A. Primer anexo	51
A.1. Bibliografía usada para la creación de las diferentes tablas.	51
A.2. Barriles de petróleo.	51
Bibliografía	53

Índice de figuras

3.1.	http://www.blogspot.com aguas contaminadas.jpg	6
3.2.	http://www.madrimasd.org Bloom o Marea roja.	6
4.1.	https://static.betazeta.com tortuga deforme plastico.jpg	11
4.2.	http://static2.elblogverde.com contaminacion de los mares basura mar.jpg	11
4.3.	http://islapacifico.blogspot.com.es	12
4.4.	http://img.aws.ehowcdn.com Vertidos industriales	13
4.5.	https://d1kgky9740p2t5.cloudfront.net	15
4.6.	http://www.eldiariodeguadalajara.net Derrame petroleo Golfo Mexico.jpg	17
4.7.	http://www.obraspublicas.gob.jpg Tanque de lastre	22
4.8.	http://2.bp.blogspot.com AlgaAsesina3.jpg Caulerpa táfifolia	22
5.1.	http://empresayeconomia.republica.com.jpg Después de un día de playa	26
5.2.	http://img.nauticexpo.es Barrera de contención flotante	26
5.3.	https://ingenieromedioambiental.com Boca Emisario Submarino	27
5.4.	http://www.juntadeandalucia.es	28
6.1.	Container 10 pies, preparado con barrera oceánica	29
6.2.	Barrera.	30
6.3.	Barrera abosrbente.	31
6.4.	Depósito.	32
6.5.	http://www.chapapotera.com	33
6.6.	Skimmers modelo vertedero.	34
6.7.	http://estaticos02.elmundo.es/2.jpg Fuego controlado por sectores	36
6.8.	http://www.salvamentomaritimo.jpg Buque polivalente	38
6.9.	http://www.salvamentomaritimo.jpg Buque recogedor	39

Índice de tablas

1.1. Tabla Efectos Nocivos.	2
4.1. Tabla Aguas residuales urbanas, industriales y desechos vertidos al mar.	14
4.2. Derrame de hidrocarburos.	18
4.3. Tabla de vertido de hidrocarburos por barcos.	19
4.4. Tabla de vertidos de hidrocarburos por barco.	20
4.5. Tabla de vertidos de hidrocarburos por instalaciones.	21
4.6. Tabla Agua de Lastre Según el Tipo de Buque.	23
6.1. Tabla en Condiciones Normales de la Mar.	33
6.2. Tabla Buques Polivalentes y Recogedores.	38
6.3. Tabla Buques Polivalentes y Recogedores.	39

Acrónimos

TFG	Trabajo fin de grado
SO2	Dióxido de azufre
CO2	Dióxido de carbono
NO	Oxido Nitroso
FAN	Floraciones Algalés Nocivas
EDAR	Empresa Depuradora de Aguas Residuales
Tn	Toneladas
COSS	Committee on Safe Seas
MARPOL	“International Convention for the Prevention of Pollution from Ships”
SOLAS	Safety of Life at Sea
P.E.	Parlamento Europeo
FUND	“International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage”
CSM	Comité de Seguridad Marítima
D.R.V.	Daños a Recursos Vivos
P.S.H.	Peligro para la Salud Humana
A.M.	Alteraciones Marinas
E.A.	Efectos Anestésicos
ppb	partes por billones
USC	Universidad Santiago Compostela

1 Introducción

Existen muchas definiciones sobre contaminación marina, pero quizás la que más se acerca a la realidad de nuestros días, sea la que viene a continuación, ya que engloba todo tipo de contaminación.

El joint Group of Experts on the Scientifics of Marine Pollution 1972 la define de la siguiente forma: La introducción, directa o indirecta, de sustancia o energéticos en el medio marino, la cual acaba por dañar los recursos vivos, poner en peligro la salud humana, alterar las actividades marinas, reducir el valor recreativo y la calidad del agua[4].

Este trabajo trata los diferentes tipos de vertidos a los océanos, lagos y ríos, teniendo en cuenta que los vertidos por hidrocarburo son uno más entre los diferentes vertidos que se realizan al mar, ya este sea de forma directa o indirecta, y que en su clasificación, no es de los más contaminantes ni perjudiciales para el medio marino, aunque sí sea uno de los que más impacto visual causan, con la consiguiente alarma social.

Por desgracia, el mar recibe muchos desechos, esto se debe en parte a que cerca del 75 por ciento de la población mundial vive cerca de las costas de todo el mundo, lo que conlleva que tanto los vertidos líquidos, como los sólidos, acaben parando a los océanos.

Con la industrialización esto ha ido a peor, ya que las fábricas vierten en muchos casos a través de los ríos sus residuos, principalmente suelen ser líquidos, y muchos de ellos son muy contaminantes.

El bienestar social conseguido que la población mundial se dispare en la última década, con el incremento de desechos, tanto líquidos como sólidos, las poblaciones al no disponer de espacio en tierra para poder solucionar este problema, han pensado en verterlos en las grandes profundidades oceánicas, por desgracia existen ejemplos de tales vertidos, como los productos radioactivos, armas químicas, aguas industriales, aguas urbanas tratadas, aguas urbanas sin tratar, etc., con unas consecuencias nefastas para la cadena trófica y las poblaciones.

Se han propuesto muchas clasificaciones para determinar las sustancias contaminantes, y poderlas clasificar según su peligro, así como un sistema para medir su efecto nocivo. Quizás una de las más aceptadas es la propuesta por el Grupo Unificado de Expertos para los Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar (GESAMP), convocado por las Naciones Unidas, ellos crearon 4 grupos, y dieron valores del 0 al 4, en la que utilizan el 0 (cero) cuando no hay datos alarmantes; el 1 (uno) para el peligro determinado; el 2 (dos) para peligro indeterminado; el 3 (tres) para el considerable y el 4 (cuatro) para el grande.

Tabla 1.1: Tabla Efectos Nocivos.

PRINCIPALES CONTAMINANTES.				
Contaminantes	D.R.V.	P.S.H	A.M.	E.A
Materiales Radioactivo	0	3	0	0
Metales pesados	4	4	0	0
Sustancias Inorgánicas	2-3	0-2	0-3	0-2
Desechos sólidos	2	0	4	4
Pesticidas y herbicidas	3-4	2-4	0	0
Productos Químicos Orgánicos	0-4	0-3	0-4	0-4
Aguas de Alcantarillado	4	4	2	4
Detergentes	1	0	0	2
Armas	1	1	0	0
Restos de Rocas y desechos inertes	3	0	2	3

En la tabla 1.1 podemos ver la clasificación para los siguientes componentes, Materiales Radioactivos, Metales pesados, Sustancias Inorgánicas, Desechos sólidos, Pesticidas y herbicidas, Productos Químicos Orgánicos, los efectos producidos como son los Contaminantes, Daños a Recursos Vivos (D.R.V.), Peligro para la Salud Humana (P.S.H.), Alteraciones Marinas (A.M.) y Efectos Anestésicos (E.A.).

En esta clasificación podemos ver claramente que existen contaminantes mas peligrosos que los hidrocarburos, pero estos tienen un menor impacto social, por lo que no se disparan las alarmas sociales al no ser consciente de ello, esto es debido a que no lo vemos frente a nuestras costas o en nuestras playas habituales.

Los vertidos por hidrocarburos al mar, bien sean estos por accidentes fortuitos o intencionados no supone si no el 5 por ciento de todos los vertidos que se realizan al mar.

En el caso de los recipientes, muchos de ellos no son reutilizables o reciclables, y si lo son como su coste es tan económico ni nos lo planteamos, como es el caso de las bolsas de plástico o las botellas de agua, muchas de ellas parando al mar, un caso muy común es el de las latas de aluminio, la población bien por ignorancia o por comodidad no se plantean llevarlas a puntos de reciclajes, pero si por comodidad o por pereza, las dejan abandonadas en las playas, o las arrojan al mar, ya sea, desde un puente, muelles, o embarcaciones de cualquier tipo; esta práctica suele ser bastante frecuente, aunque si hiciéramos una encuesta, seguramente saldría en un porcentaje muy elevado que nadie realiza esta práctica, indicativo de que son consciente de lo que están realizando.

Con la industrialización también se genero la comodidad, o la bien llamada calidad de vida, para una gran parte de la población mundial, generando muchos componentes, aparatos, útiles y recipientes de plásticos o polímeros generados con productos químicos orgánicos.

2 Material y Métodos.

El material y la metodología empleada para el desarrollo del trabajo, "Prevención y Lucha Contra la Contaminación Marina", nos hemos apoyado en libros, apuntes, trabajos fin de grados y artículos relacionados con el tema.

Los medios utilizados son programas informáticos, para poder realizar búsqueda de bibliografía relacionada con el trabajo a desarrollar, por lo que el internet es en nuestro caso la herramienta mas adecuada para la realización de este Trabajo fin de grado (TFG).

Los materiales utilizados para la realización de esta búsqueda han sido, ordenador, impresora y un disco duro externo que nos sirve para almacenar la información encontrada relacionada con el TFG

Se utilizo el programa Latex, este es un sistema de composición de textos, orientado a la creación de documentos escritos que presenten una alta calidad tipográfica. Por sus características y posibilidades, es usado de forma especialmente intensa en la generación de artículos y libros científicos que incluyen, entre otros elementos, expresiones matemáticas.

LaTeX está formado por un gran conjunto de macros de TeX, escrito por Leslie Lamport en 1984, con la intención de facilitar el uso del, creado por Donald Knuth. Es muy utilizado para la composición de artículos académicos, tesis y libros técnicos, dado que la calidad tipográfica de los documentos realizados con LaTeX es comparable a la de una editorial científica de primera línea.

3 Contaminación marina y sus primeros registros.

De forma general, se podría decir que existen varios tipos de contaminación, contaminación química, física y biológica, como conceptos generales, ya que estas se podrían subdividir en muchas partes, como por ejemplo: la contaminación química orgánica o inorgánica, plaguicidas, herbicidas, pesticidas, metales pesados, nutrientes: como los nitratos, fosfatos, carbonatos y silicatos entre otros, así como los derivados del petróleo.

La contaminación física marina, se puede dividir en, contaminación Acústica, producido por las ondas de los terremotos, motores de barcos, sonar y ecosondas. Estas pueden alterar el comportamiento animal, y se a podido comprobar, que las producidas por los terremotos, provocan la migración de las especies.

En la contaminación atmósfera - océano, podemos ver los producidos por las empresas, en la elaboración de los sus productos, generando subproductos, estos son expulsados en forma de vapor, y son emitidos a la atmósferas por las chimeneas de las fabricas diseñadas a tal fin; estos subproducto como el dióxido de azufre Dióxido de azufre (SO₂) , óxido de nitrógeno Oxido Nitroso (NO) o el Dióxido de Carbono Dióxido de carbono (CO₂) entre otros, reaccionan con el vapor de agua que contiene oxígeno, para formar soluciones diluidas de ácido nítrico y sulfúrico, estos caen al mar en forma de lluvias, y son conocidas como lluvias acida, pero en el caso del CO₂, lo que se produce es un intercambio entre la atmósfera y el océano, este absorbe el carbono y liberando oxígeno[12].

Contaminación biológica, estas están producida por las agua residuales que se vierten al mar a través de los emisarios submarinos, estas aguas arrastran coliformes, como: el Escherichia coli, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter entre otras. También se puede dar por concentración de algas, como las diatoméas, dinoflagelados, Rodofitas, Clorofitas, etc.

Muchos de estos fenómenos suelen ser por procesos naturales, como el calentamiento del agua, o el aporte de nutrientes que son arrastrado por las riadas, muchos otros se producen por descuido humanos, vertiéndolos al mar sin tener en cuenta las consecuencia, y como no, por transporte en los tanques de lastres, aunque estos ya están hoy día muy controlados y existen legislaciones internacional y nacionales al respecto.

Las Mareas rojas o bloom de diatomeas o dinoflagelados pueden ser producido por procesos naturales, o por factores humanos, cada año se produce contaminaciones en las costas por este tipo de mareas, estas en si mismas no son nocivas para los bivalvos (Moluscos), pero si para los seres humanos que se alimentan de estos bivalvos [13].



Figura 3.1: <http://www.blogspot.com> aguas contaminadas.jpg



Figura 3.2: <http://www.madrimasd.org> Bloom o Marea roja.

Este tipo de contaminación afectan directamente a actividades como la pesca, la desalinización de agua de mar, el cultivo marino, la navegación marítima, así como las actividades deportivas y el disfrute de sus costas por los bañistas y usuarios en general.

3.1 Manifestaciones de la contaminación.

Casi todo el mundo cree que la contaminación por crudo sólo se da de forma accidental, y esto suele ser un error muy común en nuestra época, pero existen emanaciones de forma natural, a continuación veremos una clasificación de dichas manifestaciones:

En el suroeste del Golfo de Mexico, sobre la plataforma y el talud Continental, son comunes los sitios naturales de emanacion de hidrocarburos fosiles y de gas metano. Tanto los hidrocarburos fosiles como el gas metano representan productos biogenicos que pueden ser empleados en el metabolismo de bacterias hidrocarbonoclasticas y metanogenicas; a traves de mecanismos quimiosinteticos, estos microorganismos, tienen la capacidad de transformar estos productos en fuentes importantes de carbono organico, el cual puede posteriormente ser transferido a traves de una trama trofica de organismos heterotrofos, asociada a una fuente natural de emision de hidrocarburos. Estos ambientes particulares representan laboratorios naturales cuyo estudio brinda facilidades optimas para entender los complejos fenomenos oceanograficos que hacen posible la dispersion, dilucion, degradacion, y bioacumulacion de elementos quimicos que alteran el equilibrio del ambiente oceanico [22].

Manifestaciones Superficiales:

La presencia de hidrocarburos en la superficie se puede clasificar por dos tipos de manifestaciones:

Manifestaciones directas:

- 1) Activas o vivas
- 2) Muertas o fosiles

Son producidas por la aparición en los afloramientos de los mismos hidrocarburos.

Manifestaciones indirectas:

- a) Acido sulfurico
- b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento
- c) Formacion de Algaritas
- d) Procedimientos de prospeccion geomicrobiologica
- e) La presencia de rocas –madre. son las manifestaciones en la superficie de los hidrocarburos, sin que ellos sean visibles.

Manifestaciones directas:

1. Activas o vivas:

Son aquellas que muestran una circulación subterránea activa, en donde interviene el aceite, el gas y el agua, su aspecto en la superficie varía por la naturaleza del producto (base parafínica o con base nafténica) y su caudal, conocidas como:

- a) Emanaciones naturales (Chapopoteras).
- b) Lagos de asfalto
- c) Escapes de gas
- d) Volcanes de lodo

Como hemos visto anteriormente en aguas del Golfo de Mexico, los sitios en los cuales se presenta el fenomeno de emanacion natural de gas e hidrocarburos liquidos, han sido descritos genericamente con el termino de "chapopoteras", el cual alude al material intemperizado de petroleo, empleado como detergente por las culturas de Mesoamerica.

3.2 Primeros registro de contaminación marina.

Quizás la contaminación más antigua conocida y nombrada en la historia este reflejada en la biblia, entre los milagros de Moises, en uno de sus pasajes se relata como se convirtió el agua del Nilo en sangre, muchos científicos creen que realmente lo que se produjo fue una contaminación producidas por las algas rojas (Rodofitas), mas conocida como marea roja o bloom de Rodofitas, la cual llevo a la muerte de miles de peces y ranas, siguiendo el proceso de descomposición natural, dando lugar a la aparición de las moscas etc. A este fenómeno se le conoce como floraciones Algalés Nocivas (FAN). El FAN puede ser tóxico o no tóxico[8].

Desde luego existen publicaciones en las que se hacen referencias a la historia de la contaminación marina desde principio de la navegación, estableciendo diferentes periodos, pero esto es cierto solo a medias, ya que se refiere exclusivamente a la contaminación producida por los buques, vertidos de hidrocarburos y productos radioactivos entre otros, estableciendo el primer periodo en 1954 a 1971 [21].

Por desgracias existen muchos casos, y no todos han sido provocados por el ser humano, algunos se produjeron antes de la aparición de los primeros homínidos y hoy día siguen surgiendo de forma natural, tales como la concentración de los Dinoflagelados o Diatomeas, que se producen en la mayoría de los casos por calentamiento de sus aguas, o los ríos de lava volcánica que depositaban grandes cantidades de minerales, riadas producidas por fuertes lluvias, estas arrastran grandes cantidades de fangos con alto contenido en nutrientes y minerales, entre otros elementos, bloom de algas o bacterias, y como hemos podido comprobar las propias emanaciones naturales de gas e hidrocarburos.

Los océanos eran capaces de resistir este tipo de contaminación, pues se trataba de procesos naturales, aún así los efectos pueden ser muchos, y perjudiciales, como los efectos eutrofos, en virtud de los cuales algunas cepas de bacterias prosperan a expensas de otras formas de vida oceánica, efectos saprogenicos, que causan deficiencias en la disponibilidad del oxigeno y matan a diversos organismos oceanicos, efectos toxicos, que perturban la reproduccion, la alimentacion y la respiración, efectos mutagenicos, que causan cancer y lesiones en los organismos marinos.

4 Contaminación por vertidos al mar.

Los océanos soportan una gran cantidad de vertidos; con el crecimiento de la población mundial, alrededor del 70-75 por ciento de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. Hacia 1930, la población mundial llegó a 1.000 millones de personas, y 30 años después, en 1960, alcanzó 3.000 millones; en 1987 se calculó el número de seres humanos en 5.000 millones y sigue aumentando con rapidez, en el año 2.000 la población alcanzó 6.500 millones de personas aproximadamente.

Un 90 por ciento de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. Por otro lado, entre un 70 y 80 por ciento de la población mundial (aproximadamente entre 4,5 y 5,2 billones de personas); están ubicadas en las costas o cerca de ellas, tal densidad de población produce muchos desechos que son vertidos al mar, directos o indirectamente, poniendo en peligro la recuperación de los océanos y mares.

Los tipos de vertidos al mar que se producen son: Desechos, desagües de cloacas de vertido directo, desagües de empresas químicas, desagües de depuradoras, riadas, vertidos de hidrocarburos por accidentes en la mar por buques o plataformas petrolíferas, vertidos al mar por rotura de tuberías instaladas cerca de la costa como los oleoductos, etc.

Entre todos los vertidos al mar, los vertidos de aguas residuales son la mayor causa de degradación en la costa, este ha aumentado un 7 por ciento en los últimos años debido al crecimiento de la población mundial.

Sin embargo, se tiene un mal concepto sobre la contaminación por hidrocarburos, crudo o refinado, este puede ser de origen accidental o intencional.

4.1 Datos de Interés.

Más del 80 de las aguas residuales generadas en los países en desarrollo se descargan sin tratamiento a cuerpos de agua superficiales.

A nivel mundial, 2 millones de toneladas de aguas residuales, desechos industriales y agrícolas se vierten en los océanos, mares, lagos y ríos del planeta.

Actualmente se ven afectados 245.000 km² de los ecosistemas marinos, con repercusiones en la pesca, la cadena alimentaria y medios de vida.

A nivel mundial alrededor de 2,2 millones de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas, en su mayoría niños y niñas menores de cinco años de los países en vía

de desarrollo. El 88 por ciento es atribuible a condiciones inseguras del abastecimiento de agua, saneamiento e higiene.

Se estima que 748 millones de personas no utilizan una fuente mejorada de agua potable.

Aproximadamente 2.500 millones de personas carecen de acceso a saneamiento mejorado (mas del 30 por ciento de la poblacion mundial).

4.2 Desechos.

Pueden ser de órden orgánicos o inorgánicos, los orgánicos pueden provenir de los propios mataderos cercanos a la costa, donde vierten al mar directamente, y las basuras orgánicas que genera el propio barco; estos desechos no son perjudiciales para la vida marina, ya que la materia orgánica en si sufre un proceso natural de descomposición, y en muchos casos estos restos son devorados por los propios organismos marinos, sin embargo los plásticos y latas arrojados al mar pueden permanecer allí durante cientos de años y perjudicar la vida marina. Cada año, grandes cantidades de animales marinos mueren por haber ingerido residuos plásticos o por haber quedado atrapados o enredados en esos residuos, produciendo deformaciones en su desarrollo figura 4.1.

Por desgracias en algunos lugares del mundo el ser humano tiene que convivir con estos desechos figura 4.2, llegando hoy día a ser algo normal y cotidiano en sus vidas, sin percatarse de lo perjudicial que puede ser para su salud y el medio en el que se desarrollan.

Con el crecimiento de la población mundial esto a ido en aumento, dado que los espacios que antes se ocupaban en tierra para la eliminación de estos vertidos, han sido reconvertidos en zonas urbanas o se han sobresaturado sus sistemas, el coste elevado de eliminación de estos vertido hizo plantear a muchos países buscar una vía de eliminación mas económica, y muchos giraron la vista al océano, planteándose que si el océano era tan profundo, se podría eliminar los desechos en las fosas oceánicas.

Uno de los factores mas contaminantes son las residuos sólidos, en el año 2015 se vertieron 9.100 Toneladas a los océanos, aunque esto es un calculo estimativo. Muchos de esos residuos provienen de las playas, siendo arrastrado por las corrientes locales o la propia dinámica de fluido del mar. Esto se puede evitar con la prevención de poner mas depósitos de basura y de reciclaje, y con paneles informativos sobre los peligroso que es que estos residuos acaben en el mar.

Estos desechos también pueden amenazar a los buques y acrecentar los costos cuando quedan atrapados los mecanismos de propulsión (hélices), y en las tomas de agua de mar, bien sea para la refrigeración del motor, como para los depósitos de lastres o vida abordo, esto pueden generar catástrofes mayores, si el propio buque no puede propulsarse, o mantener el rumbo y velocidad correcto en la navegación, produciendo varadas innecesarias, o colisiones con otros barcos, sobre todo si estos están próximos a la costa, o a las entradas a puertos, ríos navegables, y refugios.

En la figura 4.3 podemos ver una imagen por satélite de basura sólida, esta es tan grande que ya se la conoce como la isla de basura, situada en el océano Pacífico Norte, localizada entre las coordenadas 135° a 155°W y 35° a 42°N. .



Figura 4.1: <https://static.betazeta.com> tortuga deforme plastico.jpg



Figura 4.2: <http://static2.elblogverde.com> contaminacion de los mares basura mar.jpg

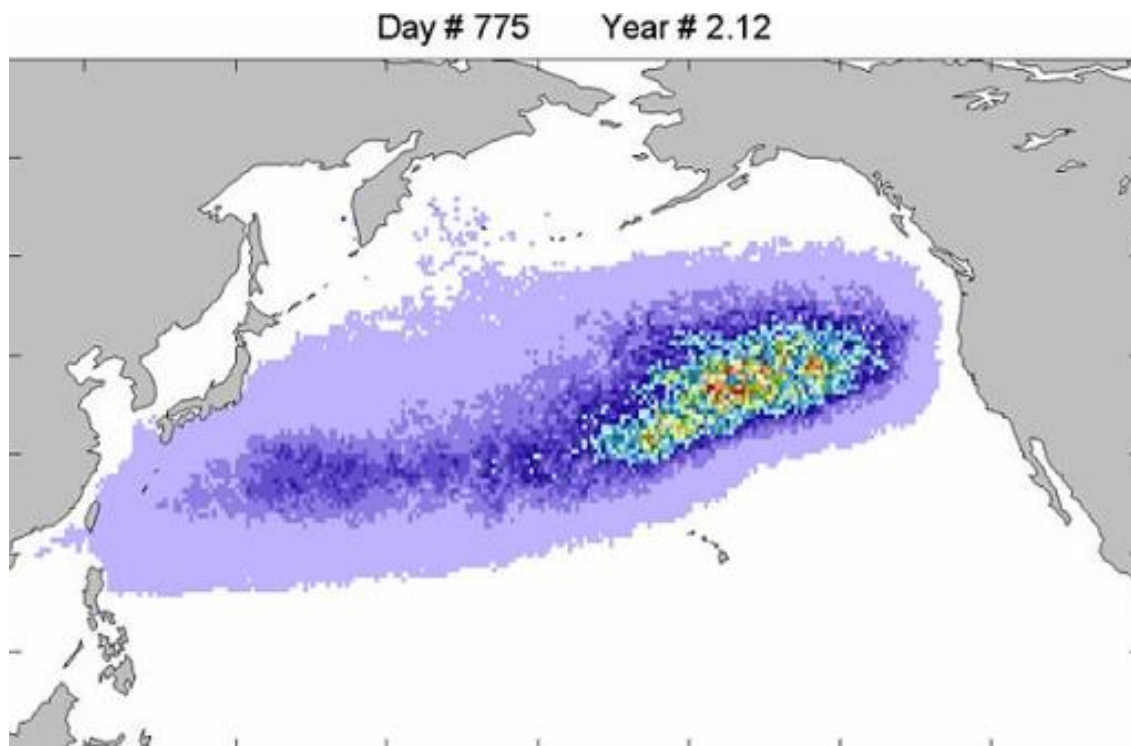


Figura 4.3: <http://islapacifico.blogspot.com.es>

4.3 Desagües.

4.3.1 Desagües de cloacas de vertido directo.

Como comentamos anteriormente estos son los más perjudiciales, se vierten toneladas diarias y directamente a los océanos y mares, sin pasar por depuradoras de tratamientos de residuos, ni por procesos biológicos o químicos en su depuración, expulsando al mar toda la basura y desechos que caen en sus alcantarillas, tales como las colillas de los cigarrillos, sus componentes químicos son perjudiciales para los peces, según las conclusiones de un estudio divulgado hoy por el British Medical Journal (BMJ), en otros estudios realizados se ha podido demostrar, que una sola colilla es capaz de contaminar hasta 50 litros de agua.

Las colillas constituyen la forma más común de basura medioambiental que hay en el mundo, si se tiene en cuenta que al año se fuman unos 5,6 billones de cigarrillos[10]

4.3.1.1 Saneamientos.

Las grandes ciudades con mala infraestructura de saneamiento pueden verse desbordadas por los desechos humanos. En Yakarta, con una población de 9 millones de personas, menos del 3 por ciento de los 1,3 millones de metros cúbicos (suficiente para llenar más de 500 piscinas olímpicas) de las aguas residuales generadas cada día llega a una planta de tratamiento, sólo hay capacidad para procesar el equivalente a 15 piscinas.

Los habitantes de barrios dependen a menudo de servicios públicos comunales sin alcantarillado, o utilizan los espacios abiertos. La falta de agua, el mantenimiento

insuficiente, y el mal funcionamiento dan lugar a que no se utilicen ampliamente. Un estudio realizado en los barrios marginales de Delhi, encontro que una familia promedio de bajos ingresos de cinco miembros, podia dedicar el 37 por ciento de sus ingresos a pagar los servicios sanitarios comunales.

4.3.2 Desagües de empresas químicas.

El vertido al mar por las industrias químicas que utilizan compuestos químicos como los, abrasivos, tóxicos y cancerígenos para tratar sus productos: como los curtidos de pieles, calzados, cuero, tintes, construcción, minería, fertilizantes, etc. Están consideradas como una actividad sucia y contaminante, principalmente, por que dichos vertidos sean sólidos o líquidos acaban en los ríos sin ser estos depurados o tratados. Esto fue así durante muchísimo tiempo, hasta bien entrado el siglo veinte. En la actualidad existen leyes que controlan este tipo de actividad, estas leyes han mejorado la visión que se tenia de estas actividades industriales.



Figura 4.4: <http://img.aws.ehowcdn.com> Vertidos industriales

4.3.3 Desagües de depuradoras.

Las aguas residuales domésticas contaminadas por los usos urbanos e industriales, son recogidas por las redes de alcantarillado y saneamiento, estas deben ser depuradas en las llamadas Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Empresa Depuradora de Aguas Residuales (EDAR). Estas estaciones utilizan procesos químicos, físicos y biológicos para depurar y sanear el agua, y de esta forma devolverla al mar lo mas limpia posible.

Las aguas residuales domésticas incorporan restos orgánicos (heces y orina), así como (aceites, restos de comida) y de los productos de limpieza e higiene (jabones, geles, champús, detergentes, limpiadores...). Además pueden contener todo aquello que alguien decida tirar por los desagües de casa, también incorporan con frecuencia las aguas residuales industriales de las industrias ubicadas en el interior de pueblos y ciudades, así como las aguas de lluvia (pluviales).

Tabla 4.1: Tabla Aguas residuales urbanas, industriales y desechos vertidos al mar.

AGUAS RESIDUALES, INDUSTRIALES Y DESECHOS URBANOS.				
Vertidos	Industria	Zonas geográficas	año	Toneladas (Tn)
Residuales	Aguas Urbanas	Mar Báltico	1995	500.000.000
Residuales	Lixiviados Tóxicos	Mar Mediterráneo	2015	1.000
Residuales	Aguas Urbanas	Japón	2011	11.500
Residuales	Aguas Urbanas	U.S.A	1989	1.300.000
Residuales	Aguas Industriales	U.S.A	1989	700.000
Industriales	Pasta y Papel	España	1990 al 2009	214,3
Industriales	Pasta y Papel	Mar Mediterráneo	Anual	15.000
Industriales	Aceite Minerales	Mar Mediterráneo	Anual	80.000
Industriales	Sustancias Orgánicas y Tóxicas	Mar Mediterráneo	Anual	7.000
Industriales	Detergentes	Mar Mediterráneo	Anual	35.000
Plásticos	Desechos urbanos	océanos	2011	8.000.000
Plásticos	Desechos urbanos	océanos	2015	9.100.000
nitratos	Aguas Urbanas	Mar Menor	Anual	3.000

4.4 Riadas.

Las riadas arrastran todo tipo de basura desembocando estas en los océanos, mares y ríos, transportan plásticos, piedras, arboles, barro, arcillas, nutrientes, pesticidas, plaguicidas, metales pesados, etc.

Cuando las lluvias son torrenciales y llevan varios días lloviendo, pueden llegar a arrastrar todo tipo de vehículos, ramas de árboles, piedras, etc, como las depuradoras no dan abasto con el caudal de agua que trae, suele abrir las compuertas y verter todo al mar directamente sin poder depurar las aguas, llegando a aparecer animales de todo tipo flotando en el mar.

Estas riadas también arrastran los pesticidas depositados en la tierra de las plantaciones de cultivo, así como los metales pesados, plaguicidas, herbicidas, dañando gravemente a la fauna marina existente en la zona.

4.5 Vertidos radioactivos.

Al principio de la primera mitad del siglo veinte se seguía teniendo el pensamiento de que el mar era infinito y podía absorber todo. Bajo esta filosofía totalmente desterrada hoy en día, se permitió el vertido de más de 115.000 toneladas de residuos radiactivos en la fosa atlántica frente a Galicia. Estos depósitos han estado desde entonces en el mar, sin ningún tipo de control sobre ellos.

Aún así esto no paralizó los vertidos radiactivos y químicos, las armas químicas han sido arrojadas desde entonces a los océanos, se desconoce lógicamente su posición, pero muchos científicos sospechan que esto es así y dicha actividad se realiza sin ningún tipo de control por los países que las depositan en los océanos.

La deriva de estos bidones ponían en entre dicho la seguridad que ofrecía la propia profundidad, saltando como siempre la alarma social. Los países tenían que volver a buscar otros lugar donde poder depositar su propia basura radioactiva.



Figura 4.5: <https://d1kgky9740p2t5.cloudfront.net>.

También han habido escapes radiactivos, como el ocurrido en el año 1970, este fue un accidente radiactivo originado en la sede de la Junta de Energía Nuclear (JEN) en Madrid, el 7 de noviembre de 1970. Una serie de fallos humanos provocaron el vertido de entre 40 y 80 litros de agua contaminada al río Manzanares, lo que provocó a su vez la contaminación de los ríos Jarama y Tajo, estos afectaron también las zonas agrícolas cercanas y los acuíferos subterráneos, la primeras mediciones que se realizaron se salían de escala.

Quizás uno de los mas catastrófico sea el ocurrido recientemente tras el terremoto ocurrido en Fukushima por un maremoto, aún hoy día se desconoce la situación del reactor nº 4, este quedo gravemente dañado y se cree que el mar arrastro no solamente la radiación del propio reactor, si no que también arrastro los productos radioactivos almacenados en bidones que se encontraban en salas especiales para tal fin.

4.6 Vertidos de hidrocarburos ó derrames.

Los derrames de petroleo también conocidos como mareas negras, SEMARNAT (PRA-SA; 2003), se define como cualquier descarga, liberacion, rebose, achique o vaciamiento de hidrocarburos, y PEMEX en 1999 menciona que las fugas de hidrocarburos corresponden a la salida o escape de un liquido o gas, causadas por algunos efectos de corrosion en la estructura metalica de ductos o tanques, laminaciones o grietas, emanaciones naturales, golpes o defectos de fabricacion [17].

Los vertidos por hidrocarburos vienen asociado principalmente a la navegación marítima como primera fuente de accidentes, y esto es un error ya que han habidos muchísi-

mos derrames producidos en tierras; además tiene un gran impacto visual frente a otros vertidos que se realizan a diario en el mar, como los que hemos comentados, estos son muchos menos impactante, esto es debido a que no se ven, ya que se realizan lejos de la costa, un buen ejemplo lo tenemos en los radiactivos, puestos que estos se depositan en el fondo del mar y no quedan a la vista de los ciudadanos.

Esto no quiere decir que no sea cierto que han habido accidente desafortunados, algunos de ellos producidos por descuido humanos, y que han causado daño a la naturaleza, pero no daños irreparables como se pretende darse a entender, gracias a que la propia naturaleza tiene sus propios mecanismos de auto regeneración, como son las bacterias y la dispersión del propio hidrocarburo en el tiempo.

Las consecuencias de estos vertidos es variada, dependiendo del tipo de dispersión de los distintos hidrocarburos, estos pueden causar la muerte de animales directamente, o alterar la cadena trófica, siendo estos filtrados por moluscos y otros organismos filtradores, que a su vez serán devoradas por otras especies superiores hasta llegar al ser humano, cuando estos desastre ocurren cerca de las costa o de poblaciones urbanas su impacto es mucho mayor, no sólo por la alarma social que se produce debido al impacto visual, si no por los cultivos marinos que pueden existir en la zona, la pesca y el disfrute de sus playas.

Cuando esto ocurre el estado pone todos los mecanismos de que disponen para la retirada del producto del mar, limpieza, extracción, siempre intentando causar el menor impacto posible, limpiando playas y acantilados lo antes posible y que así se vea afectada la vida marina lo menos posible, pero a veces debido a la presión mediática de la prensa y la sociedad, se ve forzada a tener que utilizar elementos altamente contaminantes, como los compuestos químicos, prender fuego con el consiguiente riesgo si se realiza cerca de la costa, utilizar agua caliente para arrastrar el crudo de las piedra al mar, y este poder ser recogido por los skimmers. Estas técnicas por desgracias suelen ser mas perjudiciales que beneficiosas para las poblaciones de animales, y para la zona en si misma, quedando muerta completamente y sin poderse recuperar, como ocurriese en el caso del Exxon Valde Alaska.

Con cada marea negra se suelen probar nuevas técnicas de limpieza. En algunas ocasiones este prueba, ensayo y error, ha traído consigo daños muchos mas perjudiciales. La inexperiencia y la falta de conocimiento sobre el medio ambiente, han hecho que se cometan errores muy graves, difíciles de subsanar o con consecuencias para el medio ambiente catastróficas. Muchas veces la presión social y la prensa, han llevado a que se tengan que usar sistemas que de antemano se saben que son altamente perjudiciales para el ecosistemas, en vez de dejar que las bacterias actúen por si misma, en un proceso natural, claro que esto lleva su tiempo, pero haya donde se han realizado dichos ensayos, la vida a vuelto a brotar de nuevo, como si nada hubiera pasado, actuando en aquellas zonas donde si se puede limpiar sin causar daños medio ambientales, como es en el mar, recogiendo el crudo y en las zonas de arena, limpiando esta y llevándola a su estado original.

4.6.1 El proceso de dispersión vertical y redispersión.

Este procedimiento es muy importante para la disolución del hidrocarburo en el agua del mar. Con mal tiempo, una proporción significativa del hidrocarburo se dispersa

en la columna de agua, debido principalmente al efecto de las olas cuando estas rompen en la superficie. Las gotitas oleosas dispersas tienden entonces a volver a la superficie o a ser redispersadas por las fuerzas de flotabilidad. Las gotas más grandes emergen rápidamente, mientras que las gotas más pequeñas suelen tardar en subir a la superficie, esto da lugar a que puedan ser transportadas por las corrientes lejos del lugar del vertido y estas permanecen dispersas durante largo tiempo, pueden llegar a ser semanas, meses o años. Cuando el hidrocarburo se adhiere a otros cuerpos, o forma partículas con densidad superior a la del agua, pueden precipitarse al fondo en un proceso llamado sedimentación.

4.6.2 La emulsificación del vertido.

Otro de los elementos importantes del proceso de envejecimiento, es decir, la incorporación de agua al hidrocarburo cambiando así todas las propiedades de mismo, y la cantidad presente de hidrocarburo en la superficie de la mar. El contenido de agua de tales emulsiones puede alcanzar entre el 80 y el 90 por ciento. Estas emulsiones son llamadas mousse conocida como (crema de chocolate), son emulsión gelatinosa de agua y aceite estas se convierten en bolas de alquitrán densas, semisólidas, con aspecto asfáltico. Se ha calculado que en el centro del Atlántico hay unas 86.000 toneladas aproximadamente de este material, principalmente en el mar de los Sargazos, ya que este tiene mucha capacidad de recoger este tipo de material, debido a que estas partículas semisólidas se quedan enganchadas en las algas, que son muy abundantes en esa zona .

Las condiciones de viento y la viscosidad del hidrocarburo son los factores más importantes para la formación de emulsiones, que pueden llevar a que el volumen de la emulsión cinco días después del derrame sea el doble del volumen derramado.



Figura 4.6: <http://www.eldiariodeguadalajara.net> Derrame petroleo Golfo Mexico.jpg

Tabla 4.2: Derrame de hidrocarburos.

LOCALIZACIONES GEOGRAFICAS DE VERTIDOS		
Número	Países, Mares, Estrechos	Tn vertidas
1	Sudáfrica	504.900
2	Francia	359.687
3	España	308.000
4	Reino Unido	278.000
5	Angola	260.000
6	Maláca	257.000
7	Canadá	192.030
8	Grecia	185.000
9	Italia	144.000
10	Barbados	141.000
11	Portugal	122.000
12	Turquía	99.000
13	U.S.A	90.443
14	Marruecos	80.000
15	Iran	70.000
16	Omán	68.000
17	Mozambique	66.000
18	Japón	62.200
19	Mar Báltico	60.000
20	Brasil	60.000
21	Santo Domingo	57.000
22	Estrecho de Magallanes	53.000
23	Océano Atlantico	52.900
24	Canal de la Marcha	42.000
25	Ecuador	33.000
26	Irlanda	28.200
27	Pakistan	28.000
28	Gibraltar	20.000
29	Corea del Sur	12.000
30	Alemania	10.500
31	Isla de Bath	8.000
32	Estrecho de Malasia	2.500
33	Estrecho de Kerch	1.532,8
34	Dubai	1.500
35	Nueva Zelanda	700
36	Finlandia	150
37	Escocia	117

Tabla 4.3: Tabla de vertido de hidrocarburos por barcos.

TABLA DE VERTIDO POR HIDROCARBUROS				
Número	Nombre	Año	Tn Vertidas	Lugar
1	Frank Buck	1937	11.800	U.S.A
2	Fort Merce	1952	22.800	U.S.A
3	Greda Maersk	1955	8.000	Alemania
4	Sinclair Petrolore	1960	60.000	Brasil
5	Torrey Canyon	1967	123.000	Reino Unido
6	Esso Essen	1968	4.000	Sudáfrica
7	Tank Duchess	1968	87	Escocia
8	World Glory	1968	52.900	Sudáfrica
9	Hamilton	1969	700	Reino Unido
10	Palva	1969	150	Finlandia
11	Santa Barbara	1969	4.000	U.S.A
12	Julius Schindler	1969	9.000	Azores
13	Delian Apollon	1970	43	U.S.A
14	Arrow	1970	10.000	Nueva Escocia
15	Irving Whale	1970	30	Canadá
16	Otello	1970	60.000	Mar Báltico
17	Poly Comander	1970	50.000	España
18	Pacific Glory	1970	42.000	Canal de la Mancha
19	Wafra	1971	63.000	Sudáfrica
20	Juliana	1071	7.000	Japón
21	Sea Star	1972	115.000	Omán
22	Dewdale	1972	30	Escocia
23	Silver Castle	1972	3.500	Sudáfrica
24	Douglasville	1972	30.000	U.S.A
25	G.Giulletti	1972	26.000	España
26	Trader	1972	35.000	Grecia
27	Taxanita	1972	100.000	Sudáfrica
28	Tamalo	1972	400	U.S.A
29	Metula Est	1974	53.000	Magallanes
30	Yuyo Maru	1974	50.000	Japón
31	Showa Maru	1975	237.000	Malaca
32	Jokob Maerks	1975	88.000	Portugal
33	Urquiola	1976	100.000	España
34	Olimpic Braveary	1976	250.000	Francia
35	Saint Peter	1976	33.000	Ecuador
36	Boehlen	1976	9.500	Francia
37	ArgoMerchant	1976	5.700	U.S.A
38	Hawaian Patriot	1977	95.000	Honolulu
39	Amoco Cádiz	1978	223.000	Francia
40	Andros Patria	1978	47.000	España
41	Independenta	1979	95.000	Turquía
42	Betelgeuse	1979	27.000	Irlanda
43	Atlantic Empress	1979	141.000	Barbados
44	Grey Hunter	1979	20.000	Gibraltar
45	Gino	1979	42.000	Francia

Tabla 4.4: Tabla de vertidos de hidrocarburos por barco.

TABLA DE VERTIDO POR HIDROCARBUROS				
Número	Nombre del barco	Año	Tn Vertidas	Lugar
46	Irenes Serenade	1980	100.000	Grecia
47	Tanio	1980	8.000	Isla de Bath
48	Cabo Cambanos	1981	18.000	Corcega
49	Castillo de Beliver	1983	250.000	Sudafrica
50	Assimi	1983	53.000	Omán
51	Nova	1985	70.000	Irán
52	Konwloon Bridge	1986	1.200	Irlanda
53	Nestucca	1988	11.000	U.S.A
54	Odyssy	1988	140.000	Canadá
55	Exxon Valdez	1989	42.000	Canada
56	Khark-5	1989	80.000	Marruecos
57	Puppy	1989	40.000	India
58	Abaj II	1990	100	España
59	Aragón	1990	25.000	Madeira
60	Haven	1991	144.000	Italia
61	ABT Summer	1991	260.000	Angola
63	Katina P.	1992	66.000	Mozambique
64	Aegean Sean	1992	74.000	España
65	Maersk Navigator	1993	20.000	Malaka
66	Braer	1993	85.000	Reino Unido
67	Epic Corocotronic	1995	57.000	Santo Domingo
68	Sea Empress	1996	70.000	Reino Unido
69	Katja	1997	187	Francia
70	Nakhodka	1997	6.200	Japón
71	Erika	1999	20.000	Francia
72	Volganefit	1999	4.000	Turquía
73	Baltic Carrier	2001	2.500	Alemania
74	Prestige	2002	11.000	España
75	Tasman Spirit	2003	28.000	Pakistan
76	Kong Hebei Spirit	2007	12.000	Corea del Sur
77	4 barcos	2007	1532,8	estrecho de Kerch
78	"Kashmir"	2009	se desconoce	Emiratos Arabes
79	Sima Buoy	2009	se desconoce	Emiratos Arabes
80	Gulser Ana	2009	se desconoce	Madagascar
81	Eagle Otome	2010	2.100	EEUU
82	MT Bunga Kelana 3	2010	2.500	Estrecho de Malasia
83	Dalian	2010	Se desconoce	China
84	Rena	2011	700	Nueva Zelanda
85	Bahuga Jaya	2012	se desconoce	Estrecho de Sudan
86	MOL Comfort	2013	1.500	Dubai
87	Sewol	2014	Se desconoce	Corea del Sur
88	Oleg Naydenov	2015	se desconoce	España
89	Arico	2015	se desconoce	España
90	buque Poong Lim 11	2016	se desconoce	España

Tabla 4.5: Tabla de vertidos de hidrocarburos por instalaciones.

TABLA DE VERTIDO POR HIDROCARBUROS				
Instalaciones	Nombre	Año	Tn vertidas	Lugar
Plataforma	Ixtoc I	1979	420.000	México
Pozo		1980	143.000	Libia
Pozo		1983	272.000	Iran
Pozo	Nowouz	1983	40.000	Golfo Pérsico
Pozo		1991	1.000.000	Golfo Pérsico
Oleoducto		1992	272.000	Uzbekistan
Oleoducto	Komi	1994	250.000	Rusia
Plataforma	P-36	2001	1.500	Brasil
Pozo	Statfjord A	2008	22.080	Noruega
Oleoducto	Santa Rosa	2009	2.226	Ecuador
Plataforma		2010	4.000	Golfo de México
Plataforma	Deepwater Horizon	2010	780.000	U.S.A
Oleoducto	Talmadge Creek	2010	157.073	Canada
Acueducto	Delian	2010	104.855	China
Campo petrolífero	Royal Dutch	2011	4.694	Nigeria
Oleoducto	PDVSA	2012	7.041	Venezuela
Tren	Via férrea marine	2013	5.678,12	Canada
Oleoducto	Norperuano	2016	6.423	Peru

4.7 Aguas de Lastres.

Las aguas de lastres realmente no producen ningún tipo de contaminación marina como tal, lo que producen son impactos ecológicos por bacterias, algas, dinoflagelados, diatomeas, invertebrados, larvas de peces y larvas de equinodermos o moluscos entre otros. Esto ya no se suelen dar, debido a los sistemas de prevención y inspecciones que se realizan en los buques, y a los convenios y leyes internacionales firmados por los países.

Pero no hace muchos años atrás, si que ocasionaron alteraciones en los sistemas ecológicos, transportando este tipo de organismo en sus tanques de lastres, ocasionando alteraciones en los ecosistemas, estas alteraciones podían ser positivas o negativas. Ahora bien no todos los ecosistemas fueron alterados por el transporte de agua de lastre de los buques, ya que han habido impactos ecológicos producidos en las costas y que han llegado a afectar y alterar grandes zonas, como el caso de la *Caulerpa taxifolia*, más conocida como el alga china del Mediterráneo, esta se produjo tras el vertido al mar directamente desde el acuario de Monaco, por descuido de un operario al parecer. Estas han llegado a invadir y desplazar especies de fanerogamas marinas como la *Poseidonía oceánica*, la *Cymodosea nodosa*, así como muchas especies de algas, causando un gran perjuicio al medio marino y a su fauna, estas fanerogamas son usadas como refugios por los alevines, consideradas verdaderas guarderías submarinas

Estas han colonizando desde los años 80 las aguas del Mediterráneo. En la actualidad existen seis países afectados Túnez, Croacia, Italia, Mónaco, Francia y España las islas Baleares (en Mallorca *cala d'Or*, *cala Llongua* y *Porto Petro*, donde actualmente

ocupa 30 Ha), más de 70 localidades conocidas, con 13.000 Ha seriamente dañadas. La invasora ocupa hoy más de 200 km. de línea de costa. Sicilia, Córcega y Cerdeña están seriamente amenazadas. En el mapa que acompaña este reportaje con puntos rojos se ven claramente los dominios de la Caulerpa [19]. En uno de los últimos estudios realizado se a podido comprobar que esta a mutado genéticamente.



Figura 4.7: <http://www.obraspublicas.gob.jpg> Tanque de lastre



Figura 4.8: <http://2.bp.blogspot.com> AlgaAsesina3.jpg Caulerpa táxi-
folia

Tabla 4.6: Tabla Agua de Lastre Según el Tipo de Buque.

AGUA DE LASTRE			
Buques	Peso Muerto Tn	Tn Agua lastre ligera	Tn Agua lastre mal tiempo
Graneléro	250.000	75.000	125.000
	150.000	45.000	67.000
	70.000	25.000	40.000
	35.000	10.000	17.000
Petrolero	250.000	100.000	120.000
	100.000	40.000	45.000
	80.000	30.000	34.000
	40.000	12.000	15.000
Contenedores	40.000	12.000	15.000
	15.000	5.000	Diversos
Carga general	17.000	6.000	Diversos
	8.000	3.000	Diversos
Pasaje Ro-ro	3.000	1.000	Diversos

5 Prevención y lucha contra la contaminación por vertidos.

La prevención se define como una medida o disposición que se toma de manera anticipada para evitar que una cosa mala suceda.

Quizás el mayor sistema para la prevención contra cualquier tipo de contaminación en el mar, sea la educación medio ambiental, los gobiernos han de apostar por educar a sus ciudadanos con campañas educativas, debe hacer una mayor esfuerzo en publicidad, informar de los impacto y daños nocivos que causan el descuido y la poca conciencia, y no sólo hacerlo cuando por desgracia ocurre una catástrofe de grandes proporciones, por efecto de la presión social, o la prensa.

Es importante la existencia de estos Planes a distintos niveles. En esta línea, han de establecerse planes de contingencias a nivel local, territorial y nacional, que han de ser activados en función de la magnitud del derrame producido, según afecte a una determinada zona por lo que la formación entra dentro del paquete de prevención contra la contaminación por vertidos, tener a profesionales formados y preparados para cualquier evento, hace que el riesgo se minimize, aunque por desgracia el riesgo siempre estará presente.

Importante en la prevención será, los controles sobre los medios de prevención, titulación del personal, cumplimiento de la legislación vigente, material y personal suficiente para cualquier contingencia.

Los Planes de Contingencias por contaminación marina accidental, determinan las líneas de actuación a seguir en estos casos. En ellos se describe esencialmente los aspectos organizativos de los mecanismos de respuesta. Además, deben de aportar información sobre el área geográfica cubierta por el plan. Los medios técnicos y humanos disponibles, y deben proporcionar las directrices estratégicas y operativas generales para la lucha contra la contaminación, entre otra información.

las barreras son un medio de prevención contra la contaminación, estas también son usada para retener los vertidos sólidos dispersos en el mar, y poderlos concentrar para su extracción final, figura 5.2.

Existen variados y diferentes mecanismos para la prevención y lucha contra la contaminación, uno de los más efectivos es que la sociedad disponga de la información y educación sobre los tipos de contaminación existente, y los daños causados al medio ambiente, claro está, que cuando todo falla siempre podemos recurrir a la ley, un ejemplo lo tenemos en Nueva York, debido a que sus plantas de reciclajes están saturadas, y se generaban unas 30.000 Tn de poliespán, que cada año se convierte en residuos sólidos, ha llegado un momento que las plantas de reciclajes no dan a basto,



Figura 5.1: <http://empresayeconomia.republica.com.jpg> Después de un día de playa



Figura 5.2: <http://img.nauticexpo.es> Barrera de contención flotante

por lo que han sacado una ley en la que prohíben la compra de envases de plásticos, dicha ley entro en vigor el 1 de julio del 2015 y la nueva normativa prevé sanciones a partir del 1 de enero del 2016.

Todos los estados han de disponer de medios y mecanismo para la lucha contra la contaminación, estos medios han de estar disponibles las 24 horas de día para poder paliar y minimizar los efectos producidos por un vertido, ya sea de acción directa o indirecta.

Salvamento marítimo dispone de diferentes mecanismos para la prevención y lucha contra la contaminación, aviones, barcos, ya sean estos polivalentes o recogedores, barreras, como hemos podido comprobar anteriormente, chapapotera, skimmers, bombas, absorbentes, etc. y del personal cualificado y preparado para intervenir en estas situaciones.

5.1 Modelos Matemáticos y teledetección.

Entre los avances tecnológicos, están los nuevos sistemas de teledetección, estos equipos son instalados en avionetas y satélites para la prevención y lucha contra la contaminación, pudiendo ver en tiempo real los vertidos que se realizan al mar, uno de los primeros países en usar estos sistemas fueron: Canada y EE.UU, después de la experiencia del Exxon Valdez.

Pero hacia falta poder seguir la evolución de los vertidos, y de los vertidos realizados a través de los ríos, ya que estos arrastran gran cantidad de arcilla, y otros componentes, para poder llevar a cabo esto, se realizaron modelizaciones matemáticas, o lo que es lo mismo, modelos matemáticos, utilizando una serie de algoritmos y datos, como la velocidad de la corriente, profundidad, dirección de la corriente y del viento, con estos datos se podrían obtener la pluma de difusión, hoy día estos modelos son muy usados para los vertidos realizado desde los emisarios submarinos, obteniendo así la resultante de la pluma de difusión del vertido y su dispersión en el medio marina.

Como hemos dicho anteriormente, para que exista una buena dispersión, esta salida debe de encontrarse a una profundidad determinada, existen una serie de recomendaciones lógicas, tales como que la profundidad existente sea de 21 metros, la distancia a la costa de 1 kilometro, y sea una zona de dinámica marina, corriente y viento para una buena dispersión.



Figura 5.3: <https://ingenieromediambiental.com> Boca Emisario Submarino

5.2 Vigilancia de los océanos por satélites.

La existencia del programa europeo Copernico de observacion de la Tierra, permite que entre sus funciones este vigilancia de la gestión del medio ambiente.

Uno de esos satélites es el Sentinel 3A, este satélite vigila la gestión del medio ambiente, comprender, y mitigar los efectos del cambio climatico.

Las misiones Sentinel, estan diseñadas como una constelacion de dos satelites, estos son identicos, y están situados en la misma órbita, pero separados por 180 grados. Asi, al igual que Sentinel-1 y 2, el 3 serán dos mas, aunque hasta ahora sólo se ha lanzado uno de cada pareja.

También se puede detectar en tiempo real por satélite, los vertidos de petróleo al mar, o limpieza de los tanques, este proyecto fue estudiado por un equipo de investigadores del Laboratorio de Sistemas de la Universidad Santiago Compostela (USC), que ha aplicado un sistema de inteligencia artificial a la deteccion de contaminantes en el medio marino por imagenes de satelite.

La base de este proyecto, son imagenes obtenidas por dispositivos de teledeteccion activa a bordo de satelites, en este caso, sensores de radar. Si hubiera un vertido de petroleo, el sensor lo registra como una mancha negra homogenea, con un aspecto muy diferente del que tiene el mar limpio. Segun los investigadores, una de las principales ventajas de los sensores de radar, es que no les influye la presencia de nubes, o el hecho de que sea de noche en la captura de las imagenes.

Ya en la década de los 90, existían satélites que realizaban este tipo de actividad, como el ERS-1 y el Landsatd. Con el ERS-1 se podía apreciar las zonas de Espana con problemas de vertidos cada 10 dias [11] .

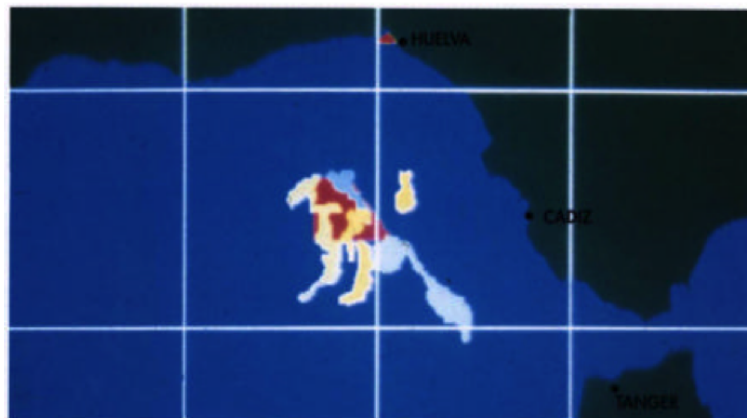


Figura 5.6.: Superposición de manchas de turbidez entre el 6 y el 21 de septiembre en el Golfo de Cádiz. Rojo, máxima concentración.

Figura 5.4: <http://www.juntadeandalucia.es>

6 Sistemas y mecanismo de lucha contra la contaminación.

6.1 Barreras.

Las barreras apartes de ser mecanismo de prevención, también lo son contra la contaminación.

Estas están catalogadas en barreras oceánicas, costeras y portuarias, existen 4 niveles de intervención, estas van desde el 0 a 4, estando salvamento marítimo en el nivel 2, estas han de estar disponibles en los buques para ser lanzadas rápidamente, y así evitar una tragedia mayor, aunque por desgracias muchas veces se llega demasiado tarde y tenemos que usar los medios para luchar contra la contaminación, impidiendo que esta se extienda mas, y dirigiendo el vertido hacía donde nosotros deseamos, las barreras se compone de varias partes.



Figura 6.1: Container 10 pies, preparado con barrera oceánica

6.1.1 Formación de la barrera.

Fráncobordo: para impedir o reducir las salpicaduras.

Faldón sumergido: para impedir o reducir el escape de fluidos por debajo de la barrera.

Flotador: de algún material flotante (suele incluir aire).

Órgano de tracción longitudinal: para resistir los efectos del viento, de las olas y de la corriente.

Lastre: para darle estabilidad y mantener el faldón por debajo de la superficie del agua.

Acoplamiento: para garantizar una buena conexión entre las secciones adyacentes.



Figura 6.2: Barrera.

6.1.2 Tipos de barreras.

Existen muchos tipos de barreras diferentes para satisfacer distintas necesidades y condiciones. Si bien su estructura puede variar, por lo general se agrupan en cuatro grupos principales:

Barreras de cortina: suelen tener cámaras de flotación y un faldón característicos. En éstas se incluyen las de flotador macizo, inflable a presión y autoinflable.

Barreras de valla: incluyen una valla común y barreras con órganos de tracción externos.

Barreras de sellado con el litoral: formadas por una combinación de cámaras llenas de agua que hermetizan la barrera contra la costa, cuando la marea se retira y cámaras con flotadores que mantienen la flotabilidad de la barrera con la entrada del mar.

Barreras ignífugas: resistentes al fuego, se usan para controlar zonas donde se tenga que prender fuego al crudo en alta mar y evitar así su dispersión, controlando las manchas de crudo.

6.2 Barreras absorbentes.

Estas barreras están formadas por agentes absorbentes, su despliegue y recogida es muy rápida y no daña a la fauna ni produce ningún tipo de impacto ambiental.



Figura 6.3: Barrera absorbente.

6.2.1 Operaciones de contención y recuperación.

En las operaciones de contención y recuperación se pueden utilizar las barreras de diferentes formas y con diferentes objetivos:

Impedir que la descarga inicial se propague, si se utilizan de inmediata, impedir que se propaguen tanto las descargas continuas como las descargas posteriores, cercar los fluidos y desechos sólidos para su recuperación, cuando se utilizan en combinación con buques y raseras, proteger los recursos y medios sensibles, llegan a desviar de los recursos y medios sensibles, la mancha que se está propagando, y desviar esta hacia zonas en las que se pueda recuperar con más facilidad.

Estas barreras, no sirven de nada, si no se posee un sistema de recuperación de fluidos (Skimmers), ya que si solo fuera un medio de contención, este acabaría por sobresaturar la propia barrera, por lo que a de disponer inmediatamente de sistemas de recogida como los Skimmers.

Una vez recogido el fluido tiene que ser almacenado, hoy día los buques de salvamento, poseen tanques para almacenarlos, estos están disponibles en los buques polivalentes y los de mayor porte están en los buques recogedores.

Pero a veces es necesario trabajar en la costa, o con embarcaciones de menor calado, pesqueros o otro tipo de embarcaciones por lo que se necesita disponer de depósitos de almacenamiento, estos depósitos se han de montar con rapidez, por lo que serán ligeros y fáciles de trasladar.

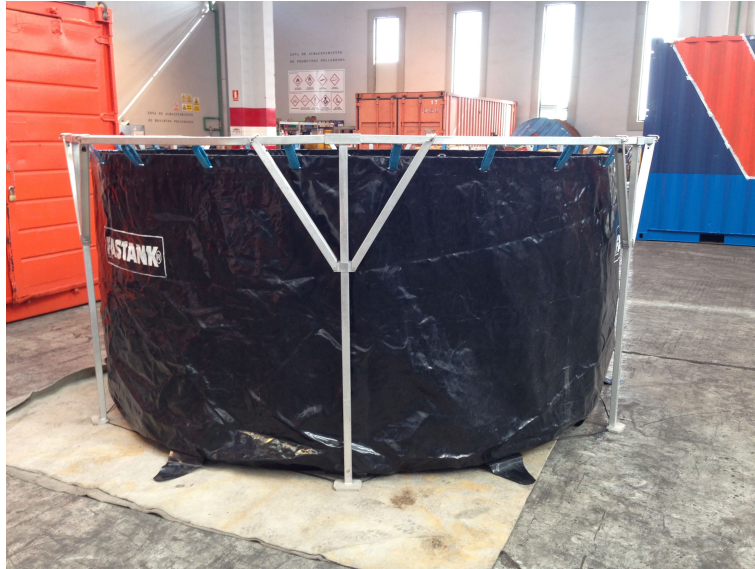


Figura 6.4: Depósito.

6.3 Chapapotera.

La Chapapotera es un sistema muy parecido al Skimmers, solo que dicho invento es español, diseñado y registrado con patente en España, sus inventores viven en Vilanova isla Geltru, Cataluña.

La chapapotera se desarrolla tras la creciente preocupación internacional por los accidentes marítimos, esto hace necesario la adopción de medidas adecuadas de prevención y lucha contra la contaminación marina accidental.

Este mecanismo se sitúa en la parte delantera del barco en dirección al avance, ósea la proa, dispone de un mecanismo que consta de un cilindro que tiene 4 metros de longitud y un diámetro de 2,5 metros, este es estanco y flota, esta flotabilidad será la mínima, ya que si al contrario se hundiera mucho, esta desplazaría el fluido sin poder recogerlo bien, dispone de 3 palas o paletas, las paletas están formadas por discos o pestañas, que ayudan a recoger el crudo.

El vertido, separado de las paletas, cae en una cavidad que lo conduce a la entrada de la bomba, siendo impulsado hacia los tanques de almacenamiento. Se trata de una bomba de paleta excéntrica, dispuesta de forma paralela al cilindro recogedor, y de igual longitud que este, al igual que la entrada y salida de la misma [6].



Figura 6.5: <http://www.chapapotera.com>

Tabla 6.1: Tabla en Condiciones Normales de la Mar.

LIMPIADOR DE 6 METROS DE LONGITUD			
Vueltas por minuto	10 vueltas		
Velocidad de recogida	2 Km/h		
Espesor del chapapote en suspensión	4 cm	15 cm	40 cm
Recogida por hilera de paleta	240 Kg	900 Kg	2.400 Kg
1 Vuelta de cilindro	720 Kg	2.700 Kg	7.200 Kg
1 Hora Recogida=600 vueltas=432.000 Kg	432 Tn	1620 Tn	4320 Tn
1 Día Recogida=24 hrs=14.400 vueltas=10.368.000 KG	10.368 Tn	38.880 Tn	103.680 Tn
1 Semana Recogida = 168 H	72.576 Tn	432.168 Tn	725.760 Tn

6.4 los Skimmers.

Todos los skimmers incorporan un elemento de recuperación de hidrocarburos, estos están basados en diferentes elementos, un elemento de flotación y un dispositivo de bombeo.

Los dispositivos de recuperación varían considerablemente. Los más avanzados disponen de sistemas de recuperación autopropulsados, con tanques de almacenaje para los residuos, también pueden disponer de separadores de hidrocarburos que permiten maximizar el volumen de recuperación al eliminar el agua.

Existen dos grandes modelos de recuperación: los mecanismos de succión, donde los hidrocarburos son retirados directamente de la superficie del agua, incorporando con ellos gran cantidad de agua, y los mecanismos selectivos, estos permiten reducir la cantidad de agua recogida.

Es fácil suponer que la recuperación de hidrocarburos en alta mar nunca será fácil, esto es debido al oleaje y climatología. Aun así se han diseñado dispositivos que permiten recuperar el hidrocarburo del mar.



Figura 6.6: Skimmers modelo vertedero.

La eficacia de estos sistemas de recuperación, depende en gran medida de las condiciones ambientales de operación, por lo que pocos dispositivos son capaces de un buen funcionamiento en el mar con niveles de oleaje moderados.

En este apartado del trabajo se realiza una breve descripción de los distintos sistemas de recuperación de hidrocarburos existentes en el mercado.

6.4.1 Sistema de compuertas multiples.

la mezcla de hidrocarburos y agua atraviesa un tanque provisto de una serie de compuertas sumergidas a una profundidad fija, de manera que se van segregando los residuos, que pasan a un deposito situado en la parte posterior. La turbulencia se evita regulando la entrada de la mezcla.

6.4.2 Sistema de plano inclinado.

Este sistema consta de una correa inclinada un cierto ángulo, que puede girar en sentido igual o contrario al avance de la embarcacion, para regular la velocidad relativa entre la correa y el agua. A medida que la embarcacion avanza, la correa fuerza a los hidrocarburos a sumergirse, estos tienden a ascender por flotación, separandose el agua que fluye bajo el buque. Los residuos en flotación se recogen y envian a un deposito situado a bordo.

6.4.3 Sistema de inducción por giro.

Este mecanismo consta de un molinillo giratorio, este genera un remolino mediante el cual los hidrocarburos y el agua son impulsados por encima de una compuerta hasta una camara de separación, donde los hidrocarburos son succionados y depositados en un tanque, expulsandose el agua.

6.4.4 Sistema hidrociclónico.

El principio de funcionamiento es la fuerza centrífuga generada con la rotacion de una camara situada en el lado de la embarcación. A medida que la embarcacion avanza, la mezcla de agua e hidrocarburos es forzada a introducirse tangencialmente en esta camara, y la fuerza centrifuga hace que ambos componentes se separen. Los hidrocarburos se desplazan hacia el centro del dispositivo, donde son recogidos mediante un sistema de bombeo. El agua escapa por un orificio situado al fondo de la camara. Es un sistema muy efectivo en la separacion de hidrocarburos, aunque su estabilidad se ve ligeramente afectada por el oleaje.

6.4.5 Bombas de tornillo sin fin.

Son sistemas basados en el principio del Tornillo de Arquimedes, disenados para recuperar hidrocarburos de elevada viscosidad. El sistema de tornillo sin fin va recogiendo hidrocarburos que son rascados y arrancados mediante una rueda libre, depositandose en un tanque.

Este sistema se emplea combinado generalmente con dispositivos de recogida basados en sistemas de succión, para incrementar su rendimiento al reducir la cantidad de agua retirada junto con el hidrocarburo.

6.4.6 Redes.

Dispositivo muy sencillo, como una red, puede ser muy útil para recoger absorbentes impregnados de hidrocarburos, emulsiones semisolidas o restos de algas y otras materias sólidas empapadas en petróleo. Existen incluso dispositivos de red diseñados específicamente para este uso, que pueden ser desplegados por uno o dos barcos de apoyo. El único requisito que deben cumplir estas redes es el de tener un reducido diámetro de luz de malla para evitar que los hidrocarburos puedan escaparse [16].

6.5 Fuego.

La incineración del petróleo es otra de las formas de eliminación del crudo. Se puede eliminar hasta un 95 por ciento del vertido total. Los efectos que tiene esta técnica es el humo negro que se produce. En muchos de los accidentes que han ocurrido en la historia de las mareas negras, se ha producido el incendio accidental del buque, por alguna explosión interna, como ocurrió con el Urquiola, Mega Borg y Mar Egeo.

Los incendios pueden ser muy perjudiciales, si estos se realizan cerca de poblaciones, o de la costa, donde pueden existir arboladas, ya que este puede provocar que el incendio continúe en tierra, generando un gran perjuicio, un claro ejemplo de estas zonas la tenemos en A Coruña.

Pero si este se realiza en alta mar, con las medidas adecuadas de seguridad; como tiempo de duración del incendio, zona acotada y cerrada a la navegación, parte meteorológico, etc.... podría ser una solución viable, siempre y cuando no se disponga de buques recogedores, ya que esta sería la mejor solución.



Figura 6.7: <http://estaticos02.elmundo.es/2.jpg> Fuego controlado por sectores

6.6 Dispersantes químicos.

Los dispersantes químicos rompen los hidrocarburos en partículas más pequeñas, estos contienen tensioactivos, para reducir la tensión entre las superficies de las láminas de hidrocarburo y de agua. lo que consiguen es que la concentración de hidrocarburos en la columna de agua vuelva a estar en unos niveles aceptables.

Según la tipología del hidrocarburo se utilizara un tipo de dispersante, en algunos caso de ensayo-error como el ocurrido con el Torrey Canayon en 1967, los dispersantes usados causaron mayor daño que el vertido de hidrocarburo en si.

Estos compuestos químicos, no son efectivos para emulsiones espesas o petróleos con punto de fluidez próximos a la temperatura ambiente, es decir, no sirven para aceites, combustibles pesados, ni tampoco para vertidos de crudo en los que el petróleo haya estado expuesto a los procesos naturales 24 horas o más, porque habrá sido transformado en una emulsión viscosa.

En términos generales hay dos tipos de dispersantes:

Los que están basados en disolventes de hidrocarburos y contienen una mezcla de emulsificadores. Estos se suelen aplicar sin diluir.

Los dispersantes concentrados que contiene más agentes activos que los dispersantes anteriores, lo que produce que la dispersión sea más rápida. Estos dispersantes contienen emulsificadores, ingredientes humectantes y disolventes oxigenados.

Los dispersantes pueden aplicarse desde buques o desde el aire, mediante avionetas. El uso de estos compuestos está restringido a áreas donde se prevé que la dilución de los dispersantes va a ser rápida, y la fauna marina no va a sufrir daños. Para saber esto se realizan estudios sobre el movimiento del agua en esa zona y el comportamiento del dispersante [7].

6.7 Buques Polivalentes y material, para la lucha contra la contaminación marina.

Otros de los elementos que se dispone para la lucha contra la contaminación son los barcos polivalentes y los barcos recogedores, en España tenemos los dos tipos. Los buques polivalentes también realizan otras funciones, como la de dar remolque a buques en apuros o auxiliarlos en caso de emergencia de mala mar, y dar asistencia en el salvamento marítimo; mientras que los buques de recogida, son buques especializados en la recogida de los contaminantes en el mar, no sólo de hidrocarburos, sino de muchos otros tipos, teniendo estos buques capacidad de almacenamiento en sus tanques, y dispositivos especiales para dicha recogida, ya sean vertidos sólidos o fluidos de diversas índoles.

En España existen varios de estos tipos de buques distribuidos por todo el territorio español, así como seis aviones preparados también para la vigilancia en el mar y prevención contra la contaminación, avistando las manchas antes de que estas lleguen a las costas españolas [27].

Tabla 6.2: Tabla Buques Polivalentes y Recogedores.

LISTADO DE BUQUES ESPAÑOLES QUE LUCHAN CONTRA LA CONTAMINACIÓN					
Código	Nombre	Indicativo	Número MMSI	Número Imo	Zona de Actuación
BS 13	María de Maeztu	EBZH	224631000	9429091	Cornisa Cantábrica
BS 22	María Zambrano	ECLT	224703000	9429106	Golf de Cádiz
BS 14	María Pita	ECMF	224860000	9429118	Galicia Rías Bajas
BS 33	Marta Marta	ECNY	224634000	9429120	Baleares
BS 23	SAR Mastelero	EACF	224485000	9525730	Mar de Alboran
BS 15	SAR Gavia	EAED	224483000	9525742	Galicia Rías Altas
BS 34	SAR Maesa	EBRD	224493090	9525754	Levante
BS 11	Don Inda	EASF	224769000	9338010	Galicia Corcubión
Bs 12	Alonso Chaves	EDWM	224589000	8411165	Avilés Gijón
BS 42	Punta Salina	EABF	224522000	7139894	Islas Canarias Tenerife
BS 31	Punta Mayor	EGSP	224564000	8305066	Barcelona

**Figura 6.8:** <http://www.salvamentomaritimo.jpg> Buque polivalente



Figura 6.9: <http://www.salvamentomaritimo.jpg> Buque recogedor

Tabla 6.3: Tabla Buques Polivalentes y Recogedores.

MATERIALES DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN	
Tipos de barreras y equipos	Total (en metros) y unidades
Barreras Selladoras	4.035
Barreras Portuarias	15.194
Barreras Costeras	24.500
Barreras Oceánicas	17.800
Barreras de cerco	6
Bombas	114
Skimmers	46

6.8 Biotecnología contra la contaminación ambiental.

Este método de lucha contra la contaminación, es el mas efectivo, ya que su proceso es natural, sin tener que utilizar productos químicos, agua caliente, o maquinarias muy costosas.

El vertido que produjo el buque Exxon Valdez, en las costas de Alaska, es un precedente muy importante e imprescindible para entender como se puede afrontar la limpieza definitiva de las costas afectadas. La biorremediación, fue una de las tecnicas dominantes en los programas de limpieza usados a largo plazo.

La biorremediación, emplea microorganismos para limpiar el medioambiente. Es un proceso natural, y este fue probado con éxito en aguas y suelos contaminados con petróleo.

El aumento de la población, la urbanización y la actividad industrial provocan la constante y persistente contaminación del medioambiente. Una de las estrategias más novedosas para la limpieza ambiental es utilizar bacterias que se alimentan de los residuos tóxicos. Esta técnica se ha empleado exitosamente en casos de derrame de petróleo, en agua y suelo. Hoy, la biotecnología moderna puede modificar genéticamente bacterias para hacer más eficiente este trabajo de descontaminación.

la EPA (agencia medioambiental norteamericana) decidieron poner en marcha un programa de investigación para estudiar las posibilidades de utilizar la biorremediación en las costas que fueran afectadas por derrames, ya estas fueran accidentales o probocadas.

6.8.1 Programa de biorremediación desarrollado.

En un primer estudio, se realizaron gran cantidad de muestreos y experimentos en laboratorios, estos demostraron que la población de microorganismos autóctonos tenía capacidades degradativas de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, y que la cinética de la degradación podía ser mejorada. Hoy en día sabemos que los sedimentos de la zona eran claramente deficitarios en nitrógeno y fósforo, por lo que, después de una la fase de limpieza por medios físicos, la biodegradación propiciada por los microorganismos autóctonos estimulados con el fertilizante fue efectiva. Así lo atestiguaban las evidencias visuales que, frente a ensayos de control, mostraban que las rocas se recuperaban mucho antes, si se les aplicaba fertilizante [14].

7 Legislación vigente sobre la contaminación, lucha y prevención.

Existen muchas leyes, convenios, directivas, decretos y normas sobre la contaminación, ya sea esta vertida al mar, atmosférica o desde buques, todas están sujetas a leyes.

7.1 Convenios.

Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966 (LL 66).

Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques (1969) (ARQUEO 1969).

Convención de las Naciones Unidas para el Derecho del Mar 1973 y se abrió la firma en 1982, entro en vigor en 1994. La Convención trata sobre el espacio oceánico y su utilización en todos sus aspectos: navegación, sobrevuelo, exploración y explotación de recursos, conservación y contaminación, pesca y tráfico marítimo.

Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, el primero sobre este tema, se aprobo en 1954, y en 1959 la OMI asumio la responsabilidad de administrarlo.

Convenio internacional relativo a la intervencion en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos (1969).

Convenio sobre el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes (1972) (CORLEG 72).

Convenio sobre la prevencion de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (1972).

Convenio de Oslo para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde naves y aeronaves, de 15 de Febrero de 1972 (Con Protocolo de enmiendas de 2 de Marzo 1983

Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (1973) y el Protocolo de 1978 de dicho Convenio (MARPOL 73/78).

Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (1974) (SOLAS 74).

Convenio sobre Normas Mínimas de la Marina Mercante (1976) (OIT nº 147).

Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar (1978) (STCW 78).

Convenio internacional sobre cooperacion, preparacion y lucha contra la contaminacion por hidrocarburos (1990).

Convenio sobre Cooperacion, Preparacion y Lucha contra la contaminacion por hidrocarburos (OPRC 90). Cooperacion internacional, notificacion y planes de preparacion y lucha contra la contaminacion.

Convenio para la proteccion del Medio Ambiente Marino del Atlantico Nordeste (Convenio de Paris 1992). Para prevenir la contaminacion causada por vertidos o incineracion, por fuentes mar adentro, de origen terrestre y otros origenes.

Convenio Internacional sobre responsabilidad civil por daños debidos a la contaminación por hidrocarburos, 1992 (CLC 1992).

7.2 MARPOL

El Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques o "International Convention for the Prevention of Pollution from Ships" (MARPOL) 73/78 es un conjunto de normativas internacionales con el objetivo de prevenir la contaminación por los buques. Fue desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo especializado de la ONU.

El convenio MARPOL 73/78, se aprobó inicialmente en 1973, pero nunca entró en vigor. se modifico mediante el Protocolo de 1978 y ha sido modificada desde entonces por numeras correcciones. Entró en vigor el 2 de octubre de 1983. Actualmente 119 países lo han ratificado.

Su objetivo es preservar el ambiente marino, y la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la prevención y lucha contra la contaminación en todas sus versiones.

Este esta estructurado de la siguiente forma:

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. Se trata de un anexo opcional ya que el transporte de mercancías peligrosas está reglado por el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.

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. Este anexo entró en vigor el 19 de mayo de 2005.

7.3 SOLAS.

Denominado Safety of Life at Sea (SOLAS) ha sufrido varias modificaciones desde su creación en 1914 en respuesta al hundimiento del Titanic, donde perecieron muchísimas personas, en 1929 se produce la primera modificación, posteriormente en 1948 sufre otra, la cuarta en 1960, la quinta en 1974. El Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS) actualmente vigente, entró en vigor el 25 de mayo de 1980. Desde entonces se ha enmendado dos veces por medio de protocolos.

El protocolo adoptado el 17 de febrero de 1978 por la Conferencia internacional sobre seguridad de los buques tanque y prevención de la contaminación (protocolo de 1978 relativo al SOLAS), el cual entró en vigor el 1 de mayo de 1981.

El protocolo adoptado el 11 de noviembre de 1988 por la Conferencia internacional sobre el sistema armonizado de reconocimientos y certificación (protocolo de 1988 relativo al SOLAS), que entró en vigor el 3 de febrero de 2000 y reemplazó y dejó sin efecto el protocolo de 1978, entre las partes en el protocolo de 1988.

Este convenio es objeto de continuas enmiendas, bien mediante resoluciones aprobadas en las reuniones del Comité de Seguridad Marítima (CSM) de la OMI, o en conferencias de gobiernos contratantes. Hasta la fecha de publicación de su versión refundida de 2009, el convenio había sido objeto de 36 enmiendas.

El protocolo de 1988 también ha sido enmendado en varias ocasiones; una de las últimas enmiendas entró en vigor en enero de 2010.

7.4 Directivas Parlamento Europeo.

Directiva 2002/84/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de noviembre de 2002, por la que se modificaban las Directivas relativas a la seguridad marítima y a la prevención de la contaminación marina por los buques.

En la actualidad, existen directivas más concretas las que han de tenerse presentes, como las dictadas en materia de Control por el Estado del puerto por el Parlamento Europeo (P.E.). Tras la creación del Comité de Seguridad Marítima Committee on Safe Seas (COSS), estas han llevado a cabo las últimas actualizaciones en materia de inspección de buques o sobre el cumplimiento de las obligaciones del Estado de abanderamiento de la nave.

En los procedimientos instados han de tenerse muy presentes el Convenio internacional para la constitución de un fondo internacional para la indemnización de daños causados por contaminación marina por hidrocarburos “International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage” (FUND).

Directiva 2009/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 21 de octubre de 2009 relativa a las contaminaciones procedentes de buques, España reforzará el marco penal para la represión de estas actividades. A tal fin se potenciará el ejercicio de la acción penal contra los causantes de las acciones contaminantes, que serán considerados como autores responsables de un delito contra el medio ambiente.

Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 95/21/CE del Consejo sobre el cumplimiento de las normas internacionales de seguridad marítima, prevención de la contaminación y condiciones de vida y de trabajo a bordo, por parte de los buques que utilicen los puertos comunitarios o las instalaciones situadas en aguas bajo jurisdicción de los Estados miembros (control del Estado del puerto).

La Directiva 95/21/CE del Consejo establece en la Comunidad Europea un sistema de control de los buques por el Estado del puerto basado en procedimientos de inspección e inmovilización uniformes.

”Directiva 95/21/CE del Consejo, de 19 de junio de 1995, relativa al control de los buques por el Estado del puerto.

DO C 212 E de 25.7.2000, p. 102 y DO C 154 de 29.4.2001, p. 67. DO C 14 de 16.1.2001, p. 22. DO C 22 de 24.1.2001, p. 19. Dictamen del Parlamento Europeo de 30 de noviembre de 2000 (DO C 228 de 13.8.2001, p. 133), Posición Común del Consejo de 26 de febrero de 2001 (DO C 101 de 30.3.2001, p. 15) y Decisión del Parlamento Europeo de 16 de mayo de 2001 (no publicada aún en el Diario Oficial). Decisión del Parlamento Europeo de ... y Decisión del Consejo de [3]

La Comisión Europea realizó en Marzo del 2003, una propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la contaminación procedente de buques, así como la introducción de sanciones, incluso de carácter penal, para los delitos de contaminación. Aunque la Comunidad no goce de competencias en el ámbito penal, sí que puede obligar a los Estados miembros a que prescriban sanciones penales. La propuesta consta de dos medidas fundamentales:

1. Incorpora a la legislación comunitaria la normativa internacional sobre contaminación procedente de buques y regula su aplicación, incluyendo las infracciones que hayan tenido lugar en alta mar (zonas marítimas fuera de la jurisdicción de los Estados).
2. Orienta sobre el tipo de penas que deben imponerse.

Ambas medidas se refieren a la contaminación por hidrocarburos y a aquella producida por sustancias químicas, en todas las aguas costeras de la comunidad, así como en alta mar. De modo más práctico, prevé la Directiva el establecimiento de una red transeuropea de intercambio de datos para el control del tráfico de buques (llamado SafeSeaNet), así como aprovechar los actuales trabajos para armonizar las políticas sobre persecución y procesamiento de los responsables de infracciones a las normas sobre descargas procedentes de buques.

Directivas de la Unión Europea y su parlamento en cuanto a contaminación ya sea esta, por vertidos al mar o a la atmósfera esta la PE-CONS 20/15.

Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (DO L 140 de 5.6.2009, p. 63).

Directiva 93/75 de la UE. Normas sobre la notificación para buques que transporten mercancías peligrosas y se entran en puerto comunitario.

Decisión no 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases

de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020 (DO L 140 de 5.6.2009, p. 136).

Decision no 1386/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa al Programa General de Accion de la Union en materia de Medio Ambiente hasta 2020 «Vivir bien, respetando los limites de nuestro planeta» (DO L 354 de 28.12.2013, p. 171).

Reglamento (UE) no 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2013, relativo a un mecanismo para el seguimiento y la notificacion de las emisiones de gases de efecto invernadero y para la notificacion, a nivel nacional o de la Union, de otra informacion relevante para el cambio climatico, y por el que se deroga la Decision no 280/2004/CE (DO L 165 de 18.6.2013, p.13).

Reglamento (UE) no 601/2012 de la Comision, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificacion de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicacion de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 181 de 12.7.2012,p. 30) [2]

7.5 Legislación Contra la Contaminación Marina M.F.

Real Decreto Legislativo 2/2011 de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante

Ley 41/2010 de 29 de diciembre, de protección del medio marino

Resolución de 3 de noviembre de 2008, de la Dirección General de Marina Mercante

Real Decreto 1795/2008 de 3 de noviembre, por el que se dictan normas sobre la cobertura de la responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de los hidrocarburos para combustible de los buques

Convenio de combustible 2001

Real Decreto 1892/2004 de 10 de septiembre, por el que se dictan normas para la ejecución del Convenio Internacional sobre la responsabilidad civil derivada de daños debidos a la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos.

Orden FOM/1392/2004 de 13 de mayo, relativa a la notificación y entrega de desechos generados por los buques

Ley 48/2003 de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general (Artículo 131)

Real Decreto 1381/2002 de 20 de diciembre, sobre instalaciones portuarias de recepción de desechos generados por los buques y residuos de carga

Directiva 2000/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2000, sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y residuos de carga

Real Decreto 798/95 de 19 de mayo, por el que se define los criterios y condiciones de las intervenciones con finalidad estructural en el sector de la pesca, de la acuicultura y de la comercialización, la transformación y la promoción de sus productos

Orden de 26 de mayo de 1976, sobre prevención de la contaminación marina por vertidos desde buques y aeronaves

Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina.

Convenio sobre Trabajo Marítimo, 2006. Orden 10.6.83. Normas complementarias al Convenio SOLAS 74/78. Aplicación a buques de recreo y de pesca.

R,D, 145/89. Sobre admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas en los puertos.

R.D. 1253/97. Decreto que incorpora a la normativa nacional las Directivas 93/75 y siguientes, sobre condiciones de notificación de buques con mercancías peligrosas.

R.D. 1952/95. Aprobación de la Comisión para la coordinación del transporte de mercancías peligrosas.

Ley 60/62. Regula lo relativo a las extracciones de restos hundidos, hallazgos de material en el mar, el remolque y los auxilios y salvamento en la mar.

Orden 14.4.88. Por la que se establece la Comisión para la investigación de los siniestros marítimos.

R.D. 438/94. Regula las instalaciones de recepción de residuos oleosos procedentes de buques.

8 CONCLUSIONES.

Hasta hace unos años atrás no fuimos conscientes de la importancia de los océanos, creíamos que el medio marino podía ser capaz de seguir absorbiendo todos los vertidos, pero la alarma científica y social saltó, y las naciones y organizaciones internacionales han creado varios convenios para la protección del medio marino, leyes que los países se han comprometido a cumplir una vez firmado esos convenios, independientemente de su propia regulación al respecto.

Estos han creado sistemas de protección y dispositivos para luchar contra la contaminación marina, cualquiera que sea su origen o naturaleza, para ello han dispuesto de recursos, personal y presupuestos especiales para estos casos.

Hemos de tener en cuenta que muchos de los vertidos ya existían antes de la aparición del ser humano, claro que los océanos eran capaces de absorber estos procesos naturales, entre los que se encuentra los hidrocarburos, ya que de siempre ha existido emanaciones de hidrocarburos al medio marino, y en la propia columna de agua se encuentran trazas de hidrocarburos en partes por billones (ppb),

Los seres humanos dependemos del medio ambiente marino por múltiples razones y de múltiples maneras; también suscitamos sobre el efectos de enorme magnitud. Si queremos seguir dependiendo del medio ambiente marino, es necesario que controlemos mejor la forma en que lo utilizamos.

Los navegantes desempeñan un papel de importancia crítica, pues el transporte marítimo mueve mercancías por todo el mundo, y actualmente es el que mayor proporción de toneladas puede transportar en un único viaje.

Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la vida y las personas, así como el deber de conservarlo. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva. Así lo declara la Constitución en su artículo 45.

Que el transporte marítimo no es precisamente el que más perjudica al medio marino ya que este solo produce el 5 por ciento de la contaminación existente en los océanos, y que precisamente el marino profesional es el más consciente, esto se debe ya no sólo a su preparación y formación, ni siquiera a la legislación sobre el medio en el que se trabaja, si no al amor y la pasión que siente por el mar y el medio en el que ejerce su profesión, de lo contrario no sería un marino profesional.

A partir del momento en que se detecta un vertido en la mar, es primordial conocer su evolución y tratar de predecir su evolución, para poder planificar las operaciones

de lucha en la mar y en la costa. Esto se realiza mediante las técnicas de predicción y vigilancia de vertidos.

Se ha podido comprobar que las alarmas sociales a veces son muy perjudiciales, es preciso mantener la calma y ser capaz de ver cual es el mejor método, se ha demostrado que a veces las prisas son malas consejeras, dando respuesta a una situación inadecuadamente, llegando esta a ser mas perjudicial que beneficiosa en el tratamiento del vertido.

En el caso del crudo los procesos naturales son los mas adecuados, aunque estos tarden algunos años, por lo menos en lo que se refiere a las rocas y acantilados, esto no quita para que se extraiga con artefactos mecánicos el crudo del mar y la limpieza de la arena. Por supuesto como todo en la vida existen diferencias de opiniones incluso entre los profesionales y científicos.

Aunque esta bien que la gente quiera participar en los procesos de limpieza y el estado se ahorre un dinero en contratar personal, estos deben de ser realizado por personal cualificado, ó sea profesionales del sector, hasta el momento no se ha registrado ninguna catástrofe por inhalación, o en el peor de los casos que se prendiera fuego, cuando todos estos voluntarios se encuentran colaborando en esas tareas, sin ningún tipo de seguro ni contrato. El estado ha de ser mas responsable en dichas tareas.

Las distintas administraciones de un mismo estado se han de poner de acuerdo, ya que muchas veces se llega tarde a dicho control por no estar bien definida, hasta donde llega la competencia de cada uno. En ocasiones son líneas muy poco claras, en vez de actuar y luego hablar. Por lo que sería mucho mas práctico tener una única administración que tuviera toda la competencia.

Que el porcentaje de vertidos al mar por accidente marítimo es muy bajo, en comparación con otros vertidos. Sirva como ejemplo: que en 1989 se vertieron en solo una año en las costas de estados unidos 700.000 toneladas de aguas industriales, mientras que en ese mismo periodo, ocurrieron 3 accidentes marítimos, que vertieron en las costas americanas, un total de 162.000 tons, ósea un 24 por ciento en comparación con dicho vertido; en 1995 se vertieron en el mar Baltico 500.000.000 tons de aguas residuales no tratadas, mientras que el total de vertidos por hidrocarburos en el mismo mar, ha sido desde que se tiene registro hasta la actualidad de 60.000 tons.

Como se puede comprobar, el vertido por hidrocarburos no es de los mas perjudiciales, aun así, se ha puesto todos los medios material y humanos posibles, para que su impacto sea el menos perjudicial para el medio ambiente.

Anexos

A Primer anexo

Este apartado hace referencia a la bibliografía utilizada y datos de interés.

A.1 Bibliografía usada para la creación de las diferentes tablas.

Para la creación de la tabla de vertidos por hidrocarburos y el desarrollo de este trabajo se consultaron las siguientes fuentes bibliográficas. [9] [26] [23][20][18][?].

Los datos obtenidos para la creación de las tablas por vertidos industriales, aguas residuales, aguas urbanas y plásticas se obtuvieron de las siguientes fuentes bibliográficas [25][5][28][24]

Para la creación de la tabla 5.1 LISTADO DE BUQUES ESPAÑOLES QUE LUCHAN CONTRA LA CONTAMINACIÓN y MATERIALES DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN , se consultaron las siguientes bibliografías [1] [15]

A.2 Barriles de petróleo.

Barril de crudo/petróleo estadounidense: 158.987294928 litros.

Barril de crudo/petróleo británico o imperial: 159.11315 litros.

Barril de cerveza: 31 galones estadounidenses; 117.347765304 litros. Esta unidad se refiere al volumen producido de cerveza.

Dependiendo de la densidad del petróleo, la masa de un barril de petróleo está entre 119 kg y 151 kg.

Bibliografía

- [1] *Estudio de los sistemas de lucha contra la contaminación y remolque de un remolcador SAR de Salvamento Marítimo*. [Página web], 2014 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://upcommons.upc.edu>.
- [2] *Unión Europea PE-CONS 20/15* . [Página web], Abril 2015 [Consultado Agosto 2016]. URL: data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-20-2015-INIT/es/pd.
- [3] *Unión Europea PE-CONS 3657/01* . [Página web], Enero 2002 [Consultado Agosto 2016]. URL: www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//...JOINT..
- [4] ALFONSO V BOTELLO, *La Contaminación Marina y la Urgencia de su Legislación*. [Página web], 2016 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.posgrado.unam.pdf>.
- [5] AMBIENTUM.COM, PORTAL PROFESIONAL DEL MEDIO AMBIENTE , *Miles de toneladas de agua radiactiva serán vertidas al mar*. [Página web], Abril 2011 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.ambientum.com>.
- [6] CARBALLAL, L. R., *Maquina Limpiadora de Vertido de Petroleo*. [Página web], Mayo 2004 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.occidente.com/chapapotera/memoria2.pdf>.
- [7] CIVIL Y MEDIO AMBIENTE, M. I., *Técnicas de limpieza*. [Página web], 2001-2008 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.miliarium.com>.
- [8] DR. B.SUÁREZ, D. L. G., *Floraciones de algas nocivas, mareas rojas y toxinas marinas*. Revista de Sanidad de la Defensa Nacional, 9, 133-138 (1992), [Página web], Marzo 2009 [consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.ifop.cl>.
- [9] ECOLOGISTAS EN ACCIÓN, *Accidentes petroleros un riesgo latente*. [Página web], Noviembre 2012 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.ecologistaenaccion.es>.
- [10] ELLI SLAUGHTER, ET OL, "Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish". *British Medical Journal*, [Página web], 2011 [consultado 6 de septiembre de 2010]. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3088407/>.
- [11] ET OL, A. D., *Algunas reflexiones sobre la contaminación*. [Página web], Marzo, 1993 [Consultado Septiembre 2016]. URL: <https://www.fundacionmapfre.org>.

- [12] ET OL., J. T. H., *Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el segundo informe de evaluación del IPCC*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, [Página web], febrero 1997 [consultado Agosto 2016]. URL: <http://http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/paper-II-sp.pdf>.
- [13] FIGUERAS, A., *Marea roja. ¿Cómo empieza y cómo termina?* Madrid Ciencias Marinas y otros asuntos, [Página web], Octubre 2013 [consultado Agosto 2016]. URL: http://http://www.madrimasd.org/blogs/ciencias_marinas.
- [14] GALLEGO, J. L. R., *La biorremediación frente al vertido del Exxon Valdez*. [Página web], 2003 [Consultado Septiembre 2016]. URL: <http://ingenierosdeminas.org>.
- [15] GIL, M. I. D., *Informe Anual 2010*. [Página web], Anual, 2010 [Consultado Noviembre 2016]. URL: <https://www.salvamentomaritimo.es>.
- [16] GOBIERNO DE CANARIAS, *Documento No 4: Uso Skimmers*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2005.
- [17] HERNÁNDEZ, J. G., *Atención de derrames de petróleo crudo en el Golfo de México*. [Página web], Mayo 2014 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.ptolomeo.unam.tesis.pdf>.
- [18] INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION, *Historia del transporte de crudo por mar*. [Página web], Noviembre 2009 [Consultado Agosto 2016]. URL: http://www.cetmar.org/documentacion/mareas_negras_atastrofes.htm.
- [19] J.M. RUIZ FERNÁNDEZ, ET OL., “Introducción reciente y expansión del alga tropical invasora *Caulerpa racemosa* en el litoral de la Región de Murcia”. *Instituto Oceanográfico Español, Centro Oceanográfico de Murcia, Grupo de Ecología de Fanerogamas marinas, Murcia, España*, [Página web], 2006 [2016]. URL: <http://www.cibsub.cat/rcaactu/CaulerpaRacemosaMurcia.pdf>.
- [20] JOAN ZAMORA TERRÉS, *La desgracia del Prestige*. [Página web], 2008 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://marenostrum.org/ecologia/medioambiente/prestige/desgracia3.htm>.
- [21] JOSE EUSEBIO SALGADO Y SALGADO, *Aspectos convencionales de la contaminación del mar por buques*. [Página web], Diciembre 2008 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.google.es>.
- [22] LA SOTO, E. O., *Ambiente Influidos por Emanaciones Naturales de Hidrocarburos y Gas en el Suroeste del Golfo de México*. [Página web], Agosto 2004 [Consultado Septiembre 2016]. URL: <http://www.universidadyciencia.ujat.mx>.
- [23] LUIS ECHARRI PRIM, *Petróleo en el mar*. Tema 11 ed., Ciencias de la tierra y del medio ambiente, Consultado Agosto 2016.
- [24] LUZ EDITH BARBA HO, *Conceptos Básicos de la Contaminación del Agua y Parámetros de Medición*. [Página web], 2002 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>.

- [25] MALEN RUIZ DE ELVIRA, *Cada año 8 millones de toneladas de plástico van a para al mar*. [Página web], 2015[Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.publico.es/ciencias/ocho-millones-toneladas-plasticos-dar.html>.
- [26] MAR CANARIAS, *Vertidos de hidrocarburos*. [Página web], 2012 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.mgar.net/mar/vertidos.htm>.
- [27] MINISTERIO DE FOMENTO 2010 - 2018, *Plan Nacional de Seguridad y Salvamento Marítimo*. [Página web], 2010 [Consultado Agosto 2016]. URL: <http://www.salvamentomaritimo.es>.
- [28] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, ESPAÑA, *Sobre Vertidos de Aguas Residuales de la Industria de Fabricacion de Pasta, Papel*. [Página web], 2015[Consultado Agosto 2016]. URL: